

Organizadores:

Thiago Santana de Oliveira

Fabiana Aquino de Moraes Rêgo

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Carolina Gomes Araújo Garreto

Estudos em Engenharia *& Inovação* *Volume 3*



2023

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA
FABIANA AQUINO DE MORAES RÊGO
MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES
CAROLINA GOMES ARAÚJO GARRETO
(Organizadores)

ESTUDOS EM ENGENHARIA
& INOVAÇÃO
VOLUME 3

EDITORA PASCAL
2023

2023 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Dr^a. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr. Raimundo Luna Neres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48c

Coletânea Estudos em engenharia e inovação / Thiago Santana de Oliveira, Fabiana Aquino de Moraes Rêgo, Mirian Nunes de Carvalho Nunes e Carolina Gomes Araújo Garreto (Org). São Luís - Editora Pascal, 2023.

831 f. : il.: (Estudos em engenharia e inovação; v. 3)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-76-1

D.O.I.: 10.29327/5260143

1. Engenharia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Miscelânea. I. Oliveira, Thiago Santana de. II. Rêgo, Fabiana Aquino de Moraes. III. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. VI. Garreto, Carolina Gomes Araújo. V. Título.

CDU: 621.7::330.341.1

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2023

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, os desafios dos engenheiros frente as mudanças tecnológicas no processo produtivo impõem operarem dentro dos conceitos da Indústria 4.0. O surgimento dos sistemas de digitalização nas operações produtivas, promoveu profunda mudança na realidade das manufaturas fazendo que o mercado de trabalho (empresas/indústrias) busquem por profissionais que estejam mais adaptados às conjunturas tecnológicas e nesse caso engenheiros que possuam competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais.

Como atualmente a produção mais autônoma, as fábricas possuem capacidade de prever erros, promover adaptações e mudanças rápidas, onde o engenheiro capacitado apontará às melhores tomadas de decisões que reduzirá os impactos no resultado final.

No Brasil, as mudanças da quarta revolução industrial têm ocorrido a passos lentos em relação ao resto do mundo, mas já é uma realidade bastante forte nas indústrias brasileiras. E o engenheiro tem o papel de fomentar esse desenvolvimento através da difusão de conhecimento, apresentando as melhores estratégias na alocação de investimentos, atualização de fornecedores, melhores layout na infraestrutura e principalmente, na implantação de metodologias de produção inteligente.

Um estudo realizado em 2017 pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) apontou que dos 24 setores industriais do Brasil, 14 estão atrasados na adoção de tecnologias digitais. Assim dados do IBGE mostra que, os 14 setores em situação de vulnerabilidade respondem por cerca de 40% da produção industrial e 38,9% do PIB industrial brasileiro. O que evidencia a necessidade de investimentos urgentes para manter-se sobrevivendo no mercado altamente competitivo. O papel do engenheiro na busca das melhores estratégias para elevar o grau de inovação com o objetivo de uma maior inserção das indústrias brasileiras no mercado global.

O desafio após a pandemia que estagnou a produtividade do trabalho, a ideia é trazer cada vez mais tecnologia no dia a dia para o ambiente dentro das fábricas, tornando-as mais inteligentes beneficiando as empresas, colaboradores e indústrias como um todo.

Este livro apresenta vários estudos das engenharias que corrobora com os conceitos da atualização tecnológica. A composição do livro é através de capítulos da engenharia ambiental, engenharia produção, engenharia mecânica, engenharia de controle e automação, engenharia elétrica e engenharia química, onde abordam temas sobre processo produtivo, manutenção industrial, computação, comunicação, redes, IoT, resíduos sólidos, segurança do trabalho, sustentabilidade, projeto etc.

Convido para essa atualização tecnológica!

Eduardo Mendonça Pinheiro

Doutor em Agroecologia, especialista em Engenharia de Produção e professor da Faculdade Anhanguera

ORGANIZADORES

Thiago Santana de Oliveira

Bacharel em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal do Maranhão (2004), com mestrado em Engenharia de Materiais (2016), na mesma instituição. Atuou como profissional nas áreas de siderurgia e gerenciamento de frota de veículos e equipamentos a diesel, com bons conhecimentos nas ferramentas de gestão da manutenção. Ministra aulas desde 2005, sendo a experiência inicial no ensino médio e técnico. Atualmente, trabalha na docência de ensino superior, onde possui experiência de 8 anos. Atualmente, atua como docente e coordenador do Curso de Engenharia Mecânica na faculdade Anhanguera Maranhão. Responsável pela organização de eventos na instituição, como a mostra de iniciação científica (ICEMEC), que rendeu publicações de livros e capítulos. Possui grandes artigos e trabalhos publicados em sua área de experiência..

Fabiana Aquino de Moraes Rêgo

Possui pós-graduação em “Diseño y Arquitectura de Interiores” (Carga horária: 500h) pela Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid da Universidad Politécnica de Madrid (2006). Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Maranhão (2005) e graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (2003). Adquiriu experiência profissional na área de arquitetura, interiores e museografia, com ênfase na gestão de produção, desenvolvimento técnico e coordenação de projetos museográficos em empresa especializada durante os 7 anos que morou em Madri - Espanha (2006-2012). Atualmente é proprietária do escritório Fabiana Moraes Rêgo Arquitetura e Interiores desde 2013.

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Graduada em Formação Pedagógica de Docentes para as áreas do Ensino Médio e Profissionalizante pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Pós-Graduada Gestão Educacional pela Faculdades Integradas Potencial - FIP - Cotias - SP; em Arte, Educação e Tecnologias Contemporâneas pela Universidade de Brasília - UnB e em Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes RJ. Exerce cargo de Professora na Universidade Pitágoras São Luís - MA, ministrando as disciplinas de Desenho Técnico, Desenho Técnico Mecânico no programa computacional Inventor da Autodesk, Desenho Técnico Projetivo no programa computacional AutoCAD da Autodesk e Orientação de TCC. Atuou como Professora EaD da disciplina de Desenho Técnico de 2013 a 2020 no Curso de Segurança do Trabalho pela UEMANET.

Carolina Gomes Araujo Garreto

Doutoranda em Segurança e Saúde Ocupacionais, pela Universidade do Porto. Possui mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, pela Universidade do Porto (2019), Especialização em Engenharia de segurança do trabalho, pela Universidade Estácio de Sá - Laboro (2015), Especialização em engenharia ferroviária, pela UnDB (2012) e graduação em Engenharia Elétrica Industrial pelo IFMA (2011).

SUMÁRIO

SEÇÃO: ENGENHARIA AMBIENTAL

CAPÍTULO 1	17
O ALCANCE DA VISIBILIDADE SUSTENTÁVEL DAS EMPRESAS AO IMPLEMENTAREM AS PRÁTICAS ESG EM SUA GESTÃO	
<i>Alberlane Larissa Oliveira Rabelo</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 2	32
A LOGISTICA REVERSA E SUA IMPORTÂNCIA NA COMPETIVIDADE DAS EMPRESAS	
<i>Thamires Galvão da Silva</i>	
CAPÍTULO 3	49
AGENDA 2030 E O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: CONTRIBUIÇÕES DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL AO PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL BRASILEIRO	
<i>Ana Beatriz Gomes Almeida</i>	
CAPÍTULO 4	66
A EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA SEM PREJUDICAR O MEIO AMBIENTE	
<i>Maria Eduarda Alves Eckert de Oliveira</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 5	75
A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	
<i>Laine Beatriz Santos Rodrigues de Jesus</i>	
CAPÍTULO 6	92
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ÓLEOS GERADOS NOS PORTOS E NAVIOS	
<i>Fábio Wender Pereira</i>	
CAPÍTULO 7	107
OS IMPACTOS DAS SACOLAS PLÁSTICAS NO MEIO AMBIENTE	
<i>Melissa Rodrigues Lopes</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 8	123
ÁGUA DE REUSO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O BRASIL	
<i>Alan Lucas Maciel Silva</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

SEÇÃO: ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

CAPÍTULO 9.....	139
DOMÓTICA – AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL DE BAIXO CUSTO PARA FAMÍLIAS DE CLASSE MÉDIA	
<i>Ronilson da Silva Santos</i>	
<i>João Victor Raposo Costa</i>	
<i>Jorge Luís Carvalho Maciel</i>	
<i>Júlio Adriano da Silva Ferreira</i>	
<i>Fernanda Leite Saraiva</i>	
<i>Lilian Pereira Barros</i>	
CAPÍTULO 10	154
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: DOMÓTICA	
<i>João Víctor Raposo Costa</i>	
<i>Ronilson da Silva Santos</i>	
<i>Jorge Luís Carvalho Maciel</i>	
<i>Júlio Adriano da Silva Ferreira</i>	
<i>Fernanda Leite Saraiva</i>	
<i>João Tenório Britto Neto</i>	
<i>Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Tayssara Elizavieta Martins Varão</i>	
CAPÍTULO 11.....	168
BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL ASSOCIADA À ENERGIA FOTOVOLTAICA	
<i>Thalyson Ramon Godinho Carneiro</i>	
CAPÍTULO 12	181
A UTILIZAÇÃO DO DISPLAY NEXTION COM ARDUINO EM IHM VEICULAR	
<i>Jorge Luis Carvalho Maciel</i>	
<i>Fernanda Leite Saraiva</i>	
<i>Hugo Alves Velozo</i>	
<i>João Victor Raposo Costa</i>	
<i>Juan Carlos Pereira Silva</i>	
<i>Júlio Adriano da Silva Ferreira</i>	
<i>Lilian Pereira Barros</i>	
<i>Ronilson da Silva Santos</i>	
CAPÍTULO 13	198
AUTOMAÇÃO ATRELADA AOS SISTEMAS SUPERVISÓRIOS	
<i>Denis Frazão Cardoso</i>	

CAPÍTULO 14.....	212
AUTOMATIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA	
<i>Júlio Adriano da Silva Ferreira</i>	
<i>João Vítor Raposo Costa</i>	
<i>Jorge Luís Carvalho Maciel</i>	
<i>Joshiclayton Lopes Rego</i>	
<i>Juan Carlos Pereira Silva</i>	
<i>Ronilson da Silva Santos</i>	
<i>Fernanda Leite Saraiva</i>	
CAPÍTULO 15	227
ESTUDO DA AUTOMAÇÃO APLICADA AO SISTEMA RESIDENCIAL	
<i>Marcilio da Luz da Silva Junior</i>	
SEÇÃO: ENGENHARIA ELÉTRICA	
CAPÍTULO 16	242
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA SOLAR NO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
<i>Alexsandro Oliveira Cardoso</i>	
CAPÍTULO 17	250
GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL: SISTEMA DE CAPTAÇÃO HELIOTÉRMICA	
<i>Lucas Braga Lopes</i>	
CAPÍTULO 18	264
CAPTADORES DE GUITARRA: O USO DE TRANSDUTORES NA GUITARRA ELÉTRICA	
<i>Fernando da Silva Paiva</i>	
CAPÍTULO 19	275
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FERROVIAS	
<i>Claudia Helena Dourado Gomes</i>	
CAPÍTULO 20	289
ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS	
<i>Jefferson Carlos Araújo dos Reis</i>	
CAPÍTULO 21	296
GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: UM ESTUDO SOBRE ARMAZENAMENTO	
<i>Vinicius Mendes Machado</i>	

CAPÍTULO 22305
A ENERGIA SOLAR: A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Jocivaldo Duarte da Silva

CAPÍTULO 23320
FIBRA ÓPTICA E SUAS APLICAÇÕES

Leroel Francisco De Brito

CAPÍTULO 24338
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDÊNCIAIS E SISTEMAS DE PROTEÇÃO

Fernanda Leite Saraiva

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Catterina Dal Bianco

Suellen Rocha Lima Ramos

João Víctor Raposo Costa

Júlio Adriano da Silva Ferreira

Jorge Luís Carvalho Maciel

Ronilson Silva Santos

Paulo José Pinto Souza

Juan Carlos Pereira Silva

João Tenório Britto Neto

CAPÍTULO 25354
INFLUÊNCIA DO MARCO REGULATÓRIO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NOS SISTEMAS DE MINI E MICROGERAÇÃO DE ENERGIA E SEU IMPACTO FINANCEIRO PARA O CONSUMIDOR

Suellen Rocha Lima Ramos

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Catterina Dal Bianco

Fernanda Leite Saraiva

Juan Carlos Pereira Silva

SEÇÃO: ENGENHARIA MECÂNICA

CAPÍTULO 26365
EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NOS MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA CICLO OTTO E O AVANÇO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS

Fracinaldo das Chagas Nunes

Paulo Jose Pinto Souza

CAPÍTULO 27	376
PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA: O CENÁRIO ATUAL E O FUTURO DA FUNDIÇÃO E USINAGEM	
<i>Marcos Vinícius Sousa de Jesus</i>	
<i>Thiago Santana de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 28	388
O IMPACTO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL AUTOMOTIVA	
<i>Jackson Ferreira Conrado da Silva</i>	
CAPÍTULO 29	396
A APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL COMO SOLUÇÃO ESTRATÉGICA VISANDO A EVOLUÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0	
<i>Thiago de Lucena Vieira Silva</i>	
CAPÍTULO 30	404
GESTÃO DA MANUTENÇÃO: MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	
<i>Pablo Vinicius Costa Silva</i>	
<i>Camila Eduarda Silva Carvalho</i>	
<i>Caio Henrique Almeida de Ataíde</i>	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
<i>Leandro Ribeiro da Conceição</i>	
<i>Lucas Breno Gomes Andrade</i>	
<i>Vanderson Gusmão de Oliveira</i>	
<i>José Vitor Mendes França</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 31	413
MANUTENÇÃO PREDITIVA: VANTAGENS PARA A INDÚSTRIA 4.0	
<i>Rayane Moraes Mendes</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Antonio Merval Machado Tavares</i>	
<i>Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 32	423
A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS	
<i>Silvana Leite Ferreira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira</i>	

CAPÍTULO 33434
GESTÃO DA MANUTENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO INDUSTRIAL BRASILEIRO

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Melany Stelle

Danilo Oliveira Cortes

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Pablo Vinicius Costa Silva

Vanderson Gusmão de Oliveira

CAPÍTULO 34445
GESTÃO DA MANUTENÇÃO: MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NO AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA

Leandro Ribeiro da Conceição

Pablo Vinicius Costa Silva

José Vitor Mendes França

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Danilo Oliveira Cortes

Lucas Breno Gomes Andrade

Camila Eduarda Silva Carvalho

Vanderson Gusmão de Oliveira

Joaquim Cantanhede de Castro

CAPÍTULO 35454
A INFLUÊNCIA DO TURBOCOMPRESSOR PARA O BOM DESEMPENHO DAS LOCOMOTIVAS

Charles William Oliveira dos Santos

CAPÍTULO 36466
MANUTENÇÃO PREDITIVA EM MOTORES AUTOMOTIVOS

Pablo Araújo Rabelo

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 37475
REDUTORES DE VELOCIDADE: IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DOS REDUTORES DE VELOCIDADE

Renan Santos de Sousa

Mirian Nunes de Carvalho

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Pablo Vinicius Costa Silva

CAPÍTULO 38	485
A IMPORTÂNCIA E OS BENEFÍCIOS DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS	
<i>João Antônio Barros da Silva</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Thiago Santana de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 39	494
EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA	
<i>Mario André Portela Braga</i>	
CAPÍTULO 40	503
MANUTENÇÃO PREDITIVA E PREVENTIVA APLICADA AO MAQUINÁRIO USADO NA INDÚSTRIA	
<i>Kleberth Patrício Silva Sousa</i>	
<i>Melany Stelle</i>	
CAPÍTULO 41	509
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS	
<i>Diego Santos Casas Nova</i>	
<i>Francisco Carlos Guedes</i>	
<i>Jhoseph Andrade Martins</i>	
<i>Maycow Douglas de Oliveira Alves</i>	
<i>Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 42	518
CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA	
<i>Camila Eduarda Silva Carvalho</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Caio Henrique Almeida de Ataíde</i>	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
<i>José Vitor Mendes França</i>	
<i>Leandro Ribeiro da Conceição</i>	
<i>Lucas Breno Gomes Andrade</i>	
<i>Pablo Vinicius Costa Silva</i>	
<i>Vanderson Gusmão de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 43	528
SISTEMAS PNEUMÁTICOS: DIMENSIONAMENTO E APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA	
<i>Alex Sander Oliveira Castro</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 44.....536
O USO DE VIBRAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIOS INDUSTRIAIS

Wadson Azevedo Araújo

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 45.....544
APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA POR ANÁLISE DE VIBRAÇÕES

Diego Zidanne Sousa Costa Almeida

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 46.....555
FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADA NO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

Francisco Carlos Guedes Rego

CAPÍTULO 47569
MANUTENÇÃO DE MOTORES À COMBUSTÃO DE MOTOCICLETAS A PARTIR DE MÉTODOS PREDITIVOS DE ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE

Vanderson Gusmão de Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Paola Vieira Alves Silva

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Camila Eduarda Silva Carvalho

Danilo Oliveira Cortes

José Vitor Mendes França

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Pablo Vinicius Costa Silva

SEÇÃO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CAPÍTULO 48.....581
A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA 5S NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS

Jorge da Silva

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 49.....590
AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DAS EMPRESAS

Gleyce Anne Leite Linhares Santana

Eduardo Mendonça Pinheiro

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 50	607
PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO APLICADO AO CHÃO DE FÁBRICA	
<i>Layla Eduarda Santos Oliveira</i>	
CAPÍTULO 51	617
APLICAÇÃO DO MÉTODO CAMINHO CRÍTICO PARA O CONTROLE EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Jainy da Silva Leal</i>	
CAPÍTULO 52	630
BENEFÍCIOS DA NORMA ISO 9001 PARA AS ORGANIZAÇÕES	
<i>William Ruann Vieira Silva</i>	
CAPÍTULO 53	645
UTILIZAÇÃO DA CURVA ABC COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA DE CONTROLE E GESTÃO DE ESTOQUE	
<i>Antenor Silva Porto</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 54	661
A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA MELHORIA DOS PROCESSOS DAS ORGANIZAÇÕES	
<i>Pedro Henrique Azevedo Camara</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 55	678
A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA MELHORIA DOS PROCESSOS DAS ORGANIZAÇÕES	
<i>Regina Kelly Baima Da Silva</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i> <i>Izaine Lopes Martins</i>	
CAPÍTULO 56	696
QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE UMA EMPRESA DE COMUNICAÇÃO	
<i>Marcelo Alves Coelho</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 57	711
A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE ESCOPO PARA O SUCESSO DE PROJETOS	
<i>Marcos Paulo Teixeira de Lima</i> <i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 58	728
ERGONOMIA E A INTERAÇÃO COM MÚLTIPLAS ÁREAS NA BUSCA DA OTIMIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	
<i>Valéria Barros dos Santos</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 59	743
A TECNOLOGIA ALIADA AO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS, NO ENFOQUE SUSTENTABILIDADE E REDUÇÃO DE CUSTO	
<i>Ruimara Alves Nascimento</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 60	756
A RELEVÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DAS EMPRESAS	
<i>Franckson Mesquita Cordeiro</i>	
CAPÍTULO 61	769
A APLICAÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO NA MANUFATURA	
<i>Danilo Silva Mendes</i>	
CAPÍTULO 62	777
A IMPORTANCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM) PADRONIZADO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	
<i>Roberta Carla Marques Torres Maciel</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 63	795
CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE PROJETOS	
<i>Alfredo Magalhães Silva Filho</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 64	807
OS BENEFÍCIOS DA ERGONOMIA NA MELHORIA DE QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO	
<i>Fernando Silva Rodrigues</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 65	821
A RELEVÂNCIA DA GESTÃO EFICIENTE DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	
<i>Laidelucy Santos Correia</i>	



**Engenharia
Ambiental**

1

O ALCANCE DA VISIBILIDADE SUSTENTÁVEL DAS EMPRESAS AO IMPLEMENTAREM AS PRÁTICAS ESG EM SUA GESTÃO

*THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABLE VISIBILITY OF
COMPANIES WHEN IMPLEMENTING ESG PRACTICES IN
THEIR MANAGEMENT*

Alberlane Larissa Oliveira Rabelo

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A sigla ESG provém da expressão inglesa *Environmental, Social, and Governance* e tem sido uma forma de se referir ao que empresas estão fazendo para serem socialmente responsáveis, ambientalmente sustentáveis e corretamente administradas. Progressivamente essas práticas têm deixado de ser apenas um diferencial e têm se tornado um elemento crítico, o que leva os gestores a questionarem se essas práticas são capazes de melhorar a visibilidade de seu negócio perante seus diversos *stakeholders*. Este trabalho teve como principal objetivo conhecer as decorrências da adoção dessas práticas ESG pelas empresas, e apontar as suas contribuições na busca pela visão sustentável. De acordo com o proposto, a presente pesquisa tratou-se de um estudo de revisão bibliográfica, que reúne evidências que deram suporte ao seu método descritivo. A partir das informações reunidas, o estudo indicou que associar a imagem de uma organização à consciência ambiental, não só impacta na sua visibilidade, como também, abre portas para novos negócios, melhora a margem de lucro, gera vantagens competitivas, afeta o valor atribuído pelos acionistas, contribui com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU e conduz todos os níveis organizacionais rumo ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: ESG. Gestão Empresarial. Sustentabilidade. Responsabilidade Corporativa.

Abstract

The acronym ESG comes from the English expression *Environmental, Social, and Governance* and has been a way of referring to what companies are doing to be socially responsible, environmentally sustainable, and properly managed. These practices have progressively stopped being just a differential and have become a critical element, which leads managers to question whether these practices are capable of improving the visibility of their business to their various stakeholders. This work had as its main objective to know the consequences of the adoption of these ESG practices by companies, and to point out their contributions in the search for a sustainable vision. According to what was proposed, this research was a literature review study, which gathers evidence that provided support to its descriptive method. From the information gathered, the study indicated that associating an organization's image with environmental awareness not only impacts its visibility, but also, opens doors for new business, improves profit margin, generates competitive advantages, affects the value attributed by shareholders, contributes to the Sustainable Development Goals of the UN Agenda 2030, and leads all organizational levels toward sustainable development.

Keywords: ESG. Corporate Management. Sustainability. Corporate Responsibility.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente conscientização sobre a importância da conservação do meio ambiente, a questão ambiental tem deixado de ser uma ação isolada e localizada, e tem se tornado um fator determinante no desenvolvimento econômico das organizações. Por esse motivo, as empresas estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental mais satisfatório, empregando em suas práticas e em seu discurso o tripé atualmente denominado *Environmental, Social and Governance* (ESG), que embora não seja uma prática obrigatória, é crescente a busca pelo seu entendimento e aplicabilidade.

O ESG ao resumir a proposta de que um negócio deve ser avaliado não só pelos critérios de mercado, mas também pelos seus aspectos positivos quanto às questões ambientais, sociais e administrativas, pode contribuir com a quebra do antagonismo entre crescimento econômico e crescimento ambiental e assim tornar as empresas contribuintes do desenvolvimento sustentável. Diante disso, é necessário que se tenha uma ampliação dos conhecimentos quanto às práticas de gestão sustentável nos negócios, e também do melhor entendimento da importância e dos benefícios que ocasionam a adoção de tais práticas pelas empresas.

É evidente que os diferenciais competitivos das empresas não surtem o mesmo efeito se não estiverem alinhados às práticas ambientais (*Environmental*), do ponto de vista empresarial colaborar com o desenvolvimento sustentável atualmente é uma questão de sobrevivência e progressivamente essas práticas têm deixado de ser apenas um diferencial e têm se tornado um elemento crítico. Diante do exposto, surge o seguinte questionamento que orienta este estudo: as boas práticas em ESG dentro das empresas melhoram sua visibilidade como negócio sustentável?

O objetivo geral deste estudo foi conhecer os benefícios da adoção das práticas ESG pelas empresas e apontar as suas contribuições na busca pela visão sustentável. Já os objetivos específicos foram de contextualizar a sustentabilidade e a gestão ambiental, para evidenciar o conceito de gestão sustentável; conhecer as práticas *Environmental, Social and Governance* (ESG) e entender como a implementação e divulgação dessas práticas contribuíram com a visibilidade sustentável das empresas, e assim apontar as principais decorrências da adoção dessas práticas.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa tratou-se de um estudo de revisão bibliográfica, reuniu-se evidências que deram suporte ao método descritivo. Foram revisados artigos científicos oriundos das bases de dados: Google Acadêmico, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES Periódicos), *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade (RBES) e Scribd, onde foram consultados diferentes documentos como: Livros, Artigos, Periódico Eletrônicos, Revistas, Teses, Dissertações e Monografias publicadas nos últimos 18 anos.

3. SUSTENTABILIDADE E GESTÃO

A crescente reflexão e conscientização sobre a importância da conservação do meio ambiente, tem colocado em evidência grandes questionamentos a respeito do papel das empresas na sociedade e aumentado as exigências demandadas sobre elas. Por esse motivo, as organizações empresariais estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental e social mais satisfatório, empregando assim, os conceitos de gestão e sustentabilidade em seu discurso, porém, nem sempre foi assim (ZANATTA, 2017; KRAEMER *et al.*, 2013).

Por muitos anos não houve uma preocupação por parte das organizações com os recursos disponibilizados pela natureza, os quais eram vistos como abundantes e de fácil aquisição. Foi a partir da ampla exploração e da sua conseqüente escassez, gerada pelo antagonismo entre os sistemas ambientais e econômicos, juntamente com o crescimento populacional, que a questão ambiental passou a ser um assunto indispensável, tendo como um dos principais estopins para essa mudança de perspectiva o Relatório Nosso Futuro Comum (ZANATTA, 2017).

Esse relatório, advertiu sucintamente contra o uso predatório de recursos naturais e contra o esquecimento da importância do legado para aqueles que vierem depois. Isso levou a uma nova visão de desenvolvimento que não assume mais a naturalidade de que recursos são infinitos e exige a consideração de questões sociais e ambientais tão importantes quanto questões econômicas (BM&FBovespa, 2016; OLIVEIRA FILHO, 2004). As principais mudanças nessa relação das empresas com a sustentabilidade que marcaram a década de 50 até os dias atuais, podem ser observadas no Quadro 1.

Década de 1950-1960	Ignorância total
	As empresas pouco ou nada entendem sobre seus impactos sociais e ambientais. O assunto permanece marginal nos círculos acadêmicos e políticos.
Década de 1970	Adaptação relutante
	As empresas se opõem a uma regulamentação mais rígida na esfera social e ambiental, argumentando que isso limita seu crescimento, mas buscam desenvolver a capacidade de cumprir as novas obrigações a fim de permanecer licenciado para operar.
Década de 1980	Além da obrigação
	As empresas líderes começam a ver benefícios em fazer mais do que a lei os obriga a fazer. As Multinacionais estendem suas práticas socioambientais da sede para países onde a lei é mais branda. A prevenção da poluição e a ecoeficiência também começam a gerar benefícios econômicos.
Década de 1990	Mudança de curso
	A institucionalização das questões socioambientais, juntamente com o progresso tecnológico, oferece novas oportunidades às empresas. Indicadores de sustentabilidade e a certificação voluntária tornam-se cada vez mais difundidos, assim como práticas como engajamento de <i>stakeholders</i> , análise do ciclo de vida do produto e <i>ecodesign</i> . As empresas líderes começam a entender o caso de negócios.
2000 em diante	Parcerias para um novo modelo de gestão
	O conceito de sustentabilidade corporativa se consolida como uma abordagem de gestão. Muitas organizações agora medem seu impacto, inovam em processos e produtos, engajam e asseguram a prestação de contas às partes interessadas e incentivam suas cadeias de valor a adotar uma agenda de sustentabilidade.

Quadro 1 – As empresas em relação à sustentabilidade

Fonte: Adaptado de BM&FBovespa (2016)

O Quadro 1 salienta o comportamento das empresas em relação à crescente incorporação do conceito de sustentabilidade, permitindo analisar e observar a mudança de contexto e pensamento no decorrer das décadas, o que evidencia a importância da gestão ambiental nas empresas, reconhecendo que o crescimento econômico ilimitado em um planeta com recursos finitos, pode levar a um desastre. Foi neste cenário, que os países considerados desenvolvidos e em desenvolvimento afirmaram que a solução da poluição e da degradação ambiental não era frear o desenvolvimento e sim orientá-lo com o intuito de preservar o meio ambiente e seus recursos não-renováveis para chegar a uma sustentabilidade contínua (OLIVEIRA FILHO, 2004).

Visando o alcance dessa sustentabilidade contínua por parte das empresas, foram surgindo diversos debates sobre modelos de gestão voltados precisamente para as questões ambientais, estando a sustentabilidade presente não somente nos discursos e relatórios publicados pelas organizações, mas em seus sistemas de gestão, processos e normas internas. Assim, surge um novo gerenciamento que cada vez mais ganha maior importância no meio empresarial e pode representar a garantia de que o homem será mesmo eco eficiente e capaz de alcançar um desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA FILHO, 2004). Acerca disso, Miranda, Moretto e Moreto (2019) afirma que:

As práticas de sustentabilidade se definem como parte dos processos de gestão das estruturas organizacionais, contemplando responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para aplicação, elaboração, revisão e manutenção da política ambiental empresarial. O principal objetivo é que o impacto ambiental das atividades econômicas das empresas seja reduzido ao máximo (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019, p. 10).

Por definição, a gestão é o ato de gerir, e pode ser entendida como um processo de tomar decisões sobre objetivos e recursos que integra pessoas, estruturas e recursos orientados para um objetivo comum. Como uma forma de gerir, tem a gestão ambiental, que se define como a administração das atividades econômicas e sociais, a fim de utilizar, da melhor maneira, os recursos naturais, preservando a biodiversidade e amenizando os impactos ambientais (BELLEN, 2013).

A gestão ambiental é um aspecto funcional da gestão de uma empresa, que desenvolve e implanta as políticas e estratégias ambientais. Além dessa ferramenta, a problemática ambiental envolve também o gerenciamento dos assuntos pertinentes ao meio ambiente, por meio de um sistema de gestão ambiental, da busca pelo desenvolvimento sustentável, da análise do ciclo de vida dos produtos e da questão dos passivos ambientais (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019).

Perante o exposto, essa forma de gerenciamento visa o uso de práticas e métodos administrativos que reduzem ao máximo o impacto ambiental das atividades econômicas nos recursos da natureza, sendo um sistema de administração empresarial que dá ênfase na sustentabilidade e tem como um importante fator o desenvolvimento sustentável (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019).

O desenvolvimento sustentável foi definido pela primeira vez como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (ZANATTA, 2017, p. 300), no relatório Nosso Futuro Comum, um dos mais importantes documentos do tempo, materializado em 1987 pela comissão criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) sobre a presidência de Gro Harlem Brundtland, primeira-ministra da Noruega. À vista disso, a gestão ambiental introduziu a sustentabilidade como critério fundamental de todas as atividades de negócio

(BM&FBovespa, 2016; OLIVEIRA FILHO, 2004).

Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser assimilado pelas lideranças empresariais na forma de Sistema de Gestão Ambiental, que movidas pela demanda de seus consumidores e exigências do Governo com uma legislação ambiental cada vez mais rígida e determinada, passaram a aspirar um novo modelo de produção que zelasse o meio ambiente, adequando os processos industriais da organização para desenvolver e implantar sistemas de gestão de seus processos e/ou produtos, de maneira que os atendessem (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019). Em relação ao papel das empresas nesse contexto, é relevante afirmar que:

Nesse aspecto as empresas têm um papel extremamente relevante. Através de uma prática empresarial sustentável, provocando mudança de valores e de orientação em seus sistemas operacionais, estarão engajadas à ideia de desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente. Os empresários neste novo papel tornam-se cada vez mais aptos a compreender e participar das mudanças estruturais na relação de forças nas áreas ambiental, econômica e social. Além disso, desenvolvimento sustentável introduz uma dimensão ética e política que considere o desenvolvimento como um processo de mudança social, com conseqüente democratização do acesso aos recursos naturais e distribuição equitativa dos custos e benefícios do desenvolvimento (KRAEMER *et al.*, 2013, p. 06-07).

Posto isto, Oliveira Filho (2004, p.123) afirma que: “as organizações precisam partilhar o entendimento de que deve existir um objetivo comum, e não um conflito, entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental”. Logo, a Gestão Empresarial para alcançar uma sustentabilidade econômica, social e ser ecologicamente correta, precisa contar com executivos e profissionais que busquem incorporar tecnologia de produção inovadora, estabelecer regras de decisões estruturadas e que possuam o conhecimento sistêmico exigido. Em outras palavras, espera-se que as empresas deixem de ser problemas e passem a fazer parte das soluções (BARBIERI, 2007).

Inicialmente, muitas organizações começaram a adotar tal postura para não serem penalizadas. Entretanto, ao longo do tempo passaram a ter uma visão mais ampla sobre essas questões, e perceberam a importância tanto para o meio, como também para si própria (TRINDADE, 2019). Atualmente, ter um negócio voltado para questões ambientais está além do simples cumprimento das leis exigidas e para enfatizar esse novo cenário que será enfrentado pelas empresas, Trindade cita uma afirmação de Andrade:

Um dos maiores desafios que o mundo enfrentará no próximo milênio é fazer com que as forças de mercado protejam e melhorem a qualidade do ambiente, com a ajuda de padrões baseados no desempenho e uso criterioso de instrumentos econômicos, num contexto harmonioso de regulamentação. O novo contexto econômico se caracteriza por uma rígida postura dos clientes voltada à expectativa de interagir com organizações, que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma ecologicamente responsável (ANDRADE, 2002, p. 213 apud TRINDADE, 2019, p. 22).

Diante do exposto, nota-se que em 2002 já era previsto que não apenas as empresas estariam se conscientizando, mas, principalmente os consumidores e isso é extremamente relevante para a organização, pois, são os clientes que contribuem diretamente para o seu crescimento e desenvolvimento no mercado. É válido ressaltar que esses passos e mu-

danças não se viabilizam de imediato, é necessário que haja um planejamento organizado corretamente, para então atingir resultados positivos.

Portanto, é de extrema importância que as organizações apliquem um modelo de gestão sustentável, que segundo Fulgencio (2007, apud NIKODEN, *et al.*, 2017) trata-se de um modelo que visa manter o crescimento das organizações, sem perder o foco financeiro, levando em consideração as variáveis éticas, sociais, políticas e ambientais, atuando com pró-atividade e de maneira responsável. Sendo assim, ser uma empresa sustentável significa simultaneamente criar valor a longo prazo aos consumidores e acionistas e contribuir para a solução dos problemas socioambientais, alcançando um equilíbrio entre os pilares atualmente denominados ESG (BARBIERI, 2007).

4. AS PRÁTICAS E SUA DIVULGAÇÃO AMBIENTAL

As métricas de desempenho nas empresas são importantes ferramentas de gestão. É através dessas ferramentas que os gestores podem analisar os caminhos adotados e decidir por expandir nas estratégias utilizadas ou definir alternativas para agir sobre as que não surtiram efeitos satisfatórios. Nos últimos anos, com o intuito de maximizar o seu valor, muitas empresas têm adotado o critério *Environmental, Social and Governance (ESG)* para fazer essa análise (SILVA, 2020).

O termo ESG surgiu pela primeira vez em 2004, no relatório denominado *Who Cares Wins* (Ganha quem se importa), onde, o então secretário-geral da ONU Kofi Annan, instigou presidentes de grandes instituições financeiras a pensar como integrar fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais. O seu principal objetivo era engajar empresas e organizações na adoção de princípios nas áreas de direitos humanos, trabalho, meio ambiente e anticorrupção, o que ocasionou uma crescente busca pelo entendimento e aplicabilidade desse termo (CRUZ, 2022; BERTÃO, 2022).

No Brasil, de acordo com levantamento do Google *Trends* feito a pedido do Valor, o interesse de busca pelo termo praticamente triplicou no intervalo entre fevereiro de 2021 a fevereiro de 2022. As buscas cresceram em média 150% quando comparadas aos 12 meses anteriores a esse intervalo, o que fez do Brasil o país latino-americano que mais pesquisou pela sigla ESG e um dos 25 países no mundo que mais buscou pela temática nesse período (BERTÃO, 2022).

A Sigla provém da expressão inglesa *Environmental, Social, and Governance* (Ambiental, Social e Governança) e passou a ser uma forma de se referir ao que empresas estão fazendo para serem socialmente responsáveis, ambientalmente sustentáveis e administradas de forma correta. Ou seja, ela resume a proposta de que um negócio deve ser avaliado não só pelos critérios usuais do mercado, como rentabilidade, segurança, competitividade, resiliência, mas também pelos seus atributos ambientais, sociais e de governança corporativa (CRUZ, 2022; BERTÃO, 2022).

O pilar *Governance* associa-se às políticas, processos, estratégias e orientações de administração das empresas e entidades. Esse termo “governança corporativa” substituiu o termo econômico, pois, amplia a visão e engloba não somente o resultado comercial, mas também abrange temas como a conduta corporativa, práticas anticorrupção, auditorias, respeito aos direitos dos consumidores, fornecedores e investidores, transparência de dados, dentre outros (BERTÃO, 2022; COSTA; FERREZIN, 2021).

O pilar Social relaciona-se à responsabilidade e ao impacto das empresas e entidades em prol da sociedade, que envolve todo o público interessado e afetado, inclusive os pró-

prios funcionários. As questões pautadas nesse pilar, abrangem temas como respeito aos direitos humanos e às leis trabalhistas, segurança no trabalho, salário justo, diversidade de gênero, raça, etnia, satisfação dos clientes, investimento social relacionamento com a comunidade local, dentre outros (BERTÃO, 2022).

O pilar *Environmental*, foco dessa pesquisa, refere-se às práticas ambientais indispensáveis da empresa, que envolvem tanto os processos internos à organização, como também a sua contribuição com as pautas mundiais de aquecimento global, emissão de gases poluentes, gestão de resíduos, eficiência energética, dentre outras. Dos três pilares, esse é o que é discutido e está na agenda há mais tempo, impulsionando importantes discussões a respeito do tema e gerando com frequência correções e atualizações sobre as questões relacionadas à proteção do meio ambiente e à sustentabilidade (BERTÃO, 2022).

É importante ressaltar que quando uma empresa decide implementar ou adaptar atividades em seus processos, deve ter em mente que seus colaboradores podem se tornar seus maiores aliados ou seu maior desafio, pois, é necessário a mudança do comportamento das pessoas para alcançar o êxito. A temática também apresenta uma relação direta com o meio produtivo, pois, nenhum produto consumido é independente dos recursos naturais, até mesmo itens fortemente industriais dependem de empresas como as de mineração e petroquímica, a água é necessária em vários estágios da produção e no fim de sua vida útil ele virará um resíduo (BERTÃO, 2022; DUTRA, 2021).

O foco das questões ambientais tende a estar em constante mudança ao longo do tempo, conforme algumas delas vão sendo consideradas resolvidas e outras se tornam mais evidentes, reafirmando a importância de haver uma constante discussão e atualização de objetivos e obrigatoriedades a serem cumpridas. Paralelamente a isso, o uso contínuo de determinados meios produtivos e o desenvolvimento das sociedades criam novas pressões e geram alternativas que depende muito da realidade de cada setor (DUTRA, 2021).

Perante o exposto, em janeiro de 2020, no Fórum Econômico Mundial, em Davos na Suíça, empresários concluíram que as empresas devem olhar mais para os interesses das pessoas, que são afetadas e que afetam seus negócios, e não apenas para os interesses dos acionistas. A isso deram o nome de capitalismo dos *stakeholders*, onde, o foco não está mais na distribuição dos lucros, mas sim no que a empresa pode fazer para tornar o mundo melhor, sem deixar de ganhar dinheiro com seus produtos ou serviços (CRUZ, 2022).

Diante desse contexto, Garcia (2017) declara que esses indicadores ESG são uma das maneiras possíveis da organização medir e analisar seus impactos junto aos seus *stakeholders*. Isso deixa claro que o mundo vive o início de uma nova forma de fazer negócios, onde, será cada vez mais inevitável que as empresas mostrem sua responsabilidade e comprometimento com o mercado que atuam, com seus consumidores, fornecedores e colaboradores, com as comunidades vizinhas, governos, mídia, organizações da sociedade civil e seus investidores (BERTÃO, 2022).

É evidente que relacionar questões ambientais nas atividades empresariais não se trata mais de apenas cumprir um dever legal ou moral, ela direciona a atividade econômica para uma formatação de negócios mais coerente e aderente com as agendas, sendo indispensável sua adoção (ENGELMANN; NASCIMENTO, 2021). Porém, tão importante quanto a implementação desses pilares, é a sua divulgação, pois, a comunicação está intimamente ligada à formação da imagem da organização perante seus vários públicos de relacionamento (LOBATO; NEIVA, 2021).

Anteriormente, a divulgação de fatos sobre o meio ambiente acontecia na grande imprensa de forma pontual, o que dificultava a criação de uma visão global a respeito do tema. Mas, a partir do momento em que um problema ambiental é exposto abertamente

para diversos públicos, as pessoas se comunicam e compartilham seus pontos de vista, aumentando as oportunidades de comunicação e influência, em um movimento que pauta o pensamento coletivo. Isso pode influenciar o consumo ou até mesmo levar ao reposicionamento de produtos, pois, o consumidor a cada dia entende que, ao substituir um produto por um similar ecologicamente correto, contribui de alguma forma para diminuir os problemas socioambientais (DUTRA, 2021).

Lobato e Neiva (2021), afirmam que a crença no discurso e as conseqüentes relações de confiança, são tributárias de uma produção adequada de materiais que evidenciem a essência das organizações e seu trajeto na sociedade, defendendo a ideia de que os relatórios ambientais são uma das mais relevantes peças editoriais para o posicionamento e a efetivação social de discursos sobre o desenvolvimento sustentável nas organizações. Acerca desses relatórios ambientais, Barbieri (2007) afirma que:

Denominam-se relatórios ambientais as comunicações veiculadas por qualquer meio, impresso ou eletrônico, para divulgar os aspectos ambientais da organização, seus impactos e o que ela faz e pretende fazer em relação a eles [...]. A divulgação voluntária do desempenho ambiental de uma dada empresa depende de como seus dirigentes entendem a responsabilidade social da empresa (BARBIERI, 2007, p. 249-251).

Apesar de apresentarem diferentes periodicidades e prevalência do escopo anual, de modo geral, esses relatórios podem reunir dados econômico-financeiros e ESG das organizações, onde detalham seus investimentos e apresentam seu perfil corporativo, evidenciando sua missão, visão, seus valores e também sua estratégia. Na perspectiva da *Global Reporting Initiative* (GRI), suas principais contribuições são detalhar as estratégias das organizações com foco no futuro, aprimorar o diálogo entre acionistas e *stakeholders* e contribuir para uma mudança de mentalidade nos negócios (LOBATO; NEIVA, 2021).

Em suma, esses relatórios teriam como principal funcionalidade fixar através de discursos as práticas que já compõem a estratégia e o modelo de gestão adotados pelas organizações, bem como indicar os pontos de evolução necessária, suas metas para o futuro, os temas controversos e os desafios dos negócios, lançando compromissos sobre eles sempre que possível (LOBATO; NEIVA, 2021). Porém, unicamente essa comunicação não satisfaz, Nassar e Cogo (2011) afirmam que:

Para conhecer uma empresa, avaliá-la com coerência e responsabilidade, crer no seu discurso e estabelecer uma relação de confiança, é preciso olhar sua trajetória no tempo, na perspectiva histórica, que contém todas as responsabilidades – cumpridas ou não. Não é uma comunicação pontual e instrumental, com objetivos de curto prazo desconectados de uma visão global, mas sim uma postura holística que parte do princípio de que é preciso conhecer a empresa por inteiro, seus interesses e suas necessidades e perceber as identidades em trânsito (NASSAR; COGO, 2011, p. 55).

Para a elaboração desses relatórios, primeiramente é importante conhecer quem são os diferentes atores sociais com interesse no desempenho ambiental da empresa, para depois decidir o que divulgar e qual a melhor maneira de fazer isso para cada um dos usuários identificados, pois, é necessário dar informações que atendam às exigências ou interesses desses usuários específicos, até mesmo para que a comunicação seja completa e haja feedbacks (BARBIERI, 2007).

De maneira geral, enquanto a comunicação mercadológica se baseia mais em marke-

ting e persuasão, contribuindo para a formação de uma imagem que dialogue com seu público, obtenha seu apoio e simpatia. A comunicação institucional é aqui a mais valiosa em termos discursivos para alcançar a imagem de empresa responsável, pois, para que haja eficiência nesse processo, é essencial que acionistas e colaboradores estejam comprometidos com os discursos emitidos externamente pela companhia, uma vez que, um bom trabalho interno é a base da estratégia discursiva da comunicação externa (SILVA, 2020).

Apesar de haver alguns condicionantes comuns sobre as empresas, as suas respostas estratégicas não são uniformes. As estratégias ambientais diferem de uma empresa para outra, pois, as próprias contingências relacionadas às questões ambientais que atuam sobre elas não são totalmente iguais e estas ainda podem fazer escolhas diferentes sobre como pretendem responder às pressões de seu ambiente de negócios. Além disso, existem outros fatores como: alguns setores são mais regulamentados do que outros, alguns mercados são mais competitivos, alguns consumidores são mais exigentes do que outros, algumas cadeias de produtos são mais organizadas, e assim por diante (SOUZA, 2013).

Portanto, é de se supor que não só empresas de campos diferentes difiram quanto à forma de responder a um mesmo conjunto de contingências ambientais, como também as de um mesmo campo organizacional tendam a apresentar contingências diferentes e exigir respostas também diferentes, o que implica em uma certa diversidade de tipos de estratégias ambientais adotadas na busca por impactar sua visibilidade positivamente através de comunicações (SOUZA, 2013).

5. IMPLEMENTAÇÃO E PRINCIPAIS DECORRÊNCIAS

Existe o mito de que realizar investimentos ambientais é muito caro. Porém, é hora de fazer uma outra afirmação: o custo de não investir no desenvolvimento ambiental é muito maior, quando considerado um horizonte de 5 ou 10 anos. Esse é um exercício difícil, uma vez que, ao tratar do longo prazo, o nível de incerteza é maior. Mas, a humanidade encontra-se em um momento em que o custo de não desenvolver ações socioambientais sólidas, dentro de um plano estratégico, começa a superar os investimentos necessários para fazer com que as iniciativas aconteçam (DUTRA, 2021).

Com a evolução do entendimento do que significa atuar em defesa do desenvolvimento sustentável, inclusive por meio de compromissos intersetoriais e transnacionais, como as agendas da Organização das Nações Unidas (ONU), a noção de sustentabilidade mergulha no cotidiano das organizações e passa a ser indutora de novas premissas de trabalho, de práticas de maior transparência, equilíbrio e ganho mútuo entre elas e seus *stakeholders* (LOBATO; NEIVA, 2021).

Em um momento de transição para uma economia mais sustentável, as empresas precisam equilibrar suas ações para capturar valor tanto no curto prazo quanto em um horizonte de tempo mais amplo. Abandonar completamente os posicionamentos, processos produtivos e produtos atuais para adotar o que funcionará daqui a alguns anos gera uma ruptura com potencial destrutivo para o negócio. Os mecanismos de transição são a chave para realizar a migração para uma economia mais sustentável sem perder valor econômico (DUTRA, 2021).

Longe de ser um modismo passageiro, a agenda ESG incorpora preocupações profundas e já se firmou no meio empresarial como um componente indispensável para qualquer estratégia corporativa e quem ignorar o tema poderá comprometer a viabilidade de seu negócio no futuro. Será cada vez mais necessário que as empresas mostrem sua res-

ponsabilidade e comprometimento com os seus *stakeholders*, do contrário, poderão perder receitas, serem alvo de boicotes de consumidores, se tornarem menos competitivas e até virarem obsoletas (DUTRA, 2021; BERTÃO, 2022).

As empresas que tratam com descaso seus problemas ambientais tendem a incorrer em custos mais elevados com multas, sanções legais, além da perda de competitividade de seus produtos, em um mercado cujos consumidores valorizam, cada vez mais, a qualidade de vida e, conseqüentemente, produtos e processos produtivos em harmonia com o meio ambiente (MOURA, 2011, p.86).

Zanatta (2017) afirma que associar a imagem de uma organização à consciência ambiental, demonstrando processos e métodos em seus relatórios em prol desse pilar, é um elemento chave para satisfazer a sociedade e obter credibilidade. Logo, ao alcançar o status de ser sustentável perante os consumidores e investidores a empresa cria uma imagem positiva que abre portas para novos negócios, melhora sua margem de lucro, ganha vantagem competitiva e conduz todos os níveis organizacionais rumo ao desenvolvimento sustentável (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019).

Fundamentado nisso, os empresários começaram a constatar que ter uma postura considerada ambientalmente correta em seus processos de gestão, refletia diretamente na produtividade, qualidade e conseqüentemente, ocasionava melhores resultados financeiros. Como forma de verificar e divulgar as empresas que apresentam essa postura, estabeleceu-se sistemas de avaliação de desempenho ambiental, com normas e critérios padronizados em todo o mundo, sendo os indicadores ESG uma das maneiras possíveis para medir os impactos e a criação de valor pelas empresas junto aos seus *stakeholders* (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019; GARCIA, 2017).

Além disso, o progresso direcionado para a sustentabilidade, aliado a uma atividade empresarial de qualidade, pode ainda colaborar na identificação de companhias que possuem um modelo de negócio mais competitivo para o futuro e com práticas que vão ao encontro de valores que a sociedade vem questionando. Conseqüentemente, alcançar o status de ser sustentável pode ser a diferença entre mera sobrevivência no mercado e sucesso (ZANATTA, 2017; SILVA, 2020).

As responsabilidades ambientais, sociais e corporativas também afetam o valor atribuído pelos acionistas às companhias e, deste modo, influenciam no desempenho de portfólios de investimento financeiro, viabilizando ou não investimentos produtivos de acordo com o risco ambiental e social que as atividades de determinadas empresas apresentam aos potenciais investidores (TRINDADE, 2019). Em outras palavras, um bom desempenho ESG além de proporcionar uma análise dos riscos antes de investir, pode aumentar a confiança do investidor.

Um dos principais benefícios dessas práticas é que as empresas com foco nessas preocupações, ao incorporarem aspectos ecoeficientes em seus processos produtivos, se preocupar com o desperdício e o descarte apropriado de resíduos, oferecer condições de desenvolvimento de uma cultura ambiental na organização, dentre outras ações ambientalmente corretas, participam e contribuem principalmente com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6, 7, 9, 12 e 13 da Agenda 2030 da ONU (DIAS, 2009; ONU, 2015).

De acordo com a ONU (2015) o ODS de número 6 é sobre água potável e saneamento, e visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos. As empresas podem participar e contribuir principalmente com seu tópico 6.3

que tem por objetivo até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

O ODS de número 7 trata da energia limpa e acessível, buscando garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos. As empresas podem participar e contribuir principalmente com seu tópico 7.2 aderindo mudanças em seu processo de produção e no tipo de energia utilizada, pois, esse tópico visa até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global (ONU, 2015).

É relatado na ONU (2015) que o ODS de número 9 é com foco na indústria, inovação e infraestrutura e visa construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. O seu tópico 9.4 tem por objetivo até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

A ONU (2015) expressa que o ODS de número 12 é sobre garantir o consumo e produção responsáveis, sendo o ODS que as organizações mais focam em suas ações e contribuem. Os seus tópicos 12.2, 12.4, 12.5, 12.6 e 12.7 expressam sucintamente sobre alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, alcançar o manejo ambientalmente saudável, reduzir significativamente emissões para o ar, água e solo, minimizando seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. E ainda integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios e realizar compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais.

Já o ODS de número 13 tem por objetivo adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos através do reforço à capacidade de adaptação a riscos e às catástrofes naturais, integração de medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais, melhorando a educação, aumentando a conscientização sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima (ONU, 2015).

Esse movimento no âmbito dos negócios, como é evidente, tem grande convergência com a agenda da sustentabilidade, especialmente no que diz respeito às expectativas sobre o papel das empresas e dos investidores na transição para uma sociedade economicamente próspera, socialmente justa e ambientalmente viável. Porém, apesar das convergências entre vários aspectos, Belinky alerta que o ESG não é um novo nome para sustentabilidade e não a substitui (BELINKY, 2021). Ele afirma ainda que:

Para que a enorme capacidade de mobilização de recursos da perspectiva ESG cumpra de fato sua promessa, é necessário alinhá-la com o conceito mais amplo de sustentabilidade [...]. Apesar de as perspectivas ESG e a Agenda 2030 terem uma coincidência de escopo — ambas tratam dos mesmos temas e são orientadas pela ideia de avançar rumo ao desenvolvimento sustentável —, existem significativas diferenças entre elas. E, mais importante, essas diferenças têm implicações para que se atinjam os objetivos necessários à garantia de segurança e bem-estar das presentes e futuras gerações. Consequentemente, não se pode simplesmente assumir que a adoção de uma perspectiva ESG nos levará automaticamente à sustentabilidade (BELINKY, 2021, p. 40).

Posto isso, para que o potencial pleno dessa perspectiva seja aproveitado, é indispensável que gestores e investidores percebam que é preciso ultrapassar esse entendimento básico, na qual, a perspectiva ESG esgota toda a contribuição do setor empresarial no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável e por si só gera a sensação de dever cumprido. É essencial adotar critérios que balizem as práticas ESG esperadas das empresas não só pela lógica dos negócios, mas também pela firme intenção de aproximar sua ambição à expressa na Agenda 2030 e nos ODS (BELINKY, 2021).

Por fim, além de optar por adotar práticas voltadas para o desenvolvimento sustentável em sua gestão, as próprias organizações podem conseguir influenciar e afetar o ciclo de produção e o desenvolvimento de produtos e serviços umas das outras ao exigirem que seus fornecedores e parceiros comerciais se adaptem a essas questões para fazer associações (CRUZ, 2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos discutidos neste trabalho salientam que tem havido uma evolução no posicionamento das empresas em relação à incorporação do pilar ambiental na gestão empresarial. Ao contextualizar a gestão ambiental e a sustentabilidade, percebeu-se que esses conceitos passaram a ser assimilados de forma integrada pelas lideranças empresariais, como peças fundamentais para alcançar êxito em seus processos. Diante do exposto, ficou evidente a seriedade e a indispensabilidade da aplicação de um modelo de gestão sustentável, que defende o equilíbrio entre manter o crescimento financeiro e ser ambientalmente e socialmente responsável.

A sigla ESG sustenta justamente esse equilíbrio, onde, as lideranças empresariais devem investir em ter um negócio socialmente responsável, ambientalmente sustentável e corretamente administrado. Ao conhecer as práticas que compreendem essa sigla, foi possível perceber que a temática não é nova, afinal, há décadas já se fala nas práticas incorporadas nesses três pilares. A novidade é a disseminação do que envolve as três palavras que compõem a sigla.

Sintetizando as pesquisas aqui expostas, percebeu-se também, que tão importante quanto a implementação desses pilares, é a sua divulgação. Ficou evidente que a comunicação é um dos principais instrumentos estratégicos que contribui com a formação de imagem e impacta na visibilidade sustentável das organizações, uma vez que, sua principal atribuição é fixar através de discursos as práticas que já compõem a estratégia e o modelo de gestão adotado, bem como indicar os pontos necessários de evolução e suas metas para o futuro.

Desse modo, conclui-se que associar a imagem de uma organização à consciência ambiental, demonstrando processos e métodos em seus relatórios em prol desse pilar, é um elemento chave para o alcance da visibilidade sustentável perante seus diversos *stakeholders*. Além de impactar na visibilidade, essas ações também abrem portas para novos negócios, melhoram a margem de lucro, geram vantagens competitivas, afetam o valor atribuído pelos acionistas e contribuem com os ODS da Agenda 2030 da ONU, conduzindo todos os níveis organizacionais rumo ao desenvolvimento sustentável.

Referências

- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 2ª ed. Revista e Atualizada. São Paulo: Saraiva, 2017.
- BELLEN, H. M. V. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. 2ª ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013. Disponível em: http://arquivos.eadadm.ufsc.br/EaDADM/UAB_2011_1/Modulo_6/Gestao_Ambiental_Sustentabilidade/material_didatico/gestao_ambiental_e_sustentabilidade%20ed%20Final%20Grafica.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.
- BELINKY, A. Seu ESG é Sustentável?. **Repositório FGV de Periódicos e Revistas**, 2021, v. 20 n. 4 (2021): Perspectivas Brasil-Israel. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/85080>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- BERTÃO, N. Entenda o Que é ESG e Por Que a Sigla é Importante Para as Empresas. **Valor Econômico e O Globo**, São Paulo, 21 fev. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/google/amp/empresas/esg/noticia/2022/02/21/entenda-o-que-e-esg-e-por-que-a-sigla-esta-em-alta-nas-empresas.ghtml>. Acesso em: 28 mar. 2022.
- BM&FBovespa. **Guia New Value – Corporate Sustainability: How to begin, who to involve, and what to prioritize**. 2nd edition, revised and updated. São Paulo: 2016. 39 p. Disponível em: https://www.b3.com.br/data/files/96/D0/37/3C/0F07751035EA4575790D8AA8/GuiaNovoValor_SustentabilidadeNasEmpresas_EN.PDF. Acesso em: 16 mar. 2022.
- COSTA, E.; FERREZIN, N. B. ESG (Environmental, Social and Corporate Governance) e a Comunicação: o tripé da sustentabilidade aplicado às organizações globalizadas. **Revista Alterjor**, São Paulo, ano 11, v. 2, ed. 24, p. 79-95, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/alterjor/article/view/187464>. Acesso em: 13 abr. 2022.
- CRUZ, J. A. G. **Introdução ao ESG: meio ambiente, social e governança corporativa**. 1ª ed. São Paulo: Scortecci, 2022.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2009.
- DUTRA, L. O Fator Ambiental. In: PINTO, J. C. et al. A Nova Face dos Negócios – O Impacto do ESG no Ambiente Empresarial, no Consumo e nas Finanças. **Revista Veja**, São Paulo, 19 abr. 2021. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/insights-list/a-nova-face-dos-negocios-o-impacto-do-esg-no-ambiente-empresarial-no-consumo-e-nas-financas/>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- ENGELMANN, W.; NASCIMENTO, H. C. P. O Desenvolvimento dos Direitos Humanos nas Empresas Por Meio do ESG Como Forma de Qualificar as Relações de Trabalho. **Revista da Escola Judicial do TRT4**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p. 113-135, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://rejtrt4.emnuvens.com.br/revistaejud4/article/view/157>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- GARCIA, A. S. **Associações Entre Desempenhos Financeiro e Socioambiental: um estudo das circunstâncias em que vale a pena ser verde**. 2017. 138 f. Tese (doutorado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo (EAESP) da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18261/Tese%20Alexandre%20Sanchez%20Garcia%20com%20ficha%20catalografica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- KRAEMER, E. P. et al. Gestão Ambiental e sua Contribuição para o Desenvolvimento Sustentável. In: X SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – SEGeT, 2013, Rio de Janeiro. **Gestão e Tecnologia para a Competitividade**. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/52118614.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- LOBATO J. A. M.; NEIVA, R. C. S. As Organizações Entre Discursos e Práticas de Sustentabilidade: Um Estudo Sobre a Comunicação ESG em Relatórios Corporativos. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E DE RELAÇÕES PÚBLICAS - ABRAPCORP, 2021, São Paulo. **Comunicação, Saúde Coletiva e Organizações**. Disponível em: <http://portal.abrapcorp2.org.br/wp-content/uploads/2021/07/sff-177.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- MIRANDA B.; MORETTO, I.; MORETO, R. **ODS 18 Gestão Ambiental nas Empresas**. Programa de Pós-Graduação em Administração e Programa de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/18-gestao-ambiental.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.
- MOURA, L. A. A de. **Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos**. 4ª ed. Revista e Atualizada. Belo Horizonte: Del Rey LTDA, 2011.

NASSAR, P.; COGO, R. S. Identidade é o Território Organizado e Assegurado Pela Memória e Pelas Narrativas. **Organicom**, [S. l.], v. 11, n. 20, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/organicom/article/view/139216>. Acesso em: 24 abr. 2022.

NIKODEN, L. E. *et al.* Gestão Sustentável: Estudo nas Empresas do Setor Madeireiro. In: SILVEIRA, J. H. P. (org.). **Gestão Ambiental**, 1ª Edição. Belo Horizonte: Poisson, 2017, p. 239-250. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/553986/1/Gestao%20Ambiental%20vol1.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

OLIVEIRA FILHO, J. E. Gestão Ambiental e Sustentabilidade: um novo paradigma eco-econômico para as organizações modernas. **Rev. Teor. Pol. Soc. Cidad.**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 103-125, jan./jun. 2004. Disponível em: <https://fbb.br/wp-content/uploads/2021/12/Gestao-ambiental-e-sustentabilidade-Um-novo-paradigma-eco-economico-para-as-organizacoes-modernas.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 Para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil - UNIC Rio, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVA, A. P. R. **A Correlação Entre Métricas de Desempenho nas Empresas Brasileiras Ranqueadas na Refinitiv ESG Score**. 2020. 47 f. Dissertação (mestrado profissional MPGC) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), São Paulo, 2020. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29953/TA%20-%20ANA%20PAULA%20ROSA%20SILVA%20%284%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SOUZA, R. S. de. Evolução e Condicionantes da Gestão Ambiental nas Empresas. **Revista Eletrônica de Administração**, [S. l.], v. 8, n. 6, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/read/article/view/42728>. Acesso em: 25 abr. 2022.

TRINDADE, A. C. S. G. **Sustentabilidade e Gestão: Uma análise do impacto da sustentabilidade na gestão de empresas**. 2019. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11795/1/ACSGTrindade.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZANATTA, P. Gestão ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental - RG&AS**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 296-312, out./dez. 2017. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5567/3338. Acesso em: 11 abr. 2022.

2

A LOGISTICA REVERSA E SUA IMPORTÂNCIA NA COMPETIVIDADE DAS EMPRESAS

*REVERSE LOGISTICS AND ITS IMPORTANCE IN THE
COMPETITIVENESS OF COMPANIES*

Thamires Galvão da Silva

Resumo

A logística reversa é definida, como um processo de organização e controle de fluxo dos resíduos relacionados ao pós-consumo e pós-venda. A vida de um produto, não termina após sua entrega ao cliente, eles se tornam obsoletos e tem o dever de retornarem ao seu ponto de origem. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho dissertar sobre a importância da logística reversa nos processos industriais de empresas através de uma profunda revisão bibliográfica e atualizada. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo, a busca foi realizada através dos buscadores eletrônicos, revistas científicas, monografias e teses envolvendo a temática discutida sobre engenharia ambiental. Além disso, observou-se a grande questão é como as empresas podem obter ganhos de imagem mesmo que a implementação de processos logísticos seja lenta e, mesmo assim, a diferenciação de valor agregado ao produto final é cada vez mais uma prioridade. Clientes e consumidores exigem cada vez mais produtos de maior qualidade a preços acessíveis e estão atentos a questões cada vez mais atuais que afetam diretamente a vida das pessoas, como segurança, meio ambiente e saúde.

Palavras-chave: Ciclo de vida do produto, competitividade, fluxo reverso, redução de custos.

Abstract

Reverse logistics is defined as a process for organizing and controlling the flow of waste related to post-consumption and post-sales. The life of a product does not end after its delivery to the customer, they become obsolete and have a duty to return to their point of origin. In this context, the objective of this work is to discuss the importance of reverse logistics in the industrial processes of companies through a thorough and updated bibliographic review. The methodology applied is a bibliographic review, using a qualitative and descriptive method, the search was carried out through electronic search engines, scientific journals, monographs and theses involving the theme discussed on environmental engineering. In addition, the big question was how companies can gain image even if the implementation of logistical processes is slow and, even so, the differentiation of added value to the final product is increasingly a priority. Customers and consumers increasingly demand higher quality products at affordable prices and are aware of increasingly current issues that directly affect people's lives, such as safety, environment and health.

Keywords: Product life cycle, competitiveness, reverse flow, cost reduction

1. INTRODUÇÃO

A Logística Reversa é definida, como um processo de organização e controle de fluxo dos resíduos relacionados ao pós-consumo e pós-venda. A vida de um produto, não termina após sua entrega ao cliente, eles se tornam obsoletos e tem o dever de retornarem ao seu ponto de origem. Trata-se basicamente, do retorno de produtos, embalagens e/ou materiais do usuário até o fabricante que poderá tratá-los e reutilizá-los ou dar a destinação correta àquele material (DAHER et al., 2004).

O tema escolhido tem como foco, o estudo da gestão dos resíduos gerados pelas atividades residenciais e pode ser identificado como ameaça a fauna e flora quando não são tratados corretamente. De acordo com o seguimento da empresa, o fato é que todas produzem muito resíduo diariamente, e o acúmulo de resíduos é um grave problema que acarreta impactos ao meio ambiente.

Diante desse contexto, justifica-se que a Logística Reversa é uma atividade muito importante para as organizações e a sociedade envolvida, pois é um meio de fechar o ciclo de vida útil das embalagens, fazendo com que voltem para cadeia de produção, agregando valor, reduzindo custo e, além do mais, cooperando na preservação ambiental

Nota-se que o grande crescimento populacional nas cidades, o crescimento econômico e industrial, o consumo desenfreado da população, que tem como consequência uma alta geração de resíduos. Um dos principais desafios ambientais é, a grande quantidade de resíduos gerados, a maioria sem tratamento adequado o que já é um problema recorrente. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é: como a ferramenta logística reversa pode contribuir na gestão de resíduos das empresas de maneira eficaz?

No objetivo geral do presente estudo dissertar sobre a importância da logística reversa nos processos industriais de empresas através de uma profunda revisão bibliográfica e atualizada. Além dos objetivos específicos que são relatar os conceitos e a importância da logística reversa nas empresas, no Brasil e no mundo; estudar a cadeia produtiva, a logística reversa de pós-venda e pós-consumo, desde o ponto de consumo, até a destinação final ambientalmente correta e compreender os benefícios da logística reversa ao meio ambiente, e os fatores para sua aplicação.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Ambiental, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 11 anos, na língua portuguesa.

2. LOGISTICA RESERVA

Rogers e Tibben-Lembke (2010) definem a logística reversa como o planejamento, inserção e controle da movimentação de matérias-primas e produtos em processo, bem como produtos acabados e informações dos consumidores finais aos fornecedores para repor valor ou destinação ambiental adequada.

Leite (2013) estende a definição de logística reversa e sustentabilidade para o setor logístico, por meio do canal de distribuição reversa, desde o retorno de mercadorias pós-venda e pós-consumo até o ciclo produtivo, planejamento, operações e processos de controle. Informações logísticas correspondentes, agregando-lhes valor de diferentes propriedades econômicas, ecológicas, legais e logísticas.

Adlmaier e Sellitto (2017) deram continuidade ao conceito de Leite (2013), referindo-se à Logística Reserva (LR) como o campo da logística comercial, visando agregar valor econômico, gerenciando todos os aspectos logísticos do ciclo de retorno da produção por meio dos canais de distribuição de forma integrada, pós-consumo e reversão ambiental na medida em que é reintegrado na forma de insumos ou matérias-primas em algum momento do ciclo produtivo de origem ou em outro ciclo produtivo.

Segundo Andrade, Ferreira e Santos (2019), o setor de logística é o principal fator motivador. As empresas implementam a LR em razão de: legislação, razões competitivas, melhoria da imagem corporativa, reavaliação econômica, renovação de estoques, benefícios econômicos, responsabilidade socioambiental, recuperação de ativos e/ou valor e prestação de serviços diversos.

Dessa forma, resumem-se as atividades da logística reversa em cinco funções básicas:

- a) planejamento, implementação e controle dos fluxos de materiais e informações desde o ponto de consumo até a fonte;
- b) a movimentação dos produtos ao longo da cadeia produtiva, dos consumidores aos produtores;
- c) buscar um melhor aproveitamento dos recursos, reduzindo o consumo de energia, ou reduzindo a quantidade de material utilizado, ou reutilizando, reutilizando ou reciclando resíduos;
- d) recuperação de valor e
- e) segurança no destino após o uso. Os benefícios potenciais da logística reversa podem ser agrupados em três níveis distintos:
- f) exigências ambientais que levam as empresas a focar na destinação final dos produtos e embalagens (HU; SHEU; HAUNG, 2012);
- g) eficiência econômica, porque permite a geração de ganhos financeiros pela economia no uso de recursos (MINAHAN, 2018);
- h) ganho de imagem que a empresa pode ter perante seus acionistas, além de elevar o prestígio da marca e sua imagem no mercado de atuação (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 2018).

De fato, o principal objetivo da logística reversa é diminuir a poluição ambiental e o desperdício de insumos, além de reutilizar e reciclar produtos. Por exemplo, organizações como supermercados, industriais e lojas descartam grandes quantidades de materiais recicláveis como papel, papelão, paletes de madeira, plásticos e outros resíduos industriais com grande potencial de reutilização ou reciclagem.

De acordo com Rogers e Tibben-Lembke (2018), a reutilização de materiais e a economia das embalagens recicláveis têm inspirado um número crescente de iniciativas e esforços para implementar a logística reversa para reciclar produtos com eficiência. Na logística reversa é bastante normal uma empresa ter que recolher o produto ou equipamento como um todo, inclusive os componentes que não podem atendê-los, por exemplo: mesmo que possa usar a parte da caixa da bateria, tem que recolher a parte inteira, inclu-

sive a parte química, que é reciclagem, mas nem sempre beneficia, ou as empresas metalúrgicas apenas coletam peças metálicas de veículos descartados, pneus descartados, estofados, lubrificantes, plásticos etc.

A logística reversa pode ser entendida como um processo complementar à logística tradicional, pois tem o papel de levar produtos dos fornecedores aos clientes intermediários ou finais, a logística reversa deve completar o ciclo para trazer os produtos já utilizados de diversos pontos de consumo de volta à origem (LACERDA, 2012).

De acordo com a Sociedade de Toxicologia Ambiental e Química o procedimento de logística reversa, o produto passa pela etapa de reciclagem e retorno da cadeia até ser eliminado, abrangendo o ciclo de vida do produto desde a seleção dos materiais utilizados no produto e sua embalagem até a correção ecológica (SETAC, 2013).

Em Reiter (2013), a logística reversa é uma área da logística comercial que busca equacionar os aspectos logísticos das devoluções com a produção ou ciclo de negócios por meio de múltiplos canais de distribuição reversa pós-venda e pós-venda. consumo, agregando valor econômico, ecológico e legal, como mostra a Figura 1.

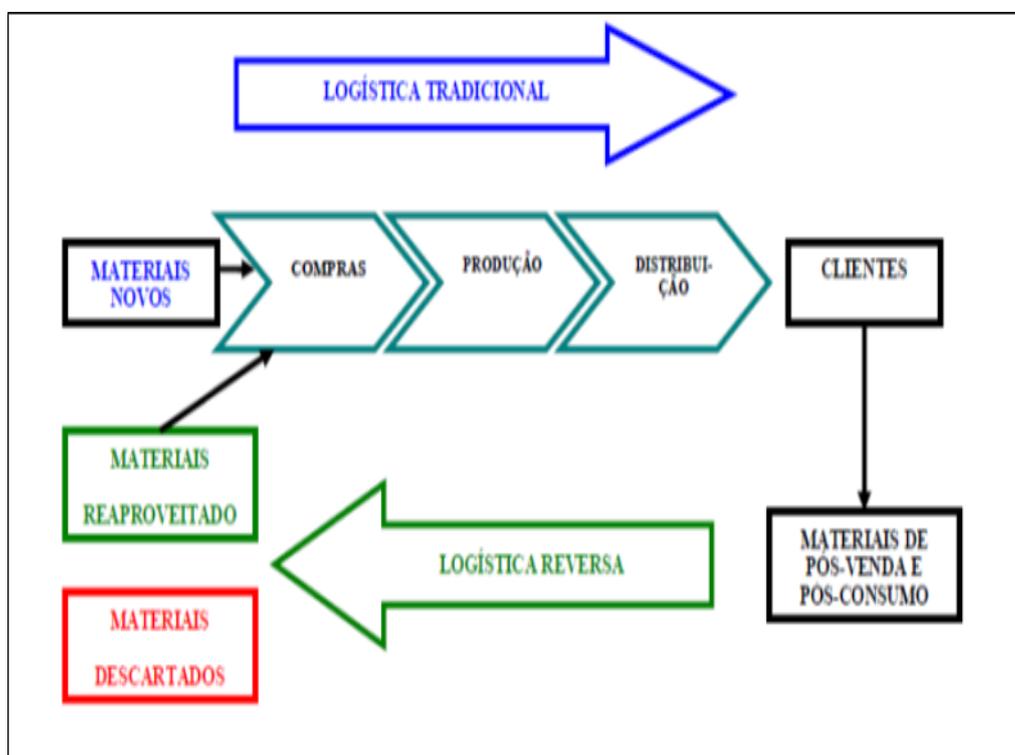


Figura 1- Processo Logístico Reverso

Fonte: Atkinson et al (2011)

A logística reversa de pós-venda é o fluxo físico e correspondente equivalência de informações e ramos de operações da logística que devolvem mercadorias não utilizadas ou raramente usadas aos elos diretos da cadeia de distribuição por diversos motivos com por exemplo os equipamentos eletrônicos defeituosos (ZIMERMANN, GRAEML, 2013).

Ao mesmo tempo, o pós-consumo é o campo da logística, que equaciona e operacionaliza o fluxo físico de mercadorias que chegaram ao fim de sua vida útil ou foram parcialmente utilizadas e têm a possibilidade de serem reutilizadas com as informações correspondentes (CHAVES; MARTINS, 2015).

A logística reversa envolve o fluxo de materiais de volta à empresa por um motivo, como devolução de produtos defeituosos, devolução de embalagens, devolução de pro-

dutos e/ou materiais que atendem aos requisitos regulamentares. A atividade principal é recolher o produto a ser reciclado e, após o reprocessamento, distribuí-lo e devolvê-lo ao mercado, ou, se não houver mais possibilidade de reaproveitamento, depositá-lo na forma de lixo em algum depósito.

Conforme afirma o artigo 225 da Constituição Federal, “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado”, que são “coisas boas que as pessoas usam em conjunto e são essenciais para uma qualidade de vida saudável” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, é direito e dever de todos proteger, defender e preservar o meio ambiente para as gerações futuras. Nesse sentido, foi promulgada a Lei nº 12.305/10, comumente conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece os objetivos, princípios e mecanismos para a disposição de resíduos sólidos e estabelece os princípios para a gestão desses resíduos sólidos. resíduos. algumas orientações.

A Lei n.12.305/2010 determina como os rejeitos devem ser manuseados sem prejudicar o meio ambiente. Também afirma que todos os resíduos devem ser eliminados antes de serem finalizados; qualquer um que infringir esta lei enfrentará penalidades passivas, incluindo prisão. Esta lei visa incentivar o tratamento e a reutilização de resíduos em vez de simplesmente descartá-los. Além disso, interpreta a responsabilidade como uma responsabilidade conjunta entre governos e sociedade, bem como empresas (BRASIL, 2010).

A constante mudança tecnológica e o aumento de materiais descartados diariamente levam a uma menor vida útil do produto. Isso leva a que mais materiais sejam descartados todos os dias, o que, por sua vez, causa mais poluição ambiental. Isso se deve à má gestão de resíduos sólidos que causa poluição do solo, do ar e das águas subterrâneas. Além disso, isso pode causar poluição visual também.

Empresas mal administradas podem sofrer penalidades, como multas ou a suspensão de suas atividades. Estes incluem métodos de gestão de resíduos prejudiciais à saúde que podem poluir ainda mais o meio ambiente e ter um impacto significativo nos ecossistemas e grandes grupos de pessoas. Para mitigar isso, foi promulgada a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa lei enfatiza as responsabilidades das empresas em gerenciar adequadamente seus resíduos.

Como os fabricantes devem levar em conta o impacto ambiental de seus produtos, leis rígidas foram implementadas. Isso significa que os fabricantes não são apenas responsáveis pelo resultado final de sua produção; eles também são responsáveis por cada etapa intermediária. Isso leva à prevalência da logística reversa nas operações de muitas empresas. Coisas como recalls, datas de validade de produtos, devoluções, trocas e produtos perigosos exigem atenção de logística reversa.

Lacerda (2012) destaca três causas básicas:

- a) Preocupações ambientais: No Brasil e na Alemanha — assim como em muitos outros países — as leis ambientais normalmente exigem que os produtos considerem todo o ciclo de vida de seu produto. Isso significa que as empresas são obrigadas a assumir a responsabilidade legal pelo destino dos produtos e pelo impacto que eles têm no meio ambiente depois que os clientes os compram.
- b) Diferenciação do serviço: Os clientes valorizam os fornecedores com políticas de devolução flexíveis. Isso porque a devolução de produtos está relacionada à intensificação das leis de defesa do consumidor. Essas leis garantem o direito de trocar ou devolver mercadorias compradas, o que significa que os fornecedores precisam montar estruturas para receber, classificar e devolver produtos.

- c) Redução de custos: O aumento da reciclagem e reutilização de materiais estimulou novas iniciativas de fluxo reverso. Essas iniciativas trouxeram benefícios significativos para a empresa.

De acordo com Mueller (2015), os resíduos que sobraram do processo de fabricação devem ser adequadamente manuseados, movimentados e armazenados. Isso inclui a transferência de resíduos restantes para as seções apropriadas da fábrica ou a remoção total do processo de fabricação. Embora os resíduos não possam ser reaproveitados para novos produtos, a logística reversa permite que essas sobras sejam utilizadas de outras formas dentro da fábrica.

Os canais de logística reversa são necessários para o manuseio de produtos de alto risco com produtos químicos tóxicos e/ou radioativos. Isso inclui devolver ao meio ambiente embalagens cheias de pesticidas; o perigo representado por esses produtos é iminente. Outro motivo comum para utilizar os canais de logística reversa é quando os alimentos são devolvidos aos supermercados.

De acordo com Chaves e Martins (2015) as marcas perdem credibilidade quando seus produtos são contaminados. É por isso que é do interesse dos fabricantes e varejistas compartilhar o custo das devoluções por meio de um sistema reverso. Isso permite que eles protejam suas margens de lucro e imagem com o mínimo de despesas adicionais.

Dias (2011) explica que o ciclo de vida de um produto exige três considerações. em primeiro lugar, deve-se considerar a logística do reverso de um produto. Em segundo lugar, o conceito de ciclo de vida requer a compreensão da evolução do produto. Terceiro, o conceito requer a compreensão do fim da vida útil de um produto.

- a) Do ponto de vista logístico: depois que um produto é entregue ao cliente, seu ciclo de vida não termina. Em vez disso, os produtos quebrados, obsoletos, inutilizáveis ou saturados de funcionalidade devem ser devolvidos ao seu local de origem para descarte, reparo ou reutilização adequados (DIAS, 2011).
- b) Do ponto de vista financeiro: o gerenciamento do fluxo reverso custa dinheiro adicional além do custo inicial do produto (DIAS, 2011).
- c) Do ponto de vista ambiental: o gerenciamento do fluxo reverso custa dinheiro adicional além do custo inicial do produto (DIAS, 2011).

Um sinal do crescimento tecnológico que a humanidade experimentou é o aumento de produtos de uso único. Leite afirmou que isso se deve à rapidez com que os novos produtos são lançados. Ele acrescentou que esse é um dos sinais da competitividade das empresas modernas. Além disso, o crescimento do segmento de embalagens com grandes itens descartáveis alterou significativamente o marketing e a logística.

De acordo com Atkinson et al. (2011), as organizações devem considerar o custo de devolução de produtos para reciclagem ou descarte adequado. Isso é considerado parte da logística reversa; esses custos devem ser contabilizados usando um sistema contábil amplo, como o custeio total. Isso se aplica a produtos ao longo de seu ciclo de vida dessa pesquisa e desenvolvimento até suporte ao cliente no fim da vida útil.

Ao adicionar visibilidade aos custos ao longo do ciclo de vida de um produto, o custo total do ciclo de vida pode fornecer motivação para novas ideias. Os métodos tradicionais de análise de custos, como custeio-alvo e ABC, ainda são eficazes. Conforme visto na Figura 2, esses métodos podem ser usados juntamente com o custo total do ciclo de vida.

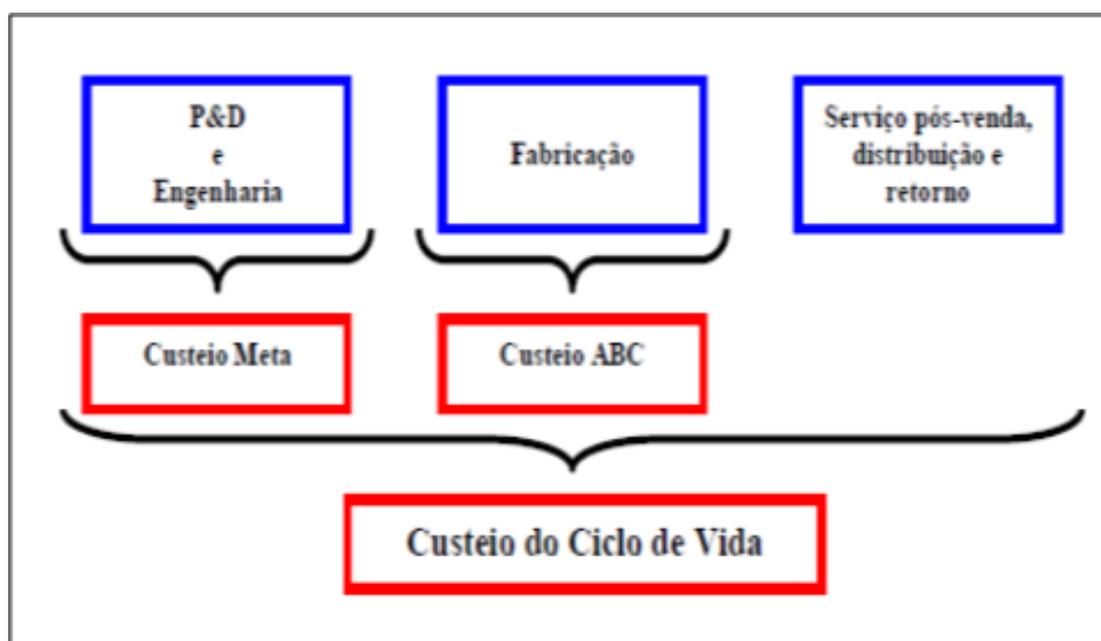


Figura 2 - Abordagem do ciclo de vida

Fonte: Atkinson et al (2011)

A logística reversa é uma técnica de negócios recentemente descoberta. Por conta disso, as empresas têm dificuldade em entender seu propósito e implementar sistemas para isso. O maior problema é a falta de sistemas prontos e a necessidade de desenvolver sistemas customizados. Isso ocorre porque a logística reversa requer um tipo específico de sistema de informações gerenciais. Recentemente, as empresas aproveitaram as estruturas logísticas existentes.

Lacerda (2012) afirma que a aplicação de processos de logística reversa proporciona melhor redução de custos. Isso ocorre porque os materiais podem ser reutilizados e as embalagens retornáveis podem ser usadas para custos reduzidos. O autor cita ainda que a extensão do *Supply Chain Management* (SCM), trata do fluxo de materiais e informações ao longo de uma cadeia de suprimentos. Isso inclui o gerenciamento desde os produtores de componentes até as montadoras finais, distribuidores e consumidores finais.

Porter (2011) afirma que cadeias inteiras ganham vantagem competitiva ao conhecer cada empresa em sua cadeia. Isso porque o entendimento da cadeia ajuda a reduzir os custos logísticos.

Quinn (2010) explica que mais atenção deve ser dada pelos gestores ao fato de que os processos dentro da cadeia de suprimentos são representados como custos. As escolas carecem de sistemas informatizados conectados aos sistemas de logística comercial existentes. Além disso, é difícil medir o retorno de produtos e materiais nesses sistemas, o que torna a implementação desses sistemas ainda mais desafiadora. Empresas mais rápidas teriam vantagem sobre seus concorrentes na redução de custos e no melhor atendimento ao cliente, uma vez que esses sistemas são cruciais para a redução de custos.

De acordo com Mukhopadhyay e Setaputra (2016) a logística reversa custa às empresas americanas mais de US\$ 35 bilhões por ano que os retornos eram um fato inevitável pois as empresas são aconselhadas a lidar com isso da maneira mais eficiente possível.

3. CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO REVERSOS

No ano de 80. Embora tenha começado originalmente por uma necessidade de uma indústria que tentava devolver produtos defeituosos às fábricas. O termo cresceu durante o nascimento da consciência ambiental global, quando as empresas começaram a perceber as vantagens econômicas da utilização de tais métodos, intensificados depois devido às pressões impostas pela escassez e alto custo de determinadas matérias-primas.

Para Leite (2003), as atividades da Logística Reversa podem ser subdivididas em três cadeias independentes, sendo elas: Pós-Vendas e de Pós-Consumo, conforme Figura 3.

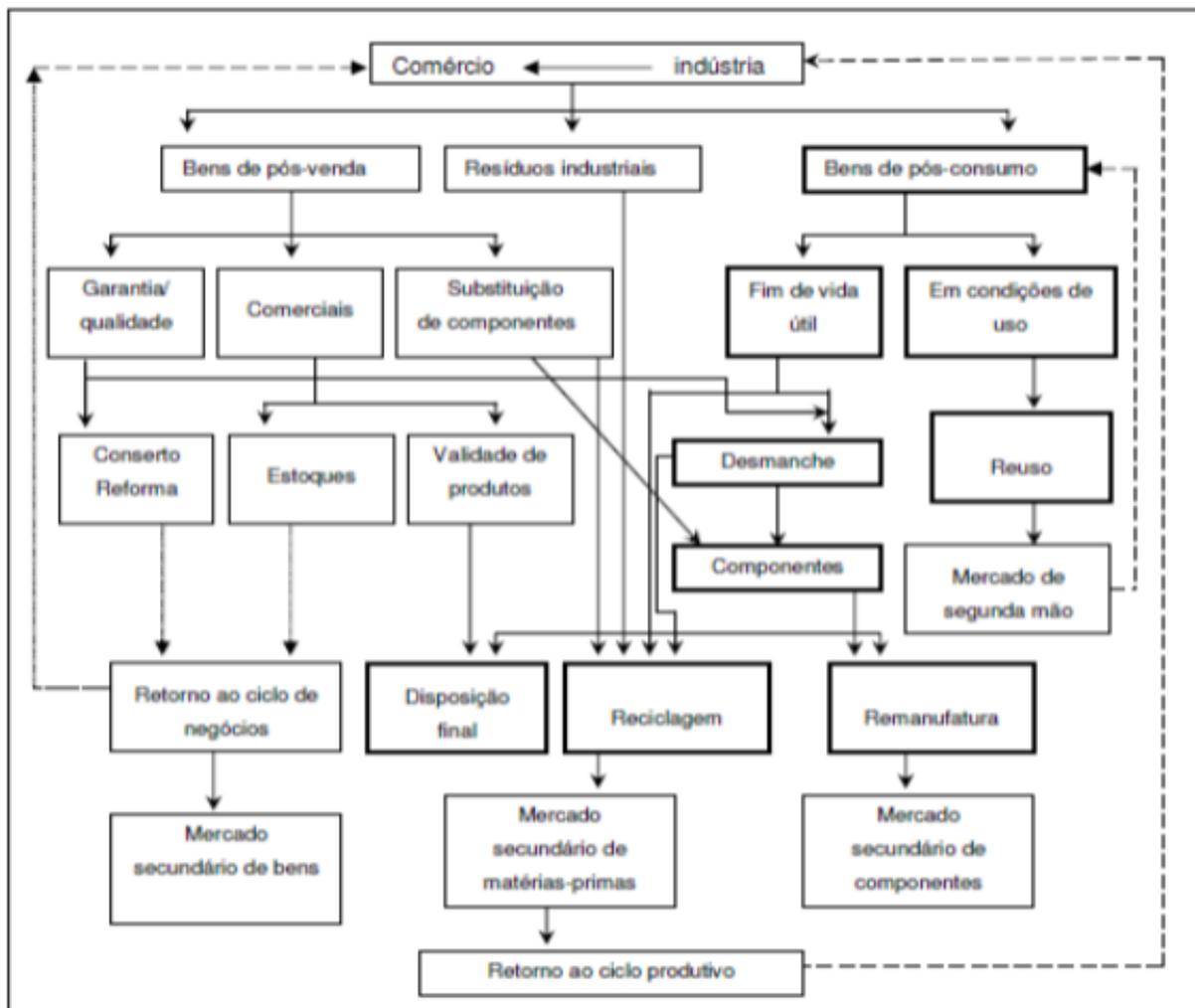


Figura 3 – Foco de atuação da Logística Reversa

Fonte: Leite (2003)

Resíduos industriais são os resíduos de processos industriais. Reutilizar (para outras funções) e/ou reciclar (vendido para empresas profissionais) no ciclo secundário é a ação mais viável nessa cadeia reversa. Por meio dessas cadeias, diversos benefícios podem ser destacados para a organização, como: competitividade, retorno financeiro e imagem corporativa.

Segundo Figueredo (2002), as ações de pós-venda constituem-se em um elemento de fidelização, podem até mesmo vir a se transformar em oportunidades de alavancar novos negócios, através da prestação de outros serviços não restritos à assistência técnica, propiciando o surgimento de uma nova unidade de negócios na organização.

Segundo Leite (2003), a logística reversa pós-consumo é a maneira pela qual bens du-

ráveis, semiduráveis, descartáveis e resíduos industriais são reaproveitados ou fornecidos por seus proprietários ou consumidores após cessar seu uso original. Assim começa o ciclo de canais reversos de distribuição, a reintegração dos materiais/produtos coletados ao ciclo produtivo como bens de segunda mão, o reaproveitamento e reciclagem de peças ou elementos, produzindo novas atividades comerciais e industriais.

O ciclo reverso é essencial porque produtos que demonstram condições reutilizáveis são frequentemente descartados, desperdiçando o mesmo valor agregado. Há uma forte tendência de crescimento na logística reversa pós-consumo devido ao aumento excessivo de lançamentos de novos produtos.

Para Leite (2003), são muitas as razões pelas quais as empresas adotam e praticam a logística reversa pós-consumo, incluindo econômicas, ecológicas, jurídicas, técnicas etc., cuja intensidade e significado variam de empresa para empresa.

Leite (2003) destaca que a aplicação da logística reversa pós-consumo traz vantagens econômicas pelo uso de matérias-primas secundárias ou recicladas que são reintegradas ao ciclo produtivo, muitas vezes a preços mais baixos em relação às matérias-primas virgens. Assim, também pode reduzir o consumo de insumos energéticos, como economia de energia, energia térmica etc., ao mesmo tempo em que foca em fatores de sustentabilidade, ou seja, menores custos de produção e menor uso de recursos naturais.

A logística reversa do pós-venda consiste em delinear, atuar e controlar o processo de devolução dos produtos pós-venda de acordo com as seguintes categorias de motivos: garantia/qualidade, trocas comerciais e de componentes (LEITE, 2003).

Os produtos de logística pós-venda são menos complexos e bastante diferentes dos produtos pós-consumo. Os produtos pós-venda têm um ciclo de vida curto ou não são utilizados, sendo devolvidos à cadeia por diversos motivos. Os produtos pós-consumo são utilizados até o final de sua vida útil, retornando ao processo após serem rejeitados (SOUZA et al., 2006).

Segundo Leite (2009), esses materiais são convertidos nos chamados produtos pós-consumo que podem ser encaminhados para destinos finais tradicionais, como incineração ou aterros sanitários, onde podem ser reciclados ou até mesmo eventualmente desmontados.

Segundo Novaes (2004), os produtos descartados, no todo ou em parte, geralmente não são mais úteis para os processos industriais. Nessas situações, existem empresas que passam pelo método de reaproveitamento, descobrem quais tipos de materiais são adequados para reaproveitamento e os devolvem com segurança à população.

Para Daher, Silva e Fonseca (2004, p.23):

A reutilização e retirada de resíduos que estudam e gerenciam a maneira como os subprodutos do método produtivo serão descartados ou reincorporados ao processo. Devido à responsabilidade social, os fabricantes estão cada vez mais exigentes com seus produtos, principalmente considerando seus processos produtivos, pois se preocupam com seus produtos até o final de sua vida útil.

Leite (2009) defende que os sistemas de reciclagem agregam valor econômico, ecológico e logístico aos bens pós-consumo, criando condições para que os materiais sejam reintegrados ao ciclo produtivo, substituindo novas matérias-primas, criando assim uma economia reversa. Portanto, está incluído na reciclagem de produtos residuais.

Segundo Souza (2006), a reciclagem é o ato de separar determinados materiais do

lixo doméstico, como papel, plástico, vidro e metal, a fim de torná-los úteis novamente. Esses materiais são posteriormente transformados e recolocados no ciclo do mercado consumidor.

No entanto, segundo Dias (2006), essa percepção está ultrapassada, pois o economista britânico Thomas Robert Malthus publicou em 1798 um artigo intitulado “Um tratado sobre a população: como isso afeta o futuro da humanidade” Progresso, no qual discute como a população o crescimento esgotará os recursos naturais e, portanto, afetará o crescimento econômico.

Segundo Miller (2008, p. 453), “a reciclagem é uma maneira correta e essencial de coletar resíduos e convertê-los em produtos úteis que podem ser vendidos no mercado”. Portanto, a reciclagem é a forma mais racional de destinar os resíduos e uma solução para o problema da superlotação nos aterros sanitários.

Conforme Monteiro et al., (2003) a reciclagem apresenta as seguintes vantagens: conservação de recursos naturais; economia de energia; economia de transporte (devido à redução de material que precisa ser aterrado); geração de emprego e renda; conscientização pública sobre questões ambientais.

Dadas as palavras do autor, vale ressaltar que a coleta seletiva é essencial para a realização do processo de reciclagem. Isso significa que é necessário separar os resíduos orgânicos e inorgânicos onde são gerados antes de enviá-los para tratamento.

Para Costa (2004) o sistema promove a reciclagem, pois o material ficará mais limpo e, portanto, terá maior potencial de reaproveitamento. Quanto a Ornelas (2001) usar e reaproveitar cada vez mais alimentos descartados ajuda a reduzir o desperdício e tem impacto positivo no equilíbrio econômico e na poluição ambiental.

Segundo Costa (2004), há considerações antes da compra, reduzindo o desperdício, reutilizando ao máximo e priorizando os produtos que podem ser usados após o uso. Uma nova consciência da reciclagem está nascendo, e um novo termo é reconhecido pela sociedade, chamado pré-ciclagem.

O número de empresas que trabalham com reciclagem está aumentando, pois este é um campo ainda em desenvolvimento e muitos empreendedores estão assumindo riscos nesse amplo novo nicho de mercado. Segundo a Fiesp, a reciclagem no Brasil gera atualmente 4 bilhões de reais por ano e pode chegar a 10 bilhões de reais (PINHEIRO, 2007). O próximo capítulo apresentará as vantagens da logística reversa no meio ambiente.

4. OS BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA REVERSA PARA O MEIO AMBIENTE

As empresas que empregam processos de logística reversa precisam estar cientes dos custos adicionais que tais processos podem acarretar. Isso significa que dependendo de como o processo é planejado, ele pode ser mais ou menos eficiente.

Para Lacerda (2002), existem alguns fatores que, se ajustados adequadamente, podem ter um impacto positivo nas empresas que adotam essa abordagem. Estes são referidos como fatores-chave que afetam a eficiência do processo de logística reversa, tais como:

- Bom controle de entrada: É preciso avaliar os materiais que serão devolvidos para que possam seguir o fluxo reverso perfeitamente, impedindo assim retrabalhos futuros.

- Padronizar e mapear o processo: normatizar e mapear corretamente todos os métodos para controle de materiais e posterior melhoria do processo reverso.
- Tempo de ciclo reduzido: refere-se ao tempo entre a identificação da necessidade de reciclagem (incluindo descarte ou devolução de produtos) e o momento em que são processados.
- Sistemas de informação: para obter uma melhor identificação do material devolvido pelo consumidor, é necessário um rastreamento eficaz das devoluções, medição dos tempos de ciclo e danos ao produto.
- Rede logística planejada: inclui a necessidade de infraestrutura adequada para logística reversa, ou seja, para suportar a entrada de materiais usados e a saída de materiais processados, ou seja, materiais incluindo instalações para recebimento, separação, armazenamento, processamento, embalagem e transporte.
- Relacionamento colaborativo entre clientes e fornecedores: devido a uma série de fatores no processo de logística reversa, há questões de confiança entre todas as partes. As informações sobre responsabilidade por danos aos produtos são um exemplo desse fator.

Garcia (2006) demonstram pela seguinte tabela 1, alguns exemplos de taxas de retorno de materiais do fluxo reverso de algumas indústrias:

Indústria	Percentual de Retorno
Revistas	50 %
Editoras de Livros	20 – 30%
Distribuidores de Livros	10 – 12%
Catálogos	18 – 36%
CD-Roms	18 – 25%
Impressoras	4 – 8 %
Eletrônicos de Consumo	4 – 5 %

Tabela 1- Percentual de Retorno dos Produtos no Canal Reverso

Fonte: Garcia (2006)

Observou-se que as taxas variam de acordo com o tipo de setor e, dependendo do tipo de negócio, planejar e gerenciar os fluxos reversos é fundamental para a captura de valor, assim como revistas e diretórios. Segundo Souza (2010), uma empresa conseguiu reduzir custos reaproveitando materiais que poderiam ter sido descartados pelos clientes, como a devolução de revistas não vendidas. Após a exibição, as revistas podem voltar às bancas para venda. O processo de logística reversa estabelece medidas para reduzir a quantidade de produtos de uso único, gerando benefícios como redução de desperdícios e reaproveitamento de materiais.

Existem alguns fatores que levam à aplicação da logística reversa, portanto, Fuller e Allen (2005) apresentam cinco:

1. Econômico: associado aos custos de produção, pois produtos e processos preci-

sam ser adaptados para evitar ou reduzir o impacto ambiental;

2. Governo: associa-se à legislação e política ambiental;
3. Responsabilidade Corporativa: associado ao compromisso da empresa fabricante de recolher seus produtos ao final de sua vida útil;
4. Tecnologia: vinculada aos avanços tecnológicos em projetos de reciclagem e produtos, com o objetivo de reaproveitá-los após serem descartados pela sociedade;
5. Logística: Os aspectos logísticos envolvidos na cadeia reversa, como a coleta de produtos. Além desses fatores, existem fatores sociais, incluindo governos, empresas, intermediários no processo e pessoas em geral.

A reserva logística pode trazer vantagens diretos para a empresa por meio da recuperação de produtos e redução de custos, além do descarte adequado dos materiais usados. Por exemplo, a vida útil dos equipamentos eletrônicos costuma ser curta devido ao progresso tecnológico acelerado. No entanto, seus componentes podem ser reutilizados.

A concorrência de mercado tem levado as empresas a padronizar procedimentos de devolução de produtos para evitar que terceiros conheçam sua tecnologia de produção, ou mesmo para descartar a possibilidade de surgimento de novos concorrentes no mercado, situação que pode levar à redução do faturamento. Um exemplo é uma empresa de telefonia móvel sediada no Brasil, que por meio de suas concessionárias oferece substituição de telefones antigos por novos, pagando aos clientes apenas a diferença de preço entre os aparelhos (DAHER, 2004).

Segundo Council of Logistics Management foi construído um canal de distribuição reverso para reaproveitar metais ferrosos e não ferrosos, papéis e graxas de restaurantes devido aos benefícios proporcionados aos agentes envolvidos. Algumas empresas estão implementando processos de devolução de produtos para se proteger contra a futura aplicação do governo. Dessa forma, eles não ficarão despreparados quando tiverem que cumprir determinadas leis e, com isso, não incorrerão em despesas inesperadas apenas para cumprir os requisitos prescritos (CLM, 2003).

Conforme observado por Stock (2008), toda empresa, independentemente do setor, porte, tipo de produto ou localização geográfica, pode se beneficiar do planejamento, implementação e controle das atividades de logística reversa, mesmo sem fiscalização governamental.

De acordo com Leite (2003) os fatores econômicos se manifestam por meio de benefícios diretos e indiretos e eles são:

- Benefícios diretos: reaproveitamento de materiais, redução de custos, reciclagem de valor agregado.
- Benefícios indiretos: cumprimento legislativo esperado, prevenção da concorrência no mercado, imagem corporativa relacionada à proteção ambiental, melhoria do relacionamento fornecedor/cliente.

Governo significa qualquer regulamentação imposta pelo governo às empresas para reciclar produtos ou coletar produtos no final de sua vida útil ou após seu descarte para evitar a degradação ambiental. A legislação em vários países (principalmente na Europa) é muito rígida para os fabricantes, com a obrigação de recolher seus produtos para que possam ser reciclados ou descartados adequadamente. Para Young (2006), as empresas que fabricam ou distribuem produtos são responsáveis pela limpeza dos produtos que fabricam ou distribuem.

A responsabilidade corporativa está relacionada a um conjunto de valores ou princípios que de acordo com esse pensamento, os autores apontam as ideias que movem o mercado para as práticas de logística reversa. Como destaca Pereira (2010, p.23):

[...] com a Logística Reversa, as empresas criam imagens diferenciadas e novas oportunidades de lucro introduzindo a preocupação ambiental em seus métodos corporativos, buscando constantemente produtos e processos de menor impacto ambiental e alinhados ao desenvolvimento (PEREIRA, 2010, p.23).

A logística reversa é uma forma de melhorar o nível de serviço prestado aos clientes. Níveis de serviço aprimorados fortalecem a cadeia de valor de uma empresa e, se configurados adequadamente, podem aumentar sua vantagem competitiva. O foco de toda empresa é reter clientes e fidelizá-los, mas para isso deve empregar uma variedade de estratégias, desde personalizar o produto até considerar o produto mais valioso do que seu próprio valor final, reforçando a afirmação de Correa (2007) que deve prestar um serviço, devolvendo efetivamente produtos não vendidos ou defeituosos sem prejudicar o cliente.

Para Chaves e Martins (2005), é difícil determinar com precisão o valor das atividades de logística reversa, pois a maioria das empresas com tais sistemas não mantém ou não consegue determinar seus custos exatos devido à falta de informações sobre as atividades de logística reversa. Um sistema reverso de fabricação de produtos que estrategicamente torna a estrutura do canal menos viável.

À medida que o padrão de vida melhora, especialmente nos países industrializados, a quantidade e o volume de resíduos aumentam, segundo Fleischmann et al. (2007) os resíduos são depositados em aterros, incinerados ou descartados diretamente sem nenhum cuidado adicional. Esses resíduos ou produtos inadequados podem ir para três destinos diferentes: para um local de disposição seguro como aterro sanitário e sedimentos específicos, um destino inseguro para ser lançado na natureza poluindo o meio ambiente.

Lacerda (2002) explica que diante da poluição ambiental, superlotação de aterros sanitários e escassez de incineradores os esforços têm sido feitos para reintegrar os resíduos ao processo produtivo original para minimizar o que é descartado naturalmente e reduzir o consumo de resíduos de recursos naturais.

Garcia (2006) diz que o outro fluxo de retorno é o reaproveitamento de embalagens, devoluções de clientes ou materiais de produção como fibras de coco recicladas, pneus, cartuchos de impressora, garrafas PET etc. Uma indústria que não volta à sua origem, mas fonte de matéria-prima para uma indústria completamente diferente, mas que deve ser prevista com antecedência.

A legislação ambiental caminha para tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, ou seja, os fabricantes são responsáveis pelo impacto ambiental de seus produtos, onde são entregues aos clientes, e pelo impacto ambiental dos resíduos gerados ao longo do processo produtivo e depois de comer. Outro aspecto importante nesse sentido é o aumento da consciência ecológica dos consumidores, capaz de gerar pressão para que as empresas reduzam o impacto negativo de suas atividades no meio ambiente (CAMRGO; SOUZA, 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística reversa está evoluindo no ambiente organizacional de forma estrategicamente competitiva. A grande questão é como as empresas podem obter ganhos de imagem mesmo que a implementação de processos logísticos seja lenta e, mesmo assim, a diferenciação de valor agregado ao produto final é cada vez mais uma prioridade. Clientes e consumidores exigem cada vez mais produtos de maior qualidade a preços acessíveis e estão atentos a questões cada vez mais atuais que afetam diretamente a vida das pessoas, como segurança, meio ambiente e saúde.

Nesse sentido, a destinação correta de todos os materiais utilizados no método de produção, sejam eles reparados, reaproveitados ou reciclados, sem causar danos ao meio ambiente e aos ativos organizacionais, indica o potencial de aumentar a produtividade, gerar emprego e renda, utilizar matéria-prima, realizar benefícios financeiros e de imagem, reduzir o impacto ambiental de sua produção e, sobretudo, aumentar a competitividade sem comprometer os interesses das gerações futuras.

Se aplicada de forma eficaz em uma empresa, a logística reversa pode trazer benefícios significativos, atraindo consumidores e acionistas mais conscientes das escolhas, pois se preocupam com o futuro e aplicam seus processos produtivos de forma sustentável. No mundo globalizado em que vivemos, o processo logístico é um importante aliado da diferenciação.

Portanto, devido ao expressivo crescimento do número de habitantes, relacionado à expansão do consumo de commodities, tornando o mundo um propulsor da geração de resíduos, as pesquisas sobre esse tema devem ser fortalecidas no futuro, pois sem consciência ambiental, a sociedade é prejudicada pela um declínio na qualidade de vida e vontade. Esses vícios são passados para as gerações futuras.

Referência

- ADLMAIER, L.; SELBITTO, G. Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution and Logistic Management*, Bradford, v. 25, n. 2, p. 56-68, 2017.
- ANDRADE, E. M.; FERREIRA, A.C.; SANTOS, F. C. A. **Tipologia de sistemas de logística Reversa baseada nos processos de recuperação de valor**. 2019.
- ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2011.
- BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Congresso Nacional, 5 out. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 09 setembro 2022.
- BOWERSOX, D J.; CLOSS. D. J.; HELFERICH, O. K. **Logistical Management: A systems integration of physical distribution, manufacturing support, and materials procurement**. New York: MacMillan Pub Co, 2015.
- COSTA R.H. **Logística Empresarial**. 2 ed. São Paulo, Atlas, 2004.
- DAHER, Cecílio Elias; Silva, Edwin P. La Sota; FONSECA, Adelaida Pallavicini. **Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor**, disponível na Url <http://www.alfa.br/revista/artigoc4.php> 2004
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- CHAVES, G. L. D.; MARTINS, R. S. **Diagnostico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense**. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e o Operações Internacionais, 8, São Paulo, **Anais...** São Paulo: SIMPOI, 2015.
- CORREA, R. Reverse Logistics: a Framework. **Econometric Institute Report EI**. n.38, 2007.
- CLM – Council of Logistics Management. **Reuse and Recycling Reverse Logistics Opportunities**. Illinois,

Council of Logistics Management, 2003.

FIGUEIREDO, D. R. de C. Tecnologia de Produção & Preservação: Estratégia Empresarial e Alternativa. **Revista Humanidades**, v. 17, n. 1, p. 52-58, jan./jul. 2002.

FULLER, Patrícia; ALLEN, Daniele; WMS – Warehouse Management System: Adaptação Proposta para o Gerenciamento da Logística Reversa. **Produção**, v. 16, n. 1, p. 126-39. 2006.

CARMAGO, M. P.; SOUZA, S. Reverse Logistics: a review of case studies. **Erim report series research in management**, 2005.

GARCIA, Marcus Eduardo. Logística Reversa numa Empresa de Laminação de Vidros: um Estudo de Caso. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 397-410. 2006

SOUZA, Sylmara Lopes Francelino. Há Vida após a Morte: um (Re)Pensar Estratégico para o Fim das Embalagens. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 463-74. 2010.

HORNGREEN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de custos**, 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

HU, T. L.; SHEU, J. B.; HAUNG, K. H. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. **Transportation Research Part E**, Elsevier, v. 38, p. 457- 473, 2012

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas**. 2012, Disponível em: http://www.sargas.com.br/site/artigos_pdf/artigo_logistica_reversa_leonardo_lacerda.pdf Acesso em 09 de setembro de 2022

LACERDA, L. Logística Reversa – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. **Revista Tecnológica**. pp.46-50. 2002.

LE DIAS, L.M., Conceitos e práticas de Logística Reversa, **Revista Tecnológica**, v. 4, n. 66, pp. 54-58, 2006.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2013.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: Nova área da logística empresarial**. Revista Tecnológica, São Paulo, Editora Publicare, mai. 2003

LEITE, Paulo Roberto; O Papel dos Ganhos Econômicos e de Imagem Corporativa na Estruturação dos Canais Reversos. **Gestão Org.**, v. 4, n. 4, 2009.

MINAHAN, T. Manufactures take aim at end of the supply chain. **Purchasing**, v. 124, n. 6, p. 111-112, 2018.

MILLER, T.L., Reverse Logistics in Plastics Recycling, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 22, n. 7, pp. 35-47, 2008.

MUELLER, C. F. **Logística Reversa Meio-ambiente e Produtividade**. 2015, Disponível em: <http://pessoal.facensa.com.br/girotto/files/Logistica_de_Distribuicao_logistica_reversa.pdf>Acesso em: 09 setembro. 2022

MUKHOPADHYAY, S. K.; SETAPUTRA, R. Reverse logistics in e-business; Optimal price and return policy. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. Bradford, v. 34, n. 1/2, p. 70-88, 2016.

NOVAES; Letícia. **Educação Ambiental e Logística Reversa**. 2012, 9f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, 2004.

ORNELAS, R. **Logística reversa no Brasil: A visão dos especialistas**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENECEP. 23, 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: ABREPO-Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2001.

PEREIRA, G. A. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos industriais no sistema ambiental da empresa**. 2003 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade de Santa Catarina, 2010.

PINHEIRO, F. R.; **Desenvolvimento Sustentável**. Itatiba, Berto Editora 2007.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústria e da concorrência**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

QUINN, P. Don't get rear-ended by your own supply chain. 2010. Disponível em: <http://www.idsystems.com/reader/2001/2001_01/comm0101/index.htm>. Acesso em: 09 de setembro de 2022

REITER, Priscilla Lazzarini. **Logística Reversa Na Mercedes-Benz – Juiz De Fora - Evolução e Oportunida-**

des. Universidade Federal de Juiz De Fora - MG. Curso de Graduação em Engenharia de Produção – Juiz de Fora/MG:[s.n], 2013.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards:** Reverse Logistics Trends and practices. Reno: University of Nevada, 2018. Disponível em: <http://www.rlec.org/reverse.pdf>. Acesso em: 09 de setembro de 2022.

SETAC - **Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Guidelines for Life-Cycle Assessment:** A 'Code of Practice', SETAC, Brussels, 2013.

SOUZA, N.; CHAPOVAL N. A.; GODOY, P. L.; GRAEML, A.R. **Seis sigmas, ISO 14000 e quality function deployment (QFD) ferramentas gerenciais nas organizações para melhoria da qualidade e produtividade.** XX-VIII Encontro nacional de engenharia de produção. Rio de Janeiro. RJ. Outubro de 2006.

STOCK, J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs.** Council of Logistics Management, 2008. 247 p.

TIBBEN-LEMBKE, R.S., **Going Backwards:** Reverse Logistics Trends and Practices. University of Nevada, Reno - Center for Logistics Management, in <http://equinox.unr.edu/homepage/logis/reverse.pdf>. Nevada, 2010.

ZIMERMANN, R. A.; GRAEML, A. R. **Logística reversa:** conceitos e componentes do sistema. Estudo de caso: Teletex Computadores e Sistemas. XXII ENEGEP. Ouro Preto: Out. 2013.

3

AGENDA 2030 E O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: CONTRIBUIÇÕES DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL AO PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL BRASILEIRO

AGENDA 2030 AND THE SOLID WASTE MANAGEMENT PLAN: CONTRIBUTIONS OF INTERNATIONAL COOPERATION TO BRAZILIAN SUSTAINABLE PLANNING

Ana Beatriz Gomes Almeida

Resumo

O tema escolhido visa compreender que a cooperação internacional instituída através da Agenda 2030 e suas repercussões no contexto brasileiro no que concerne à gestão de recursos analisados pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, envolve um complexo arcabouço de variáveis que tanto orbitam os desafios estratégicos na criação e manutenção de ferramentas de fomento à sustentabilidade, quanto às repercussões legais advindas da recepção de diretrizes internacionais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é compreender como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 influenciam no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos brasileiro no que concerne à preservação do meio ambiente. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo, a busca foi realizada através dos buscadores eletrônicos, revistas científicas, monografias e teses envolvendo a temática discutida sobre engenharia ambiental. Além disso, observou-se cumprir o objetivo principal sobre a compreensão da Agenda 2030 num modelo global nacional para a prática local, possibilitou a reflexão de que é necessário o conhecimento dessa agenda ambiental e, que existem direcionamentos para que ela seja implementada e executada de maneira consciente, já que suas premissas são muito coerentes.

Palavras-chave: Agenda 2030. Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis. Plano de Gerenciamento Nacional de Resíduos Sólidos.

Abstract

The theme chosen aims to understand that the international cooperation instituted through the 2030 Agenda and its repercussions in the Brazilian context with regard to the management of resources analyzed by the Solid Waste Management Plan, involves a complex framework of variables that both orbit the strategic challenges in the creation and maintenance of sustainability promotion tools, regarding the legal repercussions arising from the reception of international guidelines. In this context, the objective of this work is to understand how the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda influence the Brazilian Solid Waste Management Plan with regard to the preservation of the environment. and descriptive, the search was carried out through electronic search engines, scientific journals, monographs and theses involving the theme discussed on environmental engineering. In addition, it was observed that the main objective of understanding the 2030 Agenda in a national global model for local practice was fulfilled, making it possible to reflect on the need for knowledge of this environmental agenda and that there are guidelines for it to be implemented and executed in a timely manner. conscious way, since its premises are very coherent.

Keywords: 2030 Agenda. Sustainable Development Goals. National Solid Waste Management Plan.

1. INTRODUÇÃO

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos visa dinamizar a preservação dos ecossistemas e o desenvolvimento humano, regulando o avanço das atividades econômicas através dos preceitos da extração e uso dos recursos naturais pautados na sustentabilidade. E dessa forma, o meio ambiente assumiu notoriedade em grau de relevância pública global, tanto por sua *mister* função no processo de abastecimento do mercado, quanto pela influência que este exerce sobre as dinâmicas das relações sociais.

O tema escolhido visa compreender que a cooperação internacional instituída através da Agenda 2030 e suas repercussões no contexto brasileiro no que concerne à gestão de recursos analisados pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, envolve um complexo arcabouço de variáveis que tanto orbitam os desafios estratégicos na criação e manutenção de ferramentas de fomento à sustentabilidade, quanto às repercussões legais advindas da recepção de diretrizes internacionais.

Diante desse contexto, justifica-se que este trabalho tem à necessidade de compreender os impactos advindos de novos parâmetros internacionais fixados à preservação ambiental. Todavia, para além de compreender os possíveis efeitos, faz-se mister repensar as políticas de combate à degradação sem que esta desestabilize o desenvolvimento econômico e social.

Nota-se que diante dos acontecimentos ocorridos pelas políticas de preservação dos ecossistemas, houve a discrepância dos direitos nacionais e internacionais existentes para fins de reprimir a degradação do meio ambiente. Portando, a questão que orienta essa pesquisa é: quais são as contribuições e repercussões advindas da aplicação dos preceitos instituídos pela Agenda 2030 ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos?

No objetivo geral do presente estudo é compreender como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 influenciam no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos brasileiro no que concerne à preservação do meio ambiente. Além dos objetivos específicos analisar as contribuições da cooperação internacional no combate à degradação do meio ambiente no contexto regional; compreender os objetivos, metas e demais parâmetros traçados pela agenda 2030 e correlacionar os objetivos pela Agenda 2030 com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Ambiental, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 20 anos, na língua portuguesa.

2. CONTRIBUIÇÕES DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NO COMBATE A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE NO CONTEXTO REGIONAL

Segundo Ribeiro (2017), cooperação internacional é a ação conjunta de instituições nacionais, multilaterais e não governamentais em busca de uma finalidade comum. Em tese, a cooperação internacional envolve dois ou mais atores dispostos a transferir conhe-

cimento e/ou recursos financeiros em áreas de interesse mútuo, seja de forma permanente ou temporária. Sobre o assunto, existem formas de cooperação econômica, política, tecnológica, militar, científica, cultural, comercial e financeira (BRAGA, 2016).

A cooperação pode ser estabelecida bilateralmente (entre dois países) ou multilateral (entre um país e uma organização internacional). Os atores envolvidos nesse processo são Estados, organizações internacionais, agências governamentais, as Nações Unidas e suas agências, fundações, agências de desenvolvimento, ONGs e empresas privadas (GARCIA, 2015).

Há também uma tentativa de responder se existe, de fato, cooperação ambiental internacional, ou se é apenas um recurso retórico com pouco efeito prático, e o que motiva os países a cooperar em políticas relacionadas ao meio ambiente. Diante dessas preocupações, o comportamento dos EUA diante de eventos internacionais e acordos de proteção ambiental receberá mais atenção (RIBEIRO, 2017).

Embora não haja autoridade suprema acima do Estado, pode-se dizer que a ordem internacional possui certa coesão. Os países estão gradualmente percebendo que certos problemas não podem ser resolvidos sem a cooperação de outros países (ROSSIT, 2016).

Para resolver os problemas ambientais que envolvem a terra, os pontos de solidariedade e cooperação entre os países estão em constante aumento. Por exemplo, o controle da poluição do ar dentro de um território não terá sucesso se os países vizinhos não compartilharem as mesmas preocupações (RIBEIRO, 2017).

No início do século XX, acordos ambientais foram elaborados para proteger certos pássaros, animais selvagens e peixes para garantir o bem-estar econômico e o prazer dos proprietários de terras. Esses acordos são para proteger os animais e pássaros que são alvos de caçadores engajados na caça esportiva (ROSSIT, 2016).

Ribeiro (2017) cita ainda que a caça esportiva foi realizada por proprietários de terras britânicos que possuíam terras nas colônias africanas. Em 1900, foi realizada uma reunião com representantes de dois países detentores de terras no continente africano, que resultou na Convenção para a Proteção de Animais, Aves e Peixes na África. Ao final do evento, foi elaborado um calendário de caça para proteger elefantes, peixes e pássaros. Dois anos depois, foi convocada a Convenção sobre a Conservação de Aves Agrícolas Úteis com o objetivo de proteger as aves que contribuem para a prática agrícola de transporte de sementes.

Os resultados dessas reuniões tiveram pouco efeito prático. Os países envolvidos não respeitaram o acordo feito na época, o que levou o Reino Unido a pressionar por uma nova conferência em 1933 chamada Convenção para a Conservação de Animais e Plantas no Estado de Natureza. A julgar por este evento, os resultados são ainda mais animadores porque pela primeira vez é possível elaborar um documento voltado para a proteção dos animais e da flora, e não apenas dos animais (RIBEIRO, 2017).

A ação cooperativa entre os Estados baseia-se em medidas de mitigação para a manutenção dos ecossistemas naturais, que são essenciais para a economia do sistema capitalista, ou seja, a proteção dos recursos naturais que vão garantir a sobrevivência econômica de grupos específicos que dependem da exploração de recursos (LE PRESTRE, 2017, p. 160).

Curiosamente, as primeiras regras de proteção ambiental foram as normas norte-americanas no final do século XIX. Os Estados Unidos começaram a promover o estabelecimento de grandes parques em 1872, como o Parque Nacional de Yellowstone, Yosemite, General Grant, Sequoia e Mount Rainier. Apesar da consciência protecionista do país, a

degradação ambiental aumentou significativamente devido à Revolução Industrial e aos métodos de produção fordistas (SOARES, 2013).

Soares (2013) diz que as questões fronteiriças que envolvem a proteção da água pública, a proibição do fumo, o ruído entre vizinhos e as regras contra a caça e a pesca são considerados acordos de proteção ambiental de natureza econômica. Os autores não entendem esses decretos como acordos ambientais, mas são para fins econômicos, destinados a garantir que os estoques de matérias-primas e recursos naturais sejam utilizados para fins de curto prazo ou futuros, independentemente da relação entre plantas e animais e a proteção de seus habitats.

Os temas ambientais geram coerência de interesses, ou seja, o meio ambiente é “capaz de globalizar identidades, parentescos e interesses para além das categorias tradicionais como nação, raça ou hemisfério, e encapsular questões como o direito humano à felicidade e ao bem comum. exemplo Água e Ar” (CERQUEIRA, 2014, p.02). Segundo os autores, o mesmo não ocorre com as forças de mercado cujos interesses convergem para formar blocos econômicos regionais, geograficamente delineados, como NAFTA, CEE e Mercosul.

A importância da cooperação internacional começou a emergir no final da Primeira Guerra Mundial e durante todo o período entre guerras. Nesse momento, os países perceberam que estavam se tornando cada vez mais interdependentes e que a cooperação internacional se tornou uma meta que precisava ser alcançada. As questões ambientais demonstram a interdependência ecológica dos países e a responsabilidade compartilhada pela gestão ambiental (SOARES, 2013).

Ribeiro (2017) entende que as questões ambientais não respeitam limites geográficos, por isso é necessário desenvolver códigos de conduta voltados à proteção da vida. Essas normas e normas que limitam o comportamento humano, natural ou não natural, em todo o mundo são o que os autores chamam de ordem ambiental internacional¹⁸. Ribeiro (2001) argumenta que os Estados agem de acordo com seus interesses nacionais e buscam afirmar sua soberania na tradição do realismo político.

O desenvolvimento tornou-se uma meta a ser alcançada, tão presente no pensamento ocidental que é quase uma lei da natureza. Os recursos naturais são utilizados com fins lucrativos (CAMARGO, 2013). O acelerado processo de industrialização, principalmente pelos povos do Norte, criou uma ideologia de conforto e bem-estar no auge do consumismo (PENNA, 2015).

No caso do desenvolvimento do Brasil, a industrialização tardia transformou o Brasil de uma sociedade agrícola em uma sociedade industrial urbana. Na década de 1960, com o surgimento da “revolução verde”, formou-se a noção de que indústria e tecnologia seriam sinônimos de progresso. Insumos químicos, sementes melhoradas, maquinário e serviços contribuíram para a formação de complexos agroindustriais. Nesse sentido, a expansão da Revolução Verde tem sido apoiada por diversos organismos internacionais, incluindo o Banco Mundial (BIRD), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Agência das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência Norte-americana, Desenvolvimento Internacional (USAID).

As questões ambientais ganharam espaço na análise econômica na década de 1970, ainda que em estágio inicial. A industrialização da periferia baseia-se na queima de combustíveis fósseis, o que desencadeia problemas como a poluição ambiental, o efeito estufa e a degradação da camada de ozônio, com impactos locais e globais. Desde então, os movimentos sociais dos países do norte têm pressionado os governos a tomarem medidas voltadas à proteção do meio ambiente. Dessa forma, indústrias mais poluentes são expor-

tadas para a periferia como forma de limitar as atividades agressivas ao meio ambiente do estado central (YOUNG; LUSTOSA, 2013). Até a década de 1970, o Brasil realizava o sonho de projetos de desenvolvimento e as questões ambientais eram vistas como a antítese do desenvolvimento nacional (FERREIRA, 2018).

Nos países do Norte, a crise ambiental está relacionada à industrialização, progresso e tecnologia; nos países do Sul, pobreza e crescimento populacional. De acordo com a lei, a crise ambiental decorre da dualidade da terra e do mundo, na qual o homem está inserido: uma terra, formada por ecossistemas naturais harmoniosamente integrados, e a outra, um mundo formado por ecossistemas culturais, sociais, políticos e naturais, sistemas, revelando maior desintegração e níveis de conflito do que cooperação e solidariedade (LEIS, 2018). Os autores argumentam que a ecologia, o ambientalismo e o ethos ecológico expressam a necessidade de maior solidariedade e cooperação entre culturas, nações, indivíduos e espécies.

A degradação ambiental envolve três processos: crescimento populacional mundial, urbanização e paradigmas de desenvolvimento tecnológico. Em termos de crescimento populacional, a população mundial cresceu duas vezes mais rápido entre 1950 e 1985 do que entre 1900 e 1950, com as maiores concentrações de regiões atrasadas na Ásia, África e América Latina. O segundo processo, a urbanização, expandiu-se como resultado da industrialização da América Latina na década de 1950. A industrialização é vista como uma força motriz para o desenvolvimento.

A consequência do inchaço urbano será a falta de infraestrutura adequada para atender às necessidades dos moradores. O terceiro processo é a mudança ambiental provocada pelo modelo de desenvolvimento tecnológico a partir do petróleo e o modelo fordista de produção em massa desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial (VILLA, 2014).

A partir do momento em que as questões ambientais ganharam destaque nas relações internacionais, os Bancos Multilaterais de Desenvolvimento (BMDs) revisaram sua estratégia de atuação. A significativa abordagem de desenvolvimento deixou o local e começou a avaliar novos projetos, levando em consideração o impacto no meio ambiente. Em 1970, dada a urgência e relevância das questões ambientais, o Banco Mundial estabeleceu o cargo de Consultor de Assuntos Ambientais para analisar projetos de investimento que não afetem os recursos naturais e, em 1987, o cargo de consultor foi convertido para o Ministério do Meio Ambiente. O BID também passou por uma série de reformulações para incluir em suas equipes pessoas especializadas na área ambiental (VILARINHO, 2012).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu na década de 1980 como uma alternativa ao modelo popular de crescimento econômico, o modelo predatório dos recursos naturais. O desenvolvimento sustentável não abrange apenas alternativas para a solução dos problemas ambientais, mas mostra que só pode ser alcançado incorporando questões sociais, políticas e culturais a essas alternativas.

Diante da crise socioambiental em que encontram-se e entrando no século XXI, a sociedade humana enfrentará a árdua tarefa de construir uma nova relação entre o homem e a natureza e entre o homem e o homem. O objetivo é caminhar para um desenvolvimento que combine interesses sociais e econômicos com as possibilidades e constrangimentos definidos pela natureza (CAMARGO, 2013, pp. 14-15).

Os problemas ambientais da década de 1960 estavam relacionados ao crescimento populacional. Um aumento da população mundial esgotará os recursos naturais e colocará a vida na Terra em risco.

Algumas das questões que Thomas Malthus colocou no século XIX foram levantadas novamente, pois o autor havia declarado as mazelas ambientais causadas pelo crescimento populacional. No início da década de 1970, a publicação de *The Limits to Growth* foi um marco na discussão sobre natureza e industrialização. O estudo orientou as discussões na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano na Suécia em 1972. O conceito de “crescimento zero” foi proposto para resolver problemas ambientais (ONU, 2018).

O estudo foi criticado por países desenvolvidos e em desenvolvimento o primeiro afirma que os argumentos de Meadows representarão o fim da sociedade industrial, enquanto o segundo defende o desenvolvimento a todo custo. Segundo eles, o atraso é culpa dos países desenvolvidos, que fecharam as portas do desenvolvimento aos países pobres por questões ecológicas (ONU, 2018).

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico os países em desenvolvimento inicialmente rejeitaram a ideia de crescimento zero. Eles acreditam que essa ideia é imposta pelos países desenvolvidos, e é errado pensar que o desenvolvimento econômico é responsável pela degradação ambiental. A Conferência de Estocolmo em 1972 e suas reuniões preparatórias anteriores, como o Grupo Técnico Ambiental na cidade suíça de Founex em 1971, analisaram a controvérsia entre proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento (OCDE, 2016)

Maurice Strong propôs o conceito de “desenvolvimento ecológico” em 1973 para conciliar desenvolvimento binomial com meio ambiente, e Ignacy Sachs reafirmou seus princípios (SACHS, 2016). Sachs move a questão do aspecto quantitativo (crescer ou não crescer) para um exame da qualidade do crescimento. Em seguida, destacou uma estratégia coordenada entre o desenvolvimento socioeconômico e a gestão ambiental. O conceito de desenvolvimento ecológico é gradualmente substituído pelo conceito de desenvolvimento sustentável (MENDONÇA, 2014).

Nobre (2012) acredita que o conceito de “desenvolvimento sustentável” tem duas características básicas: uma é que é geralmente aceito, e a outra é que é difícil entender exatamente o que é “desenvolvimento sustentável” e como colocá-lo em prática. Essas duas características tornam o conceito de desenvolvimento sustentável inicialmente contraditório, pois algo que não está claramente definido não pode ser aceito.

Por um lado, os desenvolvimentistas acreditam na criatividade infinita da ciência e da tecnologia. O desenvolvimento econômico deve ser alcançado para o bem-estar dos indivíduos. Mas, ao mesmo tempo, ambientalistas acreditam que, se a degradação dos recursos naturais não for revertida, a catástrofe é possível e a existência humana na Terra pode ser comprometida.

3. OS OBJETIVOS E PARÂMETROS TRAÇADOS PELA AGENDA 2030

O tema desenvolvimento sustentável vem sendo discutido há muitos anos e historicamente tem sido tratado por diferentes eventos e organizações para atingir esse objetivo. O relatório “Nosso Futuro Comum” de 1987 estabeleceu pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável como base para discussões sobre uso de recursos ambientais e desenvolvimento econômico, adotado pelos países desenvolvidos e replicado pelos países em desenvolvimento (VILLA, 2014).

Nele, é apresentada uma nova perspectiva sobre a relação entre o homem e a natureza, tentando entender que existem limites para o uso dos recursos naturais que devem ser protegidos. O conceito é consagrado como “desenvolvimento projetado para atender às

necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRENTLAND, 2004, p. 56).

Posteriormente, durante a ECO 92, foi elaborado no Rio de Janeiro, em 1992, um documento denominado Agenda 21, que incorporou o conceito de desenvolvimento sustentável a outras agendas mundiais de desenvolvimento e direitos humanos. Serve como guia e ferramenta para desenvolver planos de ação que abordem a sustentabilidade em nível global, adaptados às circunstâncias de cada país. Como resultado, o Brasil desenvolveu a Agenda 21 do Brasil como um guia, que também levou em conta a opinião da população, e iniciou sua implementação em 2003 (VIANA, 2007).

De acordo com a Organização Nações Unidas (2016) m grande desafio estabelecido pela Agenda 21 é desenvolver políticas públicas em todas as cidades do país para promover a proteção ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. A Agenda 21 do Brasil passou a integrar o plano plurianual do governo (PPA 2004/2007) como forma de garantir maior abrangência, maior poder político e institucional e maior participação social. O plano é baseado em três ações estratégicas:

- Implementar a Agenda 21 Brasileira: desenvolver diretrizes e ações conhecidas e divulgadas, acompanhando os resultados de suas ações;
- Elaboração e implantação das Agendas 21 Locais: criar uma ferramenta que possa garantir a adoção das diretrizes da Agenda 21 do Brasil, mobilizando as comunidades e colaborando com outros projetos locais nos estados, municípios e comunidades;
- Programar a ação continuada em Agenda 21: buscando capacitar e facilitar a participação de todas as partes envolvidas no desenvolvimento sustentável, facilitamos palestras, divulgação de informações e oficinas.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2020), a efetividade dessas ações interligadas é verificada por meio da participação e do conhecimento da sustentabilidade da comunidade; para isso, a mudança socioambiental deve ser promovida em consonância com a Agenda 21 do Brasil.

Em setembro de 2000, com base nas principais conferências mundiais de desenvolvimento sustentável, líderes de 189 países se comprometeram a reduzir a pobreza extrema em uma série de oito objetivos conhecidos como Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, Devem ser alcançados em 15 anos, por meio, ação do governo nacional e local no combate à desigualdade social, doenças, analfabetismo e degradação ambiental (ONU, 2016).

À medida que o prazo para atingir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs) se aproxima, as Nações Unidas, juntamente com governos, sociedade civil e outros parceiros, aproveitam a oportunidade para avançar na agenda de desenvolvimento pós-2015 mais ampla (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2020); progressos foram feitos em direção a objetivos como:

- Mais crianças estão frequentando a escola primária do que nunca;
- Redução significativa da mortalidade infantil;
- Ampliação significativa do acesso à água potável;
- Metas de investimento no combate à malária, aids e tuberculose economizam milhões (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020, p. 23).

Observando que nem todos os objetivos são totalmente alcançados, especialmente nos países menos desenvolvidos; além disso, as preocupações climáticas, o aumento dos conflitos geopolíticos e o surgimento de novas ameaças globais à saúde demonstram ainda mais a necessidade de objetivos mais amplos e inclusivos.

A sucessora dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, a Agenda 2030, foi apresentada durante a 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas em Nova York em 2015 para fortalecer a paz mundial com mais liberdade e um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade. Entre eles, a ação transformadora é necessária para orientar o mundo em um caminho sustentável e resiliente. Com 17 metas, demonstram a escala que essa nova agenda universal (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020).

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi lançada em setembro de 2015 durante a Cúpula das Nações Unidas e foi adotada por líderes mundiais de 193 estados membros. Essa agenda está vinculada ao resultado da Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável) realizada no Rio de Janeiro, Brasil, em junho de 2012 (NAÇÕES UNIDAS, 2016a). Ele apresenta 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para solucionar alterações sociais, econômicas e ambientais no cotidiano e vida dos seres humanos.

Cada um dos 17 ODS representa um desafio que precisa ser enfrentado para promover um desenvolvimento mais sustentável, equitativo e inclusivo. Embora sejam uma agenda global, tratam de temas de vital importância para os municípios e constituem uma ferramenta que já começou a ser implementada por governos municipais, estaduais e nacionais, diferentes organizações, universidades, empresas, bancos etc. (VIANA, 2007).

À medida que se baseiam nas bases estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs) que vigoraram entre 2000 e 2015, algumas ações estão sendo tomadas para capitalizar o trabalho relacionado aos ODM, enquanto outras estão iniciando novos. A proposta dos ODS não é “reinventar a roda”. É utilizá-los para promover o desenvolvimento da ação integrada, ter uma visão positiva do futuro e ser compartilhado por diferentes grupos, de modo a ter um impacto real na construção do desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

Segundo Gouveia (2012) os municípios têm papel central para o sucesso dessa agenda, pois para disseminar e alcançar os ODS, os gestores municipais precisam incorporar esses objetivos em suas políticas e programas, promover a integração e sustentabilidade das iniciativas, atuar em comum acordo e trabalhar com eles. agentes territoriais. A sociedade civil e o setor privado também são atores-chave e devem ser envolvidos nesse processo.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável possui cinco eixos de atuação. São eles: 1. Pessoas; 2. Planeta; 3. Prosperidade; 4. Paz e 5. Parcerias, apresentados no Quadro 1.

Eixo de atuação	Descrição
Pessoas	Estamos determinados a acabar com a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões, e garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em matéria de dignidade e igualdade, em um ambiente saudável.
Planeta	Estamos determinados a proteger o planeta da degradação, incluindo por meio do consumo e da produção sustentável, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e de medidas urgentes para combater a mudança do clima, para que possa atender as necessidades das gerações presentes e futuras.
Prosperidade	Estamos determinados a assegurar que todos os seres humanos possam desfrutar de uma vida próspera e de plena realização pessoal, e que o progresso econômico, social e tecnológico ocorra em harmonia com a natureza.
Paz	Estamos determinados a promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas, livres do medo e da violência. Não pode haver desenvolvimento sustentável sem paz, e não há paz sem desenvolvimento sustentável.
Parcerias	Estamos determinados a mobilizar os meios necessários para implementar esta Agenda por meio de uma Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável revitalizada, com base no espírito de solidariedade global fortalecida, com ênfase especial nas necessidades dos mais pobres e mais vulneráveis e com a participação de todos os países, todas os grupos interessados e todos as pessoas.

Quadro 1-Eixos de atuação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

Fonte: ONU (2016)

De acordo como Programa das Nações Unidas (2017) os objetivos de desenvolvimento sustentável é composta por 17 objetivos a Agenda convidou os países a trabalharem juntos para enfrentar novos desafios nos próximos 15 anos. A Figura 1 mostra uma ilustração dos ODS1 com ícones e títulos abreviados emitidos pelas Nações Unidas. Nos parágrafos a seguir, cada um dos ODS é apresentado e detalhado quais são seus respectivos objetivos a serem alcançados na Agenda 2030.



Figura 1- Os objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030

Fonte: ONU (2015)

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2016) os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estão mais próximos das pessoas e os governos locais e são atores-chave no alcance de metas e objetivos, essa agenda só pode ser alcançada se os gestores municipais se comprometerem e alinharem as políticas públicas com as métricas estabelecidas. Além disso, os ODS abordam questões-chave para os municípios e levam a visões de futuro muito interessantes:

- Acabar com a pobreza e a fome em todas as suas formas e incentivar a agricultura sustentável (ODS 1 e 2).
- Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos (ODS 3).
- Fornecer educação inclusiva, equitativa e de qualidade e oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ODS 4),
- Alcançar a igualdade de gênero (ODS 5);
- Garantir o acesso à água e saneamento para todos (ODS 6).
- Promover o acesso à energia limpa (ODS 7).
- Assegurar trabalho decente e crescimento econômico sustentável (ODS 8);
- Promover o desenvolvimento industrial, fomentar a inovação e garantir a infraestrutura (ODS 9);
- Reduzir a desigualdade dentro dos países (ODS 10);
- Garantir cidades e assentamentos humanos seguros, inclusivos e sustentáveis (ODS 11);
- Proporcionar oportunidades de consumo e produção sustentáveis (ODS 12),
- Tomar medidas para enfrentar as mudanças climáticas e seus impactos (ODS 13);
- Conservação e uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos (ODS 14);
- Proteger a vida na terra (ODS 15);
- Promover sociedades pacíficas e inclusivas e garantir justiça para todos (ODS 16).
- Fortalecer os meios de implementação, usar dados e estatísticas abertos e revitalizar alianças e parcerias (ODS 17).

A Agenda 2030 só pode ser alcançada se os gestores municipais se comprometerem a alinhar as políticas públicas com as metas estabelecidas.

4. OS OBJETIVOS PELA AGENDA 2030 COM O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A geração de resíduos sempre fez parte da vida humana e vem crescendo desde que as pessoas começaram a se organizarem em comunidades. Entre 2010 e 2019, a população do Brasil aumentou 10%, enquanto a geração de resíduos aumentou 18%. A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) cresce mais rapidamente que o crescimento populacional, resultando em disposição inadequada nos centros urbanos (NAGASHIMA et al., 2011).

Principalmente nas grandes cidades, se não forem gerenciados adequadamente, os resíduos sólidos apresentam riscos ao meio ambiente, afetando a qualidade do solo, da água e do ar em escala global e local. Durante o processo de decomposição, os resíduos produzem não apenas gases tóxicos, mas também gases de efeito estufa (GEEs) que con-

tribuem para o aquecimento global. Uma das principais dificuldades enfrentadas pela administração pública é o controle das fases de geração, armazenamento e destinação dos RSU (CORRÊA et al., 2020).

Além dos riscos ao meio ambiente, os resíduos sólidos também representam uma ameaça à saúde humana. Além de ser fonte de exposição a diversos poluentes, os locais de armazenamento e descarte de lixo também podem propiciar condições para a disseminação de agentes infecciosos. Depósitos de resíduos sólidos, como aterros sanitários e aterros sanitários, representam risco de doenças para as populações que vivem no seu entorno e para os catadores de materiais recicláveis, que muitas vezes ficam expostos a compostos tóxicos sem proteção adequada (GOUVEIA, 2012). De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2002), no Brasil a maior parte dos RSU é destinada a aterros sanitários, porém, grande parte desses resíduos ainda não tem destinação adequada.

A gestão adequada dos RSU não só beneficia o meio ambiente, mas também representa uma oportunidade de geração de renda por meio do trabalho dos catadores de materiais recicláveis. Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010) define em seus instrumentos os incentivos à criação e desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010).

O Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é uma ferramenta de gestão pública para a gestão de resíduos sólidos urbanos e é necessária para obter incentivos e financiamento público (COSTA; PUGLIESE, 2018). Isso está especificado na PNRS (Lei nº 12.305/2010), com 18 elementos mínimos, entre diagnósticos, indicadores, ações, metas, mecanismos financeiros etc. Isso é obrigatório para todos os municípios que incluem unidades protegidas em seu território e deve ser atualizado a cada 10 anos (BRASIL, 2010).

As políticas públicas contam com repositórios de informações que ajudam a entender onde elas devem ser aplicadas. Em nível nacional, a maior fonte de dados sobre resíduos urbanos é o indicador de cidades fornecido pelo Sistema Nacional de Informações em Saúde (SNIS), que tinha 3.617 cidades declarantes em 2017. No total, 97,55% da população urbana é atendida por serviços de coleta de lixo domiciliar, mas apenas 35% da cidade possui coleta seletiva. Em termos de gestão, mais especificamente planos de gestão de resíduos sólidos, apenas 48,63% foram emitidos, um aumento de 193 municípios em relação ao ano anterior (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE, 2017).

Em nível global, em 2015, os estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU) não estavam otimistas em relação a vários aspectos do desenvolvimento sustentável mundial, como indicadores sociais, ambientais e econômicos. As soluções encontradas são baseadas no conceito de desenvolvimento sustentável, atendendo às necessidades do presente sem comprometer os interesses das gerações futuras (PNUD, 2017).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) devem fazer parte das agendas nacionais de planejamento e gestão de políticas públicas para sustentar o progresso social e a recuperação econômica nacional. É também uma oportunidade para os governos e a sociedade civil trabalharem juntos em objetivos como acabar com a pobreza e a fome, erradicar a desigualdade e combater as mudanças climáticas. Os benefícios dos ODS devem atingir todos os brasileiros, portanto, esta é uma oportunidade de ação conjunta, de diálogo entre as políticas locais e as estratégias nacionais de ação (PNUD, 2017).

Considerando que os resíduos sólidos são um grande agressor ao meio ambiente, representando uma ameaça à saúde pública e prejuízos econômicos, este trabalho visa integrar alguns dos ODS com comportamentos e ações locais, levando a uma compreen-

são mais abrangente das questões de degradação ambiental, ao mesmo tempo, promove a exploração de soluções técnicas e práticas ambientalmente sustentáveis relacionadas aos resíduos sólidos. Por isso, é importante compreender os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que completou 10 anos de atuação, para minimizar os impactos ambientais negativos na sociedade decorrentes do uso e consumo não intencional de bens e serviços (BRASIL, 2010):

- I - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - Não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar e descartar resíduos Sólidos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- III - Incentivar padrões sustentáveis de produção e consumo bens e serviços;
- IV - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de limpeza como métodos para minimizar o impacto ambiental;
- V - reduzir a quantidade e a periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI - Incentivar a indústria de reciclagem a promover a reciclagem Matérias-primas e insumos de materiais recuperáveis e reciclados;
- VII - Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- VIII - Articulação entre as diversas áreas do poder público e destas com o setor comercial, visando à cooperação técnica e financeira na gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX - Dar continuidade à capacitação técnica na área de resíduos sólidos;
- X - Regularidade, continuidade, funcionalidade e generalização Prestação de serviços públicos de limpeza urbana e gestão de resíduos Sólida, empregando mecanismos gerenciais e econômicos para garantir a recuperação dos custos dos serviços prestados como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, em atendimento à Lei nº 11.445 de 2007;
- XI - Nas compras e contratações governamentais, prioriza-se:
 - a) produtos reciclados e recicláveis;
 - b) Considerar bens, serviços e obras que atendam aos critérios consumo social e ambientalmente sustentável;
- XII - Integrar os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis em ações de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- XIII - Incentivar a implementação de avaliações de ciclo de vida dos produtos;
- XIV - Incentivar o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial que visem a melhoria dos processos produtivos e o reaproveitamento de resíduos sólidos, incluindo reciclagem e aproveitamento energético;
- XV - Incentivo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável (BRASIL, 2010, Art. 6º).

A maioria das metas está relacionada ao desenvolvimento das cidades, que reduz a vulnerabilidade social e ajuda as pessoas a viver com dignidade. Os programas municipais de resíduos sólidos são uma importante ferramenta para encontrar soluções e meios para

alcançar os ODS. O foco nos resíduos sólidos e a abordagem de questões inerentes e relacionadas facilitam o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), pois uma cidade que os aborda pode apoiar um ambiente saudável, melhoria do bem-estar da população e outros (PLATAFORMA AGENDA PARA SUSTENTABILIDADE URBANA 2030, 2021).

Para avançar em um mundo sustentável, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas adotou uma agenda global em 2015 com 17 metas e 169 metas para os países alcançarem até 2030, incluindo compromissos relacionados a resíduos sólidos. O plano serve como um guia para todas as decisões da ONU sobre sustentabilidade (NAGASHIMA et al., 2011)

A agenda consiste nos chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que determinam ações internacionais em áreas como erradicação da pobreza, segurança alimentar, saúde, educação, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e consumo, mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável das cidades. Nos ODS em relação aos Resíduos Sólidos, destaca-se (BRASIL, 2010):

1. Até 2030, reduzir o impacto negativo sobre o meio ambiente per capita nas cidades, incluindo atenção especial à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais, etc.;
2. Até 2020, alcançar a gestão ambientalmente saudável de produtos químicos e todos os resíduos ao longo de seus ciclos de vida e reduzir significativamente suas emissões para o ar, água e solo, de acordo com os marcos internacionais acordados, para minimizar seu impacto sobre os seres humanos e os efeitos negativos sobre a saúde e o meio ambiente;
3. Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização;
4. Até 2020, proteger e restaurar os ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas húmidas, rios, aquíferos e lagos – acabando com os aterros sanitários;
5. Até 2030, melhorar gradualmente o consumo global de recursos e a eficiência da produção e se esforçar para conseguir dissociar o crescimento econômico e a degradação ambiental de acordo com o “Plano Decenal para Produção e Consumo Sustentáveis”, liderado pelos países desenvolvidos, e melhorar os recursos globais eficiência (PLATAFORMA AGENDA PARA SUSTENTABILIDADE URBANA 2030, 2021).

Os ODS foram estabelecidos durante um processo de negociação global iniciado em 2013, com a participação do Brasil em seu debate e definição. Seja falando sobre resíduos sólidos no dia a dia ou pedindo às autoridades a gestão de resíduos, vale a pena conhecer esses objetivos e utilizá-los como ferramenta (ONU, 2016).

O principal objetivo da Política Nacional de Resíduos Sólidos é ampliar as possibilidades de destinação ambiental adequada dos resíduos sólidos para evitar a degradação ambiental e riscos à saúde humana, proporcionando aos mais pobres a possibilidade de trabalho e renda e lucro para os empresários. Desde a Rio-92, o Brasil percebeu a tecnologia de reciclagem de resíduos sólidos, empresas e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis ultrapassaram as prefeituras na coleta seletiva nas cidades.

Cinco anos após a promulgação da Lei 12.305/10, o lançamento da Agenda 2030 das Nações Unidas reavivou a consciência da importância da gestão de resíduos sólidos para o desenvolvimento nacional sustentável. Enquanto os ODS se concentram em tais desen-

volvimentos, a questão dos resíduos sólidos limita-se a um único objetivo de uma das metas, diferentemente da PNRS, que orienta sobre redução, reutilização e reciclagem, além de direcionar especificamente esse tipo de resíduo. incluindo a elaboração de planos nacionais, estaduais, municipais e de gestão.

Debates entre diferentes concepções de desenvolvimento sustentável e estudos institucionais internacionais visam a uma análise crítica da eficácia do Brasil na implementação da meta 12.5 da Agenda 2030, pois busca descobrir o quanto o país se adaptou às metas globais de desenvolvimento sustentável é a gestão dos recursos locais. resíduos sólidos (estaduais e municipais). No entanto, essa meta é de difícil implementação porque é genérica e não possui toneladas específicas de resíduos a serem reduzidas até 2030 – apenas as reduções substanciais propostas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O fato de o país participar ativamente das maiores conferências ambientais da ONU e trazer duas delas para o Rio de Janeiro soma-se à responsabilidade pelos compromissos assumidos, principalmente por ter a maior biodiversidade do planeta. A criação do CNODS é uma estratégia do governo brasileiro para implementar os ODS no país para fortalecer sua responsabilidade ambiental, econômica e social por meio da Agenda 2030. A análise da participação do Brasil nessa agenda por meio da implementação da PNRS tem suscitado debates sobre o desenvolvimento sustentável, a relação entre o local e o global e as instituições internacionais, especialmente na área ambiental.

Comparando as políticas de gestão de resíduos sólidos dos países desenvolvidos e do Mercosul com a política brasileira de gestão de resíduos sólidos, a PNRS é uma política avançada, pois fornece diretrizes para planos estaduais, municipais e de gestão de resíduos, além de incentivar os entes e empresas federais a incluir catadores de materiais recicláveis. em seus programas. Em relação aos resíduos sólidos, a Lei 12.305/10 é mais abrangente que a Agenda 2030.

Diante disso, a plena implementação da PNRS nos prazos estabelecidos e, portanto, o cumprimento das metas específicas da Agenda 2030, além dos benefícios do desenvolvimento sustentável para o Brasil, impedirá o país de estar na ordem internacional, pois a ONU não tem outra forma de punir o descumprimento O país do país ao qual a organização é assinada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões acerca da temática ambiental nos últimos anos têm ganhado cada vez mais destaque nas mídias televisivas, nas mídias sociais e em outros meios de comunicação. E a partir dessa revisão bibliográfica realizada no desenvolvimento do presente trabalho foi possível obter um breve panorama sobre o desenvolvimento sustentável, abrindo assim, para o entendimento das ações e objetivos da agenda 2030 e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Em vista disso, a total implementação do PGRS e, conseqüentemente, de uma meta específica da Agenda 2030 dentro do prazo estabelecido, além de trazer os benefícios do desenvolvimento sustentável para o Brasil, evitará que o país passe por constrangimentos políticos na ordem internacional, já que a ONU não tem outra forma de punir os países que não cumprem o que foi firmado na organização.

Dessa forma, cumprir o objetivo principal sobre a compreensão da Agenda 2030 num modelo global nacional para a prática local, possibilitou a reflexão de que é necessário o conhecimento dessa agenda ambiental e, que sim existem direcionamentos para que ela

seja implementada e executada de maneira consciente, já que suas premissas são muito coerentes.

Não apenas fazendo parte da agenda de planejamento e de gestão de políticas públicas do país, os ODS devem alcançar todos. E considerando a importância da divulgação acerca da sustentabilidade, especialmente ao incorporar valores sociais, ambientais e econômicos em estratégias a serem criadas e desenvolvidas

Os objetivos específicos, por sua vez, trazem um aprofundamento nas dimensões, nas variáveis e nos índices de desenvolvimento sustentável e local, onde foi possível fazer a integração das metodologias apresentadas juntamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que precisam de mais atenção no cenário municipal e daqueles que se mostram favoráveis e em evolução.

Com isso, espera-se que esse estudo possibilite a outros estudantes, pesquisadores, gestores com novas perspectivas sobre os assuntos aqui abordados, já que do ponto de vista acadêmico ainda são muito recentes, e que tragam à luz diferentes questionamentos, pois o mundo é movido a perguntas e a ciência precisa que elas se expandam.

Referência

BRAGA, Maria do Socorro Vieira. **Cooperação internacional na área de telecomunicações**: um estudo de caso. 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Instituto de Ciência Política e Relações Internacionais, Universidade de Brasília, 2016.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2010.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.) **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

CORRÊA, F. V. S. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na fronteira franco-brasileira: impactos socioambientais. **Revista Ciência Geográfica**, v. 24, n. 2, p. 635-654, 2020.

COSTA, A. M.; PUGLIESI, E. Análise dos manuais para elaboração de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 509-516, 2018.

FERREIRA, Leila da Costa. **A questão ambiental**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2018.

GARCIA, Tatiana de Souza Leite. **Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional**: financiamentos do PPG-7/PDA para o assentamento Riacho das Ostras. 2015. 210 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

LE PRESTRE, Philippe. **Ecopolítica internacional**. São Paulo: Editora Senac, 2017.

LEIS, Héctor Ricardo. **O labirinto**: ensaios sobre ambientalismo e globalização. São Paulo: Gaia, 2018

MENDONÇA, Rinaldo César. **Estado e sociedade na busca do desenvolvimento sustentável em projetos demonstrativos**. 135 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Gestão e Política Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE **Agenda 21 brasileira**. 2020. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-Brasileira.html>>. Acesso em: 28.10.22

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando Nosso Mundo**: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em 28.10.2022.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL- ONU BR. **A Agenda 2030**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022

NAGASHIMA, L. A. et al. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: uma proposta para o município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Technology**, v. 33, n. 1, p. 39-47, 2011.

- NOBRE, Marcos; **Desenvolvimento sustentável:** a institucionalização de um conceito. Brasília: IBAMA, 2012.
- OCDE **Better Life Index**. 2016 Disponível em:< <http://www.oecdbetterlifeindex.org/pt>>. Acessado em: 10.10.2022
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO –
- PENNA, Carlos Gabaglia. **O estado do planeta:** sociedade de consumo e degradação ambiental. Rio de Janeiro: Record, 2015.
- RIBEIRO, Wagner Costa. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2017.
- ROSSIT, Liliana Allodi. Educação e cooperação internacional na proteção do meio ambiente. São Paulo: IOB Thomson, 2016.
- SACHS, José Flávio Sombra. **A hegemonia dos Estados Unidos**. In: Oliveira, H.A.; LESSA, Antônio Carlos (Orgs.) Política internacional contemporânea. São Paulo: Saraiva, 2016.
- Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Painel Resíduos Sólidos Urbanos:** indicadores municipais. Brasília: SNIS, 2017 Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNGVhYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JlZmJhYzFiliwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyNDY3NTJmMDNINCisImMiOjF9>. Acesso em: 27.10.22
- SOARES, Guido Fernando Silva. **A proteção internacional do meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2013
- VIANA, G. **Agenda 21 Brasileira**. 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=908>. Acesso em: 27 out 2022
- VILARINHO, Carlyle R. O. O Brasil e o Banco Mundial diante da questão ambiental. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**. São Paulo, v. 15, 1992.
- VILLA, Rafael Antonio Duarte. **A Antártida no sistema internacional:** análise das relações entre atores estatais e não-estatais com base na perspectiva da questão ambiental. São Paulo: Hucitec, 2014.
- YOUNG, Carlos Eduardo Frickman; LUSTOSA, Maria Cecília Junqueira. A questão ambiental no esquema centro-periferia. **Economia**, Niterói, v.4, n.2, p.201-221, jul./dez. 2012.

4

A EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA SEM PREJUDICAR O MEIO AMBIENTE

*THE EXPANSION OF AGRICULTURAL PRODUCTION
WITHOUT HARMING THE ENVIRONMENT*

Maria Eduarda Alves Eckert de Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Agricultura é uma das primeiras atividades desempenhadas pelos seres humanos que tinham o intuito de promover sua sobrevivência, nesse caso, por meio da produção de alimentos. É inquestionável sua importância no que tange o atendimento de uma das necessidades básicas dos seres humanos, mas apesar disso, é fato também que essa tarefa trouxe outras em problemáticas referentes aos impactos no meio ambiente. Com a inovação nas técnicas de produção, a mecanização dos processos e a utilização de insumos a fim de aperfeiçoar a produtividade e reduzir as perdas por causas naturais, como pragas ou fenômenos da natureza, acarretaram significativos impactos ao meio ambiente. O maior consumidor de água doce (mais da metade) é a atividade agrícola, portanto os mananciais se tornam escassos, o que pode se tornar uma problemática ainda maior futuramente com o esgotamento desses estoques naturais de água. Apesar dos grandes benefícios que a agricultura trouxe para a sociedade, seus resultados podem também prejudicar o meio ambiente e, por conseguinte, a população. Assim, essas alternativas são formas de minimizar ou solucionar esses impactos e fazer com que a produção agrícola e a natureza tenham uma convivência mais amistosa.

Palavras-chave: Agricultura, Impactos, Meio Ambiente, Natureza, Produção.

Abstract

Agriculture is one of the first activities performed by human beings that aimed to promote their survival, in this case, through food production. It is unquestionable its importance with regard to the care of one of the basic needs of human beings, but despite this, it is also a fact that this task has brought others in problems related to impacts on the environment. With the innovation in production techniques, the mechanization of processes and the use of insums in order to improve productivity and reduce losses due to natural causes, such as pests or phenomena of nature, have caused significant impacts on the environment. The largest consumer of fresh water (more than half) is agricultural activity, so the springs become scarce, which can become an even greater problem in the future with the depletion of these natural stocks of water. Despite the great benefits that agriculture has brought to society, its results can also harm the environment and, therefore, the population. Thus, these alternatives are ways to minimize or solve these impacts and make agricultural production and nature more environmentally-like.

Keywords: Agriculture. Impacts. Environment. Nature. Production



1. INTRODUÇÃO

As primeiras evidências da prática da agricultura surgiram por volta de 12 mil anos atrás no período neolítico com a necessidade do homem de descobrir uma nova forma de obter alimentos já que a caça e a coleta se tornaram escassas. A agricultura foi um dos grandes fatores contribuintes para as primeiras civilizações. As inovações nas técnicas produtivas, a mecanização e a utilização de insumos para a melhoria da produtividade provocaram grandes impactos ao meio ambiente. Entretanto, estudos e a criação de técnicas estão buscando diminuir os impactos causados ao meio ambiente, como o reúso da água na agricultura e o incentivo à utilização de fertilizantes e de defensivos biológicos.

O presente estudo sobre a expansão da produção agrícola com menos impactos ao meio ambiente se fez pela necessidade de uma agricultura mais sustentável já que a humanidade precisa dela para a produção de seus alimentos e é inevitável não haver nenhum tipo de impacto, mas com estudos e pesquisas podem-se encontrar técnicas para reduzir ou até mesmo corrigir os danos ambientais causados. A pesquisa irá contribuir com a inovação de técnicas para a prática agrícola mais sustentável com a proposta de garantir às gerações futuras a capacidade de suprir a necessidade de produção gerando menos impactos e uma melhor qualidade de vida.

A prática agrícola representa grande importância para a humanidade e para a economia, pois sua produção é destinada ao consumo humano e para a venda dos produtos obtidos. No entanto, é agravante a utilização de agrotóxicos (inseticidas e herbicidas), pois, ao se infiltrar no solo atingem as águas subterrâneas. As águas das chuvas ao escoarem pelas plantações podem transportar agrotóxicos para os rios, ocasionando a contaminação da água. Diante disso, é possível praticar e evoluir a agricultura causando menos impactos ao meio ambiente?

A partir deste trabalho, espera-se compreender a expansão da agricultura e as técnicas utilizadas visando reduzir os impactos ambientais causados por ela e ter como resultado a preservação dos recursos naturais: Explicar a expansão da agricultura sustentável; Identificar os impactos causados pela agricultura conservadora; Apresentar técnicas agrícolas que geram menos impactos.

A escolha do procedimento de pesquisa se deu por conhecer e buscar a mitigação dos impactos ambientais gerados da agricultura. A escolha feita foi por revisão bibliográfica, encontradas em livros, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, publicados e com relevância desde 1989 até 2006, sempre buscando o melhor para somar ao presente estudo.

2. CARACTERÍSTICAS DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

2.1 Agricultura sustentável

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) a agricultura sustentável envolve fatores como conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, conservação ambiental e uso de técnicas apropriadas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis.

O setor da agricultura é um dos que mais contribuem para o crescimento do PIB nacional respondendo a 21% da soma de todas as riquezas produzidas, um quinto de todos os empregos e 43,2% das exportações brasileiras, chegando a U\$ 96,7 bilhões em 2019.

No entanto, com o cultivo de monocultura, práticas adotadas pelos que movimentam a agricultura a tendência é que o solo se torne infértil. O Brasil é um dos países que mais utilizam pesticidas químicos nos seus cultivos, o que é prejudicial ao solo no decorrer dos anos, o que pode resultar em esgotamento dos recursos naturais do mesmo. Por ser ao longo prazo, o cultivo da prática monocultura se torna prejudicial para o desenvolvimento econômico, pois, com o solo esgotado acontece a redução da produtividade da região.

A agricultura sustentável pressupõe a existência de equilíbrio entre a produção agrícola e a preservação do meio ambiente propondo que as atividades produtivas se desenvolvam de forma equilibrada para que não comprometa os recursos naturais, dando a possibilidade para que as gerações futuras possam atender as suas próprias necessidades.

2.2 Expansão da agricultura sustentável

De acordo com Eos (2020), a agricultura sustentável pode ser descrita como um sistema de práticas agrícolas ecológicas que se baseia em inovações científicas das quais é possível produzir alimentos respeitando a terra, ar, água, saúde e direitos dos agricultores. Uma das vantagens da agricultura sustentável é a preservação e uso das tecnologias e matérias-primas menos nocivas, portanto, sua influência ambiental destrutiva é mínima.

A agricultura sustentável é economicamente viável, além de garantir alimento seguro e saudável para o mercado, pois, neste tipo de agricultura os produtos que vão ser produzidos serão de qualidade superior sendo que não existem resíduos de pesticida e utilizam-se apenas produtos naturais o que por consequência irá beneficiar o meio ambiente através de práticas que não utilizam mecanismos ligados a agrotóxicos e outros químicos que afetam a saúde tanto do ambiente quanto dos homens.

Na figura 1 é representada a policultura que segundo Mundo educação, é a prática de vários tipos de cultivos no mesmo terreno, pois, diferente da monocultura, a policultura permite que o solo descanse, prevenindo contra o esgotamento e o empobrecimento do nutricional do solo. A principal vantagem desse sistema de cultivo é a obtenção de plantas mais fortalecidas devido ao ambiente de competição entre as culturas, as plantas desenvolvem raízes grossas para suprir suas necessidades de água e nutrientes, formando-se então plantas mais fortes e vigorosas. Tal prática favorece a rotação de culturas contribuindo assim para uma menor degradação do solo por estar sempre se renovando, e é conhecida por ser um dos sistemas mais sustentáveis de criação agrícola, natural e orgânica.



Figura 1 – Agricultura sustentável

Fonte: Denisele Flores (2020)

A expansão da produção agrícola sustentável visa melhorar a segurança alimentar e nutricional para todos os envolvidos, diminuir a pobreza, melhoria no bem-estar dos agricultores e trabalhadores agrícolas, conservação dos recursos naturais, diminuir as mudanças climáticas e construir novos sistemas alimentares mais sustentáveis e inclusivos.

2.3 Agricultura sustentável no Brasil

Segundo a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013) –, a agricultura brasileira tem avançado de forma segura rumo à sustentabilidade ao longo das últimas décadas. O país tem feito o uso de alternativas de produção sustentável como Agricultura Orgânica, a Produção Integrada Agropecuária, a Produção Agroflorestal e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). O Brasil é o quarto maior produtor orgânico do mundo. Embora não produza em grande escala, sua produção tem aumentado cerca de 20% ao ano segundo os dados da EMBRAPA.

A agricultura sustentável é bastante difundida e utilizada no Brasil, e tem o projeto Agricultura de Baixo Carbono (ABC) como estratégia para estimular o produtor rural a praticar o cultivo levando em consideração as práticas de preservação ambiental. O Plano ABC é oficialmente denominado Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.

De acordo com a revista Attalea de Agronegócios (2019), o Brasil é o líder mundial da agricultura sustentável, e já apresentou diversas práticas agrícolas sustentáveis como, por exemplo: Plantio Direto que reduz a erosão, aumenta o teor de matéria orgânica do solo reduzindo as incidências de ervas daninhas; a Cultura de Cobertura com múltiplas espécies, também conhecida como Coquetel, uma técnica regeneradora de solos degradados que promove o aumento dos exsudatos radiculares que nutrem o microbioma do solo, permitindo a sua reestruturação e formação de substâncias húmicas; o Rolo Faca para a terminação de Culturas de Cobertura, permitindo o cultivo em plantio direto sem o uso de herbicidas tóxicos e permitindo a formação de cobertura morta que impede o crescimento de mato, retém umidade e baixa a temperatura do solo.

Entre as dimensões propostas por Sachs (1993) e mais recentemente pelas ODS sugeridas pela ONU (2015), para se atingir um desenvolvimento sustentável, ou ainda uma agricultura que seja sustentável, devemos compreender os objetivos que deverão ser alcançados para que a produtividade não resulte em danos ambientais para a sociedade. A sustentabilidade não depende só de boas práticas agrícolas com um manejo correto, mas também da preservação de florestas, recursos hídricos e do comportamento das pessoas. O desmatamento associado à expansão agrícola, particularmente a pecuária extensiva, continua sendo um desafio a ser vencido para o desenvolvimento sustentável e esforços de mitigação do clima, principalmente na América do Sul onde essas atividades são intensivas.

3. AGRICULTURA DE CONSERVAÇÃO

3.1 A agricultura de conservação e o seu papel na manutenção da sustentabilidade

De acordo com o Estatuto Editorial Agricultura e Mar (2018) A agricultura de conservação consiste na utilização de diversas práticas que permitem um uso do solo para fins agrícolas, alterando o menos possível a sua estrutura e biodiversidade, minimizando efeitos como a erosão e degradação do solo. Busca práticas de perturbação mínima, como por exemplo, a rotação de culturas.

A rotação de culturas consiste na alternância planejada e previamente ordenada do cultivo de diferentes tipos de vegetais em um determinado período sobre um dado local. É considerado uma forma prática e eficiente de amenizar o desgaste do solo provocado pela agricultura. Os benefícios da rotação de culturas para o melhor aproveitamento e saúde dos solos estão relacionados tanto com a variação e deposição de matéria orgânica nos espaços agricultáveis quanto com a variação do índice de porosidade, que contribui para elevar o nível de infiltração nas terras férteis. Além disso, cada cultura deixa uma herança biológica nos solos, tornando-os mais propícios para outros tipos de vegetais, conforme estudos biotecnológicos previamente realizados. Segundo Derpsch et al. (1991) é uma sucessão ordenada de diferentes culturas num espaço de tempo, na mesma área, desde que uma mesma cultura não seja implantada na mesma área por um período de pelo menos 2 anos.

Na figura 2 observa-se um exemplo de esquema de sistema de rotação de culturas envolvendo a agricultura de diferentes vegetais em um mesmo espaço, evitando o empobrecimento dos solos.

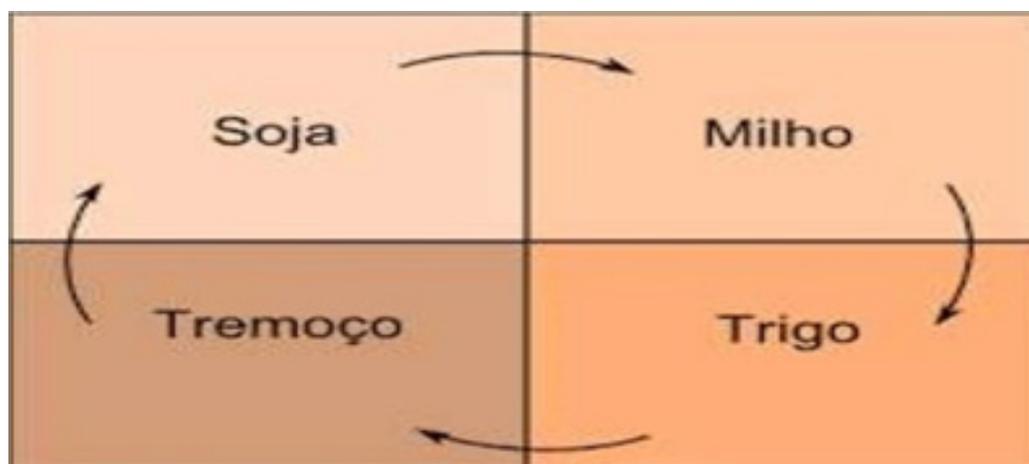


Figura 2 – Esquema de rotação de cultura

Fonte: Pereira (2017)

De acordo com Rodrigues (2016) as práticas agrícolas conservacionistas têm um importante papel na superação do desafio da expansão da produtividade e na manutenção da produção agrícola sustentável. Algumas destas práticas, como o uso de rotação de culturas, terraços, plantio em curvas de nível, lavoura para recuperação de pastagens e pousio ou descanso do solo, possuem significativo potencial de preservação dos recursos naturais, como solo, biodiversidade, recursos hídricos, além da manutenção de níveis de produtividade, com potencial de aplicação, sobretudo, por pequenos produtores.

Segundo Bayer (1999) adotando ao sistema da rotação de culturas, devemos considerar que seus resultados em economia e renda serão notados somente médio a longo prazo, no entanto essa prática é fundamental para a manutenção e melhoramento da fertilidade do solo, resumindo-se a ciclagem de nutrientes, a qual varia conforme o sistema radicular das culturas utilizadas, diversificação biológica e controle de pragas e doenças.

3.2 Impactos econômicos da agricultura de conservação

Segundo a Revista de Economia e Sociologia Rural (2020) o desafio de desenvolver sistemas produtivos capazes de atender às demandas atuais do mercado e da sociedade – sem causar impactos negativos e comprometer as gerações futuras – tornou-se imprescindível para os estabelecimentos rurais brasileiros. Entretanto, esta tarefa não é fácil, pois demanda reformulação dos procedimentos adotados, de culturas utilizadas e de estratégias empregadas. Essas transições, de certo modo, geram incertezas para os agricultores, pois eles receiam a perda da lucratividade e da produtividade, além do aumento dos custos.

Putte *et al.* (2010) afirma que diversos estudos mostraram que a agricultura de conservação ocasiona a sustentabilidade ambiental por meio do combate à erosão e da conservação do solo e da água. No entanto, esse não é o principal fator impulsionador nas decisões dos agricultores em adotar ou não as práticas conservacionistas. Para serem atrativas e passíveis de adoção por parte do produtor, é fundamental que estas gerem lucro e ganhos de produtividade no final do processo produtivo. Assim, os fatores econômicos tendem a ser mais relevantes, porém há ainda muitas incertezas neste domínio.

Deste modo, considerando que a viabilidade econômica é o princípio norteador dos agricultores e o fato de a sustentabilidade pautada nas práticas conservacionistas ser imprescindível para a manutenção de uma produção agrícola sustentável, há assim um impasse. Ponderando a necessidade de sobrevivência dos estabelecimentos rurais a partir do lucro e do retorno sobre o capital investido, seria simplório o pensamento de que estas práticas poderiam ser desenvolvidas somente a partir da conscientização dos agricultores.

4. TÉCNICAS AGRÍCOLAS QUE GERAM MENOS IMPACTOS

4.1 Plantio direto

Dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2018) indicam que um terço dos solos do mundo está degradado. Isso significa que perderam, em algum grau de intensidade, sua capacidade de gerar serviços ecossistêmicos, como regulação hidrológica, sequestro de carbono ou retenção de nutrientes para a produção de alimentos. Para evitar que esse quadro se intensifique, a agricultura tem um papel fundamental. Por meio de técnicas sustentáveis de plantio é possível aumentar a qualidade do solo, permitindo que ele continue sendo uma importante fonte de serviços naturais que beneficiam toda a sociedade.

Conhecido por ser uma técnica de cultivo conservacionista, que busca manter o solo com os resíduos vegetais da última cultura cultivada e a palhada de alguma espécie de forrageira, o SPD é formado por três princípios básicos que são, o não revolvimento do solo, a rotação cultural e a cobertura morta que tem por finalidade proteger o solo do impacto direto das gotas da chuva e do escoamento superficial da água da chuva, que pode causar uma erosão. (PECHE FILHO, 2005).

Com a técnica de plantio direto acaba diminuindo a emissão de gases estufa tendo um resultado positivo ambientalmente no mundo, devidamente pelo fato desse sistema ser bem utilizado para produção de grãos no Brasil, como feijão, soja, milho, arroz e trigo, são culturas que não exigem um preparo de solo, tendo uma grande redução de gases. Para pecuaristas de leite e corte, que criam ovinos e caprinos, as vantagens com a produção de milho, sorgo entre outros produtos, dará mais qualidade na estrutura do solo. (LAZIA, 2012).

4.2 Cobertura de solo

Na escolha de uma planta de cobertura de solo é necessário que a planta seja adequada para o clima e local, assim será mais rápida a produção de fito massa, quanto mais rápido o crescimento dessas plantas mais benefícios físicos terá, tendo uma cobertura pra proteger o solo de erosão e de plantas daninhas, este é um dos requisitos mais importantes pois a superfície do solo deve ter 80% tampado com os restos culturais (ALVERENGA et al., 2016).

Existem alguns benefícios no uso da cobertura de solo, como: a formação de cobertura vegetal que impede um encontro direto das gotas da chuva no solo, e com isso, impedindo a erosão superficial no solo, manutenção da umidade do solo, diminuindo as perdas por evaporação, reduzindo a necessidade de irrigação, alto nível de infiltração de água no solo, que diminui o escoamento superficial, implementação da reciclagem de nutrientes no solo, através de espécies com sistema radicular mais profundos, aproveitando os nutrientes já perdidos, melhorar o manejo de plantas invasoras, cultivando plantas de cobertura com alto grau de competitividade, e com isso economizando capinas, aumento do teor de matéria orgânica do solo, melhorando características físicas, químicas e biológicas do solo, aumentar a biodiversidade, mantendo um equilíbrio das espécies, e então resultando um menor surgimento de pragas e doenças, regulação térmica do solo, amenizando a temperatura nas horas mais quentes do dia tendo uma redução de até 10°C na palhada da superfície do solo (SILVA, 2015).

Entre os benefícios a serem trazidos por essas plantas de cobertura, destaca-se o aumento do carbono nos solos e a diminuição de perdas por lixiviação de nutrientes solúveis. Para o sucesso desse processo é fundamental o uso do sistema de plantio direto, com o objetivo de manter a palhada e resíduos para o sistema produtivo. O plantio direto é uma prática conservacionista, onde a semeadura é feita diretamente sobre a palhada da cultura anterior, reduzindo o impacto das gotas de chuva, a temperatura do solo, conservando a umidade do mesmo e melhorando o controle das ervas daninhas (TORRES, 1999).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o exposto, para elucidar as considerações finais deste trabalho resgatou-se o problema de pesquisa sobre a possibilidade de praticar e evoluir a agricultura causando menos impactos ao meio ambiente. A agricultura sustentável respeita o meio ambiente, é



justa do ponto de vista social e pode ser economicamente viável.

Através da agricultura de conservação é possível a utilização de diversas práticas permitindo o uso do solo para a agricultura alterando o menos possível a sua estrutura e biodiversidade. Um exemplo das práticas buscadas por esse tipo de agricultura é a rotação de culturas que permite o cultivo de diferentes tipos de vegetais em um determinado período e local, uma forma prática e eficiente de amenizar o desgaste do solo provocado pela agricultura.

Dessa forma, pode-se concluir que a agricultura tem evoluído nas últimas décadas rumo à sustentabilidade por meio de alternativas, estudos e práticas agroecológicas buscando reduzir os impactos causados ao meio ambiente e assim a agricultura, o meio ambiente e a economia poderão andar juntos.

Referências

- ATTALEA, agronegócios. Brasil: **Líder mundial da agricultura sustentável**, 2019.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de coberturas de solo, plantio direto e preparo conservacionista**, IAPAR, 1991.
- LAZIA, Beatriz. **As vantagens do plantio direto: essa técnica contribui para a formação de um sistema mais saudável, beneficiando a agricultura e a sociedade**. 2012.
- PECHE FILHO, Afonso. **Mecanização do Sistema de Plantio Direto**. 2005.
- Putte, A. V., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., & Demuzere, M. (2010). Assessing the effect of soil tillage on crop growth: a meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*, 33(3), 231-241.
- Rodrigues, A. S. (2016). **Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso do milho híbrido** (Tese de doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-56.
- SILVA, J. E. da; RESCK, D. V. S. Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**, 1., 1996, Ponta Grossa, PR. Palestras... Ponta Grossa, PR: IAPAR, PRP/PG, 1997. 275 p. Editado por Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto, Dirk Claudio Ahrens e Michel Jorge Samaha.
- TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 23).

5

A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

THE IMPORTANCE OF WASTEWATER REUSE

Laine Beatriz Santos Rodrigues de Jesus

Resumo

O principal objetivo deste estudo foi analisar a importância da reutilização das águas residuais. Para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa o procedimento metodológico utilizado foi uma revisão bibliográfica sobre o tema apresentado. Para isso, buscou-se autores de livros, dissertações, artigos, revistas, publicações científicas e materiais relevantes que deram subsídio à elaboração deste estudo. Como resultado deste trabalho, observou-se que uma ETAR representa uma importante unidade que trata os esgotos através de processos físicos, químicos e biológicos. Os seus aspectos de funcionamento estão relacionados ao tratamento preliminar, primário, secundário e terciário dos efluentes. Desta forma, as Estações de Tratamento de Águas Residuárias – ETAR são unidades de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ambiental dos corpos hídricos receptores de efluentes, além de serem consideradas importantes soluções para o controle da poluição destes corpos.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Águas Residuárias. Alternativa Ambiental. Corpos Hídricos.

Abstract

The main objective of this study was to analyze the importance of wastewater reuse. For the development of this research work, the methodological procedure used was a bibliographic review on the subject presented. For this, authors of books, dissertations, articles, magazines, scientific publications and relevant materials that gave support to the elaboration of this study were sought. As a result of this work, it was observed that a WWTP represents an important unit that treats sewage through physical, chemical and biological processes. Its operating aspects are related to the preliminary, primary, secondary and tertiary treatment of effluents. Thus, the Wastewater Treatment Stations – WWTP are extremely important units for maintaining the environmental balance of water bodies receiving effluents, in addition to being considered important solutions for controlling the pollution of these bodies.

Keywords: Wastewater Treatment Plant. Environmental Alternative. Water Bodies.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos componentes que compõem a terra sendo um elemento muito importante para a sobrevivência do ser humano e de toda a natureza. No entanto, milhares de pessoas utilizam a água de forma inadequada todos os dias, e milhares de fábricas consomem grandes quantidades de água que muitas vezes não são reutilizadas em processos industriais.

O gerenciamento dos recursos hídricos tem um grande desafio, equilibrar a necessidade dos usuários e a disponibilidade de água. A pressão sobre os recursos hídricos pode ser reduzida com o controle das demandas. O reúso de água surge atuando em dois aspectos como instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar.

O tema escolhido tem a finalidade em entender que o reúso de água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Diante desse contexto, justifica-se que este trabalho abordará a importância do reúso residencial de água e proteção de mananciais, incluindo uma política hídrica eficaz e seu uso adequado, adotando tratamento eficaz de efluentes domésticos, industriais e práticas de reúso. O reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior.

Nota-se que o aumento da população mundial é responsável pela crescente escassez de água natural, bem como pelo tratamento inadequado de efluentes líquidos, distribuição desigual da água e uso descuidado. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é: Qual a importância da reutilização das águas residuais sem gerar danos à saúde ambiental?

No objetivo geral do presente estudo analisar a importância da reutilização das águas residuais. Além dos objetivos específicos que é conceituar o reúso de água abordando a importância do uso desse do recurso híbrido e os principais processo do tratamento da água; identificar a ausência de tratamento de efluentes e a ocorrência de doenças e apresentar as vantagens da aplicação da água residual como fonte de alternativa.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Ambiental, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 11 anos, na língua portuguesa.

2. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS

Rezende (2016) explica que a água corresponde a um imenso recurso natural do qual as sociedades humanas necessitam para sobreviver. Em várias partes do mundo, o acesso à água compete com obstáculos na distribuição da população. A grande demanda dos centros urbanos e degeneração dos mananciais, e esse cenário vem acompanhado de um

progresso de esclarecimento da população a respeito da relevância do uso consciente, do controle de perda e desperdícios da água.

Segundo Borges (2013) o reuso da água é conceituado como a reutilização de águas residuárias diretamente das funções domésticas e industriais, aplicada diversas vezes, para a sua utilização inicial ou não. Quando é feita a reutilização internamente dessa água o sistema de tratamento caracteriza-se reaproveitamento de água.

O emprego de águas residuárias domésticas como fonte de solução de água mostra que existem vários benefícios, como por exemplo (GOHRINGER, 2016):

- Alívio da serviços e conservação da demanda de água para aplicação de diversos;
- A reaproveitamento de nutrientes, propondo economia de matéria-prima, como fertilizador e ração animal;
- A expansão de áreas úmidas e a recuperação de locais danificados;
- A diminuição da projeção de rede de esgotos em locais receptores, diminuindo nas consequências ambientais;
- A promoção, em longo prazo, de uma fonte confiável de abastecimento de água dentro de uma comunidade;
- A gestão do serviço de água no período da seca, no planejamento global dos recursos hídricos;
- O estímulo da população para preservar a água e a aceitação de rotinas na reutilização (GOHRINGER, 2016).

O reuso pode ser resultado de atividades organizadas, quando o resíduo cuidado é reaproveitado de maneira direta ou na forma responsável; ou não planejadas, quando o reuso ocorre indiretamente sem que esta seja a intenção (BREGA FILHO; MANCUSO, 2013).

Borges (2013) sugere a seguinte nomenclatura para várias maneiras de reuso:

- Reuso indireto não planejado da água: é aquele em que a água aplicada em alguma ação humana é lançada na natureza mas uma vez aplicada à vazante em sua maneira solvente não intencional e não controlada;
- Reuso indireto planejado da água: acontece quando o resíduo logo após de cuidados são lançados de maneira organizada para serem aproveitados a jusante;
- Reuso direto planejado da água: acontece quando os resíduos após corretamente cuidados são conduzidos diretamente do seu ponto de descarga até o local do reuso, sofrem em seu caminho as soluções cabíveis, mas não sendo descarregados no meio. Ex.: irrigação, recarga de aquíferos, usos industriais e até mesmo passar por tratamento para se adequar ao padrão de potabilidade servindo como água de abastecimento.

Van Der Hoek (2014) diz que na procura por uma regularização e levando a importância da presença de diversos exemplos de reuso direto intencional, incluindo de maneira organizada, sem cuidado prévio dos efluentes, recomenda a seguinte categoria:

- Reúso planejado ou não planejado (formal e informal);
- Uso direto de esgotos não tratados;
- Uso direto de esgotos tratados;
- Uso indireto de esgotos, tratados ou não.

Para Van Der Hoek (2014) o que diferencia a reutilização formal e informal é a presença de algum padrão de autorização ou domínio por parte das competências em relação ao primeiro.

A nomenclatura aplicada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) nos “Cadernos de Engenharia Sanitária e Ambiental” publicada em 1992 é a mesma sugestão por Brega Filho e Mancuso (2013), onde o reúso da água é compartilhado em duas classes: Água potável e água não potável, que pode ser direta ou indireta, para vários objetivos, pois a maioria da utilização não obriga a qualidade da água potável. Essa especificação é detalhada na Figura 1.

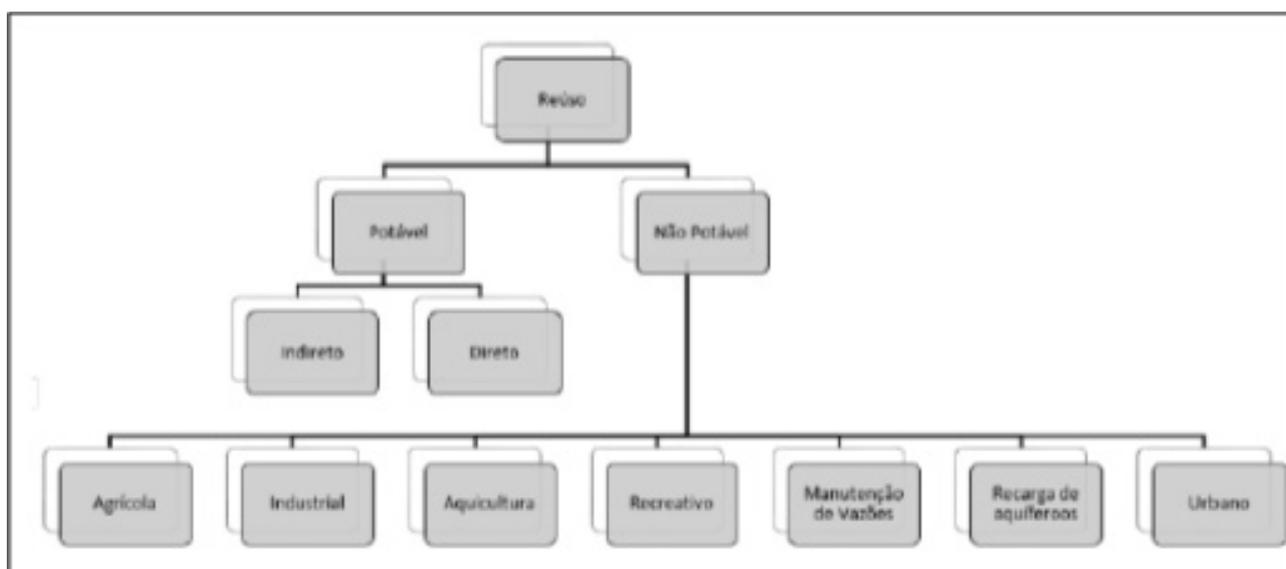


Figura 1 -Classificação dos tipos de reúso segundo Westerhoff (1984)

Fonte: Rezende (2016)

Reúso potável:

- Direto: após tratamento avançado, o efluente recuperado é reutilizado diretamente no sistema de água potável.
- Indireto: As águas residuais tratadas são tratadas em águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e posterior captura, tratamento e, finalmente, uso com água potável (REZENDE, 2006)

Reúso não potável:

- Para fins agrícolas: Fertilize plantas comestíveis (se árvores, grãos etc.) e plantas não comestíveis (como gramíneas e forragens) e animais aquáticos.
- Para fins industriais: abrange usos para refrigeração, água de processo, para caldeiras etc.
- Para fins urbanos: reaproveitamento de água em jardins, plantas ornamentais, quadras esportivas, parques etc., descargas de vasos sanitários, lavagem de pisos, lavagem de carros, ornamentais, piscinas recreativas etc (REZENDE, 2006).
- Para manutenção de vazões: o uso de esgoto tratado é projetado para diluir adequadamente a carga poluente final no curso d'água, incluindo fontes de difusão, além de proporcionar vazão mínima durante as estações secas.
- Aquicultura: incluindo a produção de peixes e plantas aquáticas para alimentação e/ou energia, utilizando nutrientes presentes em águas residu-

ais tratadas.

- Recarga de aquíferos subterrâneos: isso pode ser feito diretamente por injeção de esgoto tratado sob pressão ou indiretamente usando água de superfície que recebeu descarga de esgoto tratado a montante (REZENDE, 2006).

Embora sejam fornecidos exemplos de aplicações práticas bem-sucedidas, a o uso direto não é recomendada para uso repetido. Isso se deve à dificuldade em caracterizar detalhadamente o efluente e, portanto, representa um risco à saúde humana (FLORENCIO; BASTOS; AISSE, 2016).

A Agência Americana de Proteção Ambiental (United States Environmental Protection Agency – USEPA) subdivide os usos agrícolas e urbanos em restrito e irrestrito, que são caracterizados pelo grau de restrição de acesso ao público a áreas, técnicas de aplicação dos esgotos ou de plantas irrigadas (controle da exposição humana), e consequentemente, as exigências de tratamento e o padrão de qualidade de efluentes.

O uso irrestrito caracteriza-se pela prática do reúso não potável de água em instalações municipais onde o acesso ao público é irrestrito, como parques públicos, playgrounds, jardins de escolas e residências, descargas sanitárias, ar condicionado, reserva de proteção à incêndios, usos na construção civil e fontes ornamentais. Em contrapartida, o uso restrito representa o reúso não potável de água em instalações municipais onde o acesso ao público é controlado ou restrito por barreiras físicas ou institucionais, como cercas, sinalização ou acesso temporário restrito, por exemplo: campos de golfe, cemitérios e autoestradas.

Características de uso irrestrito em parques públicos, playgrounds, jardins escolares e residenciais, banheiros, ar condicionado, reservas de incêndio, construção civil e fontes ornamentais. Já o uso restrito refere-se ao reaproveitamento de água não potável em instalações municipais onde o acesso público é controlado ou restringido por barreiras físicas ou institucionais, como cercas, sinalização, ou acesso temporário restrito, como campos de golfe, cemitérios e rodovias (EPA, 2012).

Para determinar os padrões de qualidade da água de reúso, primeiro é necessário entender os principais componentes que compõem o esgoto doméstico da ETE. Os esgotos domésticos consistem principalmente em resíduos domésticos e comerciais, águas de infiltração de redes de coleta e, em última análise, resíduos industriais não representativos. As águas residuais domésticas provêm principalmente de edifícios residenciais, comerciais, instituições ou edifícios com casa de banho, cozinha ou lavanderia. É composto principalmente por água de banho, urina, fezes, papel, sobras, produtos de limpeza e água de lavagem (JORDÃO; PESSOA, 2011).

Desta forma, Bazzarella (2015), o esgoto doméstico gerado pela residência é classificado da seguinte forma:

- Água cinza (greywater): águas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários;
- Água negra (blackwater): O efluente do recipiente é principalmente fezes, urina e papel higiênico;
- Água amarela: representando somente a urina.
- Água marrom: representando somente as fezes.

As propriedades desses tipos de água são importantes para o bom funcionamento do sistema de reuso e para a seleção adequada do processo de tratamento a ser utilizado.

Compreender os parâmetros que caracterizam as águas residuais é importante para

determinar o possível impacto desses parâmetros no meio ambiente e na saúde e bem-estar da população. Por esse motivo, a legislação estabeleceu padrões e restrições para a existência desses parâmetros. Portanto, a forma de operação da estação de tratamento de esgoto deve garantir que o esgoto descartado atenda aos padrões estipulados pela legislação vigente, além de garantir a manutenção do equilíbrio local e da qualidade ambiental de recebimento do esgoto.

A qualidade do esgoto produzido deve ser definida com base em informações mensuráveis para definir seus parâmetros químicos, biológicos e físicos (VITERBO, 2008). Quando esses parâmetros são observados e mantidos dentro da faixa estabelecida, esse esgoto pode ser utilizado ou receber tratamento. Nirenberg e Ferreira (2005) apontam que essas características (químicas, físicas e biológicas) são os motivos dos transtornos de receber corpos d'água.

A temperatura da água residual é uma característica muito importante. Descreve os parâmetros de poluição térmica que ocorrem devido à perda de calor na indústria ou em processos de resfriamento (GIORDANO, 2005). O aumento da temperatura do efluente leva à diminuição do nível de oxigênio dissolvido na água, interrompendo o desenvolvimento de microrganismos na água, afetando sua atividade biológica (MATUSAKI, 2009),

A presença de coloides e a transparência do esgoto sanitário podem ser entendidos verificando a cor e turbidez (GIORDANO, 2005). Para Matusaki (2009), quando se trata de um efluente tratado por uma membrana de ultrafiltração, o valor não deve ultrapassar o limite de 5.

A matéria sólida é considerada uma das principais características físicas das águas residuais. É formado por aproximadamente 70% de sólidos voláteis e 30% de sólidos fixos (JORDÃO; PESSOA, 2005).

3. A AUSÊNCIA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS

O tratamento desses efluentes, sobretudo o tratamento do esgoto doméstico, impacta diretamente na saúde das pessoas, visto que a água contaminada pode provocar doenças como cólera, amebíase, disenteria, hepatite A e muitas outras. Portanto, investir em saneamento básico é investir na qualidade de vida da população e também economizar na saúde (TITANUS SOLUÇÕES SUSTENTAVEIS, 2020).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), para cada real investido em saneamento básico gera-se uma economia de até quatro reais na saúde. Além disso, os reflexos do tratamento do esgoto podem ser observados também em outras áreas importantes para o desenvolvimento de uma nação, como no setor de construção civil gerando emprego e renda (MOTA, 2007).

Entretanto, perante toda essa análise sobre os benefícios de se investir em saneamento básico, cerca de 100 milhões de brasileiros não possuem coleta de esgoto nas suas residências, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2019 (MORAES; JORDÃO, 2002).

Esse número representa quase a metade da população brasileira atualmente, o que deixa esse cenário ainda mais surpreendente. Diante dessa realidade, a universalização dos serviços de água e esgoto é um assunto que necessita total atenção e urgência (TITANUS SOLUÇÕES SUSTENTAVEIS, 2020).



No dia 24 de junho de 2020, o Senado aprovou um projeto de lei (PL 4162/2019) intitulado o novo marco legal do saneamento. A proposta tem como objetivos promover a coleta de esgoto e fornecer água potável para mais de 90% da população brasileira até o final de 2033 (MOTA, 2007).

Além disso, essa lei aumenta a concorrência entre as empresas que prestam serviços a esse setor, dando uma maior abertura às empresas privadas, que atendem 6% das cidades atualmente. O projeto também estende os prazos para o fim dos lixões a céu aberto. Há controvérsias sobre o assunto, mas é incontestável a importância de se colocar em pauta um tema de tamanha relevância para a sociedade.

Analisando as consequências do tratamento de efluentes para o meio ambiente, é nítido perceber que a poluição nos corpos hídricos é um dos maiores problemas ambientais do Brasil, ao lado dos lixões a céu aberto, poluição atmosférica e desmatamento.

Dados do Instituto Trata Brasil mostraram que, em 2017 o Brasil lançou aproximadamente 5.622 piscinas olímpicas de esgoto não tratado na natureza. Esse esgoto doméstico, quando lançado diretamente em rios, lagos ou córregos, provoca um fenômeno conhecido como eutrofização. Uma grande quantidade do oxigênio presente na água é consumida devido à proliferação de algas aeróbicas e isso ocasiona a morte de muitos peixes (TITANUS SOLUÇÕES SUSTENTAVEIS, 2020).

Siqueira et al. (2017) asseveram que o impacto negativo da falta de saneamento básico sobre a saúde da população com o passar do tempo vem se tornando mais frequentes principalmente, em comunidades pobres

Na ausência de saneamento básico, as pessoas ficam vulneráveis a riscos de saúde, visto que é comum o despejo de excreção animal em via pública, a existência de terrenos baldios, esgotos domésticos a céu aberto, entre outros. Associado a isso, têm-se as precárias instalações hidráulicas que combinam com a falta de higiene e ausência de informação o que colaboram frequentemente com a proliferação de doenças infecciosas na população (RIBEIRO; ROOKE, 2010)

Bernardes e Bernardes (2013) afirmam que quando o ser humano tem acesso a condições adequadas de moradia e a serviços de saneamento básico, se reduz a vulnerabilidade socioambiental.

A falta de saneamento prejudica a saúde individual, eleva os gastos públicos e privados na área da saúde com o tratamento de doenças. Devido a isso, foi elaborada uma classificação para as doenças infecto-parasitárias que têm o ambiente como potencial determinante, as “Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado” (DRSAI) (SIQUEIRA et al., 2017).

A água de má qualidade é responsável por grande parte das doenças que se proliferam nos países em desenvolvimento (OMS, 2014). Nomura et al., (2017) destacam que garantir água de qualidade para a população deve ser prioridade, além de ser uma necessidade básica é essencial a prevenção de doenças. Destacam, ainda, a importância de estudos relacionados a diversidade geoclimática, socioeconômica e a distribuição da população, sendo que no Brasil é comum captar, tratar e consumir água de rios, onde concomitantemente é feito o despejo de esgoto.

Barcellos et al., (2009) asseveram que o processo de mudanças climáticas associado à falta de saneamento básico, podem ocasionar enchentes e inundações, o que aumenta a incidência de doenças infecciosas e de veiculação hídrica

Nomura et al (2017) asseveram que mortes de milhões de pessoas ocasionadas por

doenças transmitidas pela má qualidade da água poderiam ser evitadas se houvesse fornecimento adequado e melhorias nos serviços de saneamento relacionados ao abastecimento de água tratada. Tucci (2001) afirma que em países em desenvolvimento o fato de a maioria das vezes o abastecimento de água ser feito em poços ou corpos d'água que ficam próximos ao local onde o esgoto doméstico é lançado de forma inadequada, os riscos de contaminação aumentam.

Muitas doenças que afetam a população estão relacionadas à poluição da água. Entre eles, os mais proeminentes são a leptospirose, amebíase, hepatite infecciosa, diarreia, disenteria e giardíase. A falta de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, por sua vez, levará à propagação da febre tifóide e paratifóide, tricuriídeos, ascaríase e ancilostomíase.

As águas residuais não tratadas e a sua descarga em corpos d'água podem causar muitos problemas sociais, econômicos e ambientais. Esse efeito está relacionado à presença de microrganismos e substâncias patogênicas no esgoto e às mudanças nas características do corpo d'água que recebe o esgoto (MOTA, 2007).

A cada 14 segundos, uma criança morre de uma doença causada por água contaminada. Segundo dados do Instituto de Economia Aplicada (IPEA), na década de 1990, a taxa de mortalidade infantil no Brasil por insuficiência de saneamento básico era de 59,1%. Esse fato se deve principalmente à falta de investimentos no Brasil em serviços de saneamento básico, principalmente coleta e tratamento de esgoto doméstico (OGERA; PHILIPPI JR., 2004).

Desde o nascimento da civilização humana, os humanos compreenderam intuitivamente que a água poluída por rejeitos pode espalhar doenças. Por exemplo, as civilizações grega e romana têm desenvolvido tecnologias para tratar e distribuir a água consumida. A descoberta de que organismos microscópicos podem espalhar doenças foi descoberta no século 19, por volta de 1850, por meio de pesquisas do cientista Pasteur. Com essas descobertas, pode-se confirmar que mesmo a água limpa de superfície pode propagar doenças (NOMURA et al., 2017).

Cavinatto (2018) explicou que uma das principais funções do tratamento de águas residuais é prevenir a propagação de vetores de doenças através da água contaminada. O mesmo autor explica que os vermes presentes no solo também podem se espalhar para quem anda descalço pelo contato com a pele.

A Organização Mundial da Saúde define o termo saúde como um estado de bem-estar físico, psicológico e social de um indivíduo, não apenas um estado sem doença. No Brasil, as condições de saneamento instáveis e inadequadas acabam exacerbando a disseminação de doenças pelo esgoto não tratado. Sem instalações sanitárias e sistemas de tratamento de esgoto, várias doenças infecciosas podem ser transmitidas pela água. Nesse caso, a implantação do sistema de tratamento de esgoto significará o fim do ciclo de transmissão da doença (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

Os parasitas geralmente têm dois estágios de vida: um no hospedeiro e outro no ambiente. No hospedeiro, apresentam condições ideais de desenvolvimento, como temperatura e umidade adequadas e alimentação adequada (BARROS et al., 2015).

Ao contrário, quando estão no meio ambiente, são facilmente ameaçados e morrem devido ao excesso de luz, falta de oxigênio, calor e comida. O tempo que esses microrganismos passam fora do hospedeiro deve ser suficiente apenas para que eles entrem em contato com novos organismos e continuem seu ciclo de vida (OGERA; PHILIPP JR, 2004).

A presença de substâncias químicas e orgânicas e inorgânicas potencialmente tóxicas e de micro-organismos patogênicos na água recuperada pode apresentar riscos à saúde pública, através da exposição do homem aos contaminantes presentes no mesmo.

Dependendo da concentração dessas substâncias, elas se tornam prejudiciais ao homem.

A poluição dos recursos hídricos como resultados dos lançamentos de resíduos resultantes dos usos e atividades urbanas, é uma alteração que pode acarretar sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Os usos e atividades rurais podem provocar, também, alterações no ambiente natural, com reflexos sobre os recursos hídricos, além da poluição resultante do uso de pesticidas e fertilizantes (MOTA, 2005). O Quadro 2 demonstra os riscos à saúde relacionado com os tipos de reuso.

Forma de Reuso	Risco à Saúde
Agrícola	Contaminação de alimentos (substâncias químicas tóxicas); Contaminação direta de trabalhadores; Contaminação do público por aerossóis; Contaminação de consumidores de animais que se alimentam das pastagens irrigadas ou criados em lagoas contaminadas.
Industrial	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso; Se utilizada como água de processo pode haver contaminação de produtos comestíveis; Contaminação direta de trabalhadores.
Recreacional	Doenças da veiculação hídrica, infecção nos olhos, ouvidos e nariz; Contaminação direta de trabalhadores.
Recarga de aquíferos	Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável; Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso urbano não potável	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso; Contato com a água recuperada utilizada para irrigação de parques e jardins ou lavagem de ruas; Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso potável	Ingestão de contaminantes biológicos e químicos; Contaminação direta de trabalhadores.

Quadro 2 – Relação entre tipo de reuso e os riscos à saúde associados

Fonte: Mota (2005)

Bernardes e Bernades (2013) explicam que os parasitas costumam ser eliminados junto com seus excrementos, ou seja, fezes, urina e escarro, por meio de portadores e, a seguir, misturados a microrganismos que vivem livremente no solo, na água e no ar. Portanto, uma pessoa que goza de boa saúde pode adoecer se ingerir água ou alimentos contaminados, também se andar descalço, ou tocar diretamente na terra que contém excrementos de enfermos.

Os parasitas geralmente são transmitidos por insetos (moscas, mosquitos, pulgas e baratas), ratos e outros animais, por isso são chamados de portadores. Normalmente, a transmissão da doença ocorre quando esses animais mordem um paciente e depois mordem uma pessoa sã (MOTA, 2007).

Nomura et al (2017) afirmam que a maioria das doenças transmitidas ao homem são causadas por microrganismos, que são pequenos organismos que não podem ser observados a olho nu. Os principais grupos microbianos que podem causar doenças humanas são: vírus (como o vírus da hepatite); bactérias (patógenos da cólera); protozoários (como ameba); vermes que causam vermes podem ser microscópicos (agente causador da elefantíase) ou pode ser maior (como lombrigas).

A presença de coliformes fecais indica contaminação fecal. Quando é observada a

presença de bactérias do grupo dos coliformes, considera-se que a água está contaminada com fezes. Esses coliformes também podem ser encontrados no solo e nos alimentos. Essas bactérias vêm de animais que utilizam água de rio ou esgoto doméstico despejado diretamente no rio, tornando a água imprópria para consumo (BARROS et al., 2015)

4. A IMPORTÂNCIA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS PARA O CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA

As Estações de Tratamento de Águas Residuárias – ETAR são unidades de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ambiental dos corpos hídricos receptores de efluentes, além de serem consideradas importantes soluções para o controle da poluição destes corpos. Estas estações, geralmente localizadas no fim dos cursos hídricos, recebem continuamente os resíduos líquidos provenientes das atividades urbanas drenados pelas redes de esgotamento sanitário. Após o tratamento do efluente, este é direcionado para os corpos hídricos dentro dos limites e padrões aceitáveis de qualidade, de forma a causar o mínimo de impactos ambientais. Metcalf e Eddy (2003) ressaltam a importância destas unidades para o controle ambiental:

As estações de tratamento de águas residuárias, são utilizadas com o objetivo de simular os fenômenos naturais de degradação em condições controladas. Estes métodos de tratamento, que tem como princípio o uso de forças físicas são conhecidos como operações unitárias; e os métodos que propiciam a remoção de contaminantes por meio de reações químicas e biológicas são denominados processos unitários. Essas operações e processos, constituem os vários níveis de tratamento denominados preliminar, primário, secundário e terciário ou avançado (METCALF; EDDY, 2003, p. 11).

A falta de tratamento das águas residuárias pode acarretar sérios problemas, como a contaminação dos corpos hídricos que recebem estes efluentes, como as doenças transmitidas por vetores presentes no esgoto não tratado.

Assim, o tratamento desses efluentes acaba proporcionando uma melhoria tanto para o meio ambiente quanto para as populações que fazem uso dos corpos hídricos que recebem o esgoto. Dessa forma, as Estações de Tratamento de Águas Residuárias representam importantes ferramentas de controle ambiental e de saúde das populações.

Nas últimas décadas, a qualidade dos corpos d'água passou por grandes mudanças. Este problema é agravado principalmente pela intensificação do uso deste recurso pelo homem, o que acaba por levar à degradação ambiental e a uma redução significativa da quantidade de água de qualidade disponível, resultando em diversos problemas.

Metcalf e Eddy (2003) citam que o impacto de um tipo específico de poluente está relacionado à sua concentração no corpo d'água, às características do corpo receptor e aos diferentes usos da água. No Brasil, o CONAMA divide os corpos d'água em 13 categorias diferentes de acordo com o tipo de receptor e a finalidade da área de água. O mesmo conselho estipulou os limites do tipo de concentração de diferentes poluentes nas instituições receptoras, que se tornaram referência para fiscalização e gestão de recursos hídricos (BRASIL, 2005).

A poluição da água geralmente é causada pela inserção de substâncias, que irão, direta ou indiretamente, alterar suas propriedades físicas ou químicas e torná-la incapaz de ser utilizada para os fins necessários. Este problema pode surgir devido à existência de diferentes fontes de poluição, destacando-se a difusividade, pontualidade e mistura (TUCCI, 2008).



Quando os poluentes atingem o corpo d'água de forma irregular e aleatória, sem qualquer padrão, frequência, composição ou quantidade de lançamento, ocorrerá a poluição difusa. Devido à falta de regularidade das emissões, é considerado bastante difícil o controle dessa poluição. Este tipo de poluição existe na drenagem urbana, acidentes químicos, escoamento de água da chuva, derramamento de combustível etc (MILZWA, 2001).

Quando os poluentes são lançados individualmente e de maneira controlada em certos pontos do corpo d'água, ocorre poluição pontual. No entanto, pode-se enfatizar que existem padrões médios de emissão, quantidade, composição e frequência de poluentes. Nesse sentido, pode-se citar a indústria e a ETE (MIERZWA, 2001). Por outro lado, a poluição mista inclui as características de difusão e poluição pontual.

Cada fonte de poluição procede o grau específico de poluição do corpo d'água atingido, que pode ser medido pelas características físicas, químicas e biológicas do efluente. Quanto à natureza dos poluentes, a poluição da água pode ser de origem química, física e biológica.

Segundo Santos (2013) a poluição química é caracterizada pela presença de poluentes biodegradáveis, como fertilizantes, detergentes, pesticidas, petróleo etc., bem como poluentes persistentes. Esses poluentes são compostos que existem há muito tempo na natureza e em organismos, como o DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) e mercúrio. A poluição física mudará as condições físicas da água, que podem ser resíduos térmicos ou resíduos sólidos. Por outro lado, quando corpos d'água são contaminados por microrganismos patogênicos presentes no esgoto, ocorre poluição biológica.

As águas residuais que constituem o esgoto doméstico são constituídas principalmente pela água utilizada para a higiene pessoal e atividades domésticas. O esgoto doméstico é formado principalmente por matéria orgânica, microrganismos, nutrientes, detergentes, metais, óleos e graxas (BENETTI; BIDONI, 2005). A poluição da água causada por esse esgoto acaba levando a uma deterioração significativa da qualidade da água, o que altera muito a qualidade física, química e biológica do receptor.

A água é usada sem escrúpulos todos os dias. Quer sejam os minutos exagerados de tomar banho, vários enxaguamentos na máquina de lavar, a torneira ao lavar pratos e vegetais. Da mesma forma, a indústria brasileira produz água altamente poluída durante a produção, sem se preocupar com os recursos hídricos (RAMOS, 2010).

O cenário apresentado pela Autoridade Nacional de Águas (ANA, 2012) mostra que a prefeitura é responsável por 26% de todo o consumo de água bruta do país, enquanto as edificações civis são responsáveis por 16% de toda a água potável. O uso desse recurso não é restrito pelo período de construção do empreendimento; em edifícios residenciais tradicionais, os banheiros consomem cerca de 70% da água, o que aumenta o custo dos apartamentos

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável-CBCS (2012), o uso adequado de fontes alternativas de água em substituição à água potável pode ajudar a reduzir esse valor em 30% a 40%, colaborando para a mitigação dos impactos causados pela construção civil ao meio ambiente

Além de proteger o meio ambiente, economizar energia, reduzir investimentos em infraestrutura e melhorar os processos industriais, o reúso da água também traz benefícios, pois reduz a demanda por águas superficiais e subterrâneas. Portanto, o uso efetivo da água representa uma economia efetiva para consumidores, empresas e sociedade como um todo (SANTOS, 2013).

Um dos pilares do uso efetivo dos recursos hídricos é a luta constante contra as perdas

e desperdícios. No Brasil, a perda média no sistema de abastecimento de água é de 40%. Os sistemas de abastecimento de água potável não devem ser usados principalmente para tratar a água de irrigação ou descarte para banheiros ou outros usos menos nobres. Esses usos podem ser perfeitamente atendidos por água de reúso ou reciclada (MORELLI, 2015).

Ao falar sobre recursos hídricos, as pessoas primeiras pensam em rios, córregos e lagos, que são as chamadas águas superficiais. Mas a escassez de produtos está mudando essa percepção. Hoje, em alguns países, a água é as quatro principais fontes: superfície, subterrânea, chuva e reúso

Segundo a Norma Brasileira de Aproveitamento de Águas Pluviais nº 15527, em vigor desde setembro de 2007, essa é uma nova realidade, uma mudança de mentalidade, que se fortalece cada vez mais, principalmente na Europa e na América do Norte (ABNT, 2007). Essas quatro fontes são o atual “novo paradigma hídrico do século 21”, que é um caminho que várias regiões do Brasil devem seguir no curto prazo (TOMAZ, 2005).

Embora o Brasil seja o país com a maior quantidade de água de rio disponível no mundo, a poluição e o uso indevido têm prejudicado esse recurso em várias regiões. Os problemas de abastecimento estão diretamente relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício e à urbanização descontrolada.

De acordo com a NBR 15527, o uso racional de fontes alternativas de água em edificações e o uso de estratégias é uma forma de amenizar o problema de abastecimento de água potável e reduzir sua demanda. Dentre essas estratégias, podemos citar o aproveitamento da água da chuva, o reaproveitamento da água cinza e a instalação de componentes economizadores de água (ABNT, 2007).

O aproveitamento da água da chuva é uma prática milenar em todo o mundo. Essa tecnologia vem sendo promovida e consolidada como forma de amenizar diversos problemas ambientais causados pelo aumento da demanda hídrica, medidas de controle da poluição e falta de gestão ambiental em áreas urbanas e rurais (BARROS, 2000).

A água da chuva utilizada para fins não potáveis em áreas urbanas pode ser um fator importante no uso racional desse importante líquido para serviços públicos, pois é um absurdo utilizar água potável incluindo o flúor para esse fim. Estudiosos do assunto têm demonstrado que, com o reaproveitamento da água da chuva para fins residenciais e comerciais, podemos economizar 15% dos serviços públicos de água (TOMAZ, 2005).

A água pode ser coletada pelas calhas no telhado do prédio ou da casa e armazenada em uma cisterna no térreo ou subsolo. Instala-se um equipamento para filtrar a água (se for necessário) e um sistema de recalque (bomba d'água + encanamento) para enviar a água para torneiras do térreo e subsolo conforme Figura 2. Um modelo mais simples para casas populares pode suprir quase 100% da água de um lar.



Figura 2- Captação de água de chuva

Fonte: Tomaz (2005)

A história mundial mostra que civilizações antigas costumavam coletar água da chuva. Muitas indústrias, shoppings, supermercados e edifícios já utilizam a água da chuva para fins não potáveis. Cidades como Curitiba, São Paulo, San André, Recife e Iguaçu promulgaram leis nessa área. Portanto, agora é necessário promover o uso razoável da água, principalmente o uso da água da chuva, que é acessível a todos nós (BRASIL, 2012).

De acordo com a explicação da NBR 15527: 2007, o reaproveitamento da água cinza inclui o reaproveitamento da água cinza que é composta pelo esgoto de caixas d'água, banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar após o tratamento adequado. O uso de água cinza tratada para fins não potáveis é uma alternativa promissora e deve ser desenvolvida e incentivada (ABNT, 2007).

Os componentes que economizam água, também conhecidos como equipamentos ou dispositivos que economizam água, são projetados para reduzir o consumo de água. Alguns independem do comportamento do usuário ou de mudanças em seu comportamento, enquanto outros auxiliam na redução do consumo, mas todos esses componentes devem manter o conforto do usuário e a segurança sanitária das instalações (BARROS, 2000).

Os principais componentes do economizador são arejadores, pulverizadores e extensores usados em torneiras. No chuveiro, é utilizada uma válvula reguladora de vazão e, no banheiro, uma válvula de drenagem ativada seletivamente (TOMAZ, 2005).

Além disso, o desenvolvimento dessas estratégias para reduzir o consumo de água em edificações está relacionado às características de uso final da água. Com base nesse conhecimento, é possível avaliar os principais componentes responsáveis pelo uso da água e priorizar o desenvolvimento de tecnologias para gerar maior economia efetiva (TOMAZ, 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada para o levantamento dos dados bem como para a caracterização das Estações de Tratamento de Água Residuárias e seus efluente se mostraram eficientes e cumpriram os objetivos traçados. E a partir dessa revisão bibliográfica realizada

no desenvolvimento do presente trabalho foi possível obter um breve panorama sobre as etapas e procedimentos das estações de tratamento convencional água.

No que se menciona as etapas sequenciais, o mau funcionamento de um dos processos envolvidos no tratamento convencional de água para abastecimento humano compromete a eficiência dos subsequentes, comprometendo a qualidade da água tratada.

A determinação de indicadores de referência específicos para cada uma das etapas envolvidas no processo de tratamento de água é uma medida essencial para o monitoramento da eficiência do processo, da qualidade da água e para a determinação de eventuais falhas. O controle rigoroso dos fatores que influenciam na eficiência da ETAR e das condições favoráveis garante que os componentes do sistema tenham desempenho maximizado.

Tendo em vista dos aspectos observados sobre o tratamento de água que é um dos itens considerados para o saneamento básico, sendo uma importante arma contra algumas doenças que atingem a população. A eliminação de microrganismos e umas das funções do tratamento, sendo a grande preocupação da humanidade desde a descoberta a sua eliminação, principalmente na água, que é um bem necessário para toda a vida.

Desta forma, esta pesquisa buscou reconhecer que é complementar o presente tema desenvolvido neste estudo é importante evidenciar a contínua preocupação base em abranger a população mundial com sistemas de esgotos e abastecimento de água, ao mesmo tempo que a sua prática se mostra incoerente com os ideais de conservação regulamentam o uso racional da água.

Referência

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527 dispõe: Água de chuva, Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2007.

ANA - **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em 23.10.22

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia Serviço de Saúde**, v. 8, n.3, p.285-304, 2009.

BARROS, J.G. **Gestão Integrada dos Recursos Hídricos**. Implementação do uso das águas subterrâneas. Brasília: MMA/SRH/OEA, 2000, 171 p

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2015. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 357 de 18 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 27.10.22

BENNETT, E. R.; LINDSTEDT, K. D. Pollutional characteristics of stormwater runoff. **Colorado Water Resources Institute Completion Report**. v.84, n.204, 2005

BERNARDES, S.R; BERNARDES, C. Dívida sanitária e falta de acesso aos direitos humanos: acompanhamento da transformação social em comunidade ribeirinha na Amazônia Brasileira após intervenção em saneamento básico. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia (GESTA)**, v.1, n.1, p. 045-056, 2013

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P.C.S. Capítulo 2 – **Conceito de reuso de água**. In: REÚSO DE ÁGUA. Barueri, SP: Manole, 2013.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2013. 103 f. Dissertação - Mestrado em Engenharia Ambiental, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de



Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 2018

CBCS. **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**. São Paulo, SP. Disponível em <<http://cbcs.org.br>>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSÉ, M. M. (coordenador). **Tratamento e utilização de esgotos Sanitários**. PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2016. 427p.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. UERJ, 2005. Disponível em: Acesso em: 22 de outubro de 2022.

GOHRNGUER, S. S. **Uso Urbano Não Potável de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. Estudo de Caso: Município de Campo Largo - PR**. 2016. 238 f. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2016

JORDÃO, E.P e PESSÔA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 969 p.

JORDÃO, E. P. e PESSOA, A. C. **Tratamento de esgotos domésticos, concepções clássicas de tratamento de esgotos, 2ª edição**. CETESB, São Paulo, 2005, 544p.

MATUSAKI, Luiz Fernando. **Apostila do Curso de tratamento de efluentes líquidos – Operadores de PTAR**. CYLM Assessoria, Consultoria e Projetos Ambientais, 2009.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal, reuse**. 4.Ed. New Delhi, Tatá Mc Graw-Hill. 920p. 2003.

MIERZWA, F. **A poluição das águas**. 2001. Disponível em:< <http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2218/material/Mierzwa/Aula4-OMEioAquaticoll.pdf> >. Acesso em: 27.10.22

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**, 1 ed. Rio de Janeiro, ABES, 2007

MORELLI, E. B. **Reúso de água na lavagem de veículos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia)– Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/>>. Acesso em 23.10.22

NIRENBERG, Larissa Paranhos; FERREIRA, Osmar Mendes. **Tratamento de águas residuárias de indústria de laticínios: eficiência e análise de modelos matemáticos do projeto da Nestlé**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2005.

NOMURA et al., **Saneamento Básico e Saúde Pública**. I Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar. Mineiros, GO, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/55490180-Saneamento-basico-e-saude-publica-palavras-chave-saude-publica-meio-ambientesaneamento-basico.html>.

OGERA, R.C.; PHILIPPI JR., A. **Estudo comparativo da gestão municipal estadual de serviços de água e esgoto**. In: ROMÉRO, M. A.; PHILIPPI JR., A.; BRUNA, G. C. Panorama ambiental da metrópole de São Paulo. São Paulo: Signus, 2004. p. 545-552

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE OMS-, **Relatório de 2014**. Disponível em < pps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44371/9789899717848_por.pdf?jsessionid=E54F8AAE2716419D01FD8FB248985DB5?sequence=33 > Acesso em 23 de outubro de 2022

RAMOS, G.P. **O reaproveitamento de água em empresas de ônibus**. Trabalho de conclusão (Gestão Ambiental) - Universidade Candido Mendes, Niterói, 2010.

REZENDE, Amanda Teixeira. **Reuso urbano de água para fins não potáveis no Brasil**. 2016. 106f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora, 2016.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCCSaneamentoeSa%25C3%25BAde.pdf>

SANTOS, André Bezerra dos. **Avaliação Técnica de Sistemas de Tratamento de Esgotos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2013.

SIQUEIRA et al. Internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado na Rede Pública de Saúde da Região Metropolitana de Porto Alegre Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiologia Serviço de Saúde**. V. 26 n. 4 p.795-806 out/dez. Brasília, 2017.

TITANUS SOLUÇÕES SUSTENTAVEIS. **As consequências da falta de tratamento dos efluentes líquidos**. 31 de agosto de 2020. Disponível em <https://www.titanus.com.br/as-consequencias-da-falta-de-tratamento->

-dos-efluentes-liquidos/. Acesso em 23.10.22

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2005, 2ª ed., 180p. ISBN 85-87678-23-x, 2005.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 7, N.1, jan./mar. 2002 5-27 Porto Alegre, 2001

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**. U. S. Washington, DC: EPA, 2012.

VAN DER HOEK, W. **A framework for a global assessment of the extent of wastewater irrigation: the need for common wastewater typology**. 2014.

VITERBO JR, E. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental: Como implementar um Sistema de Gestão que atenda à norma ISO 14001 a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000**. São Paulo: Aquariana, 2008

ZUCCARI, Maria Lucia; GRANER, Celso Augusto Fessel; LEOPOLDO, Paulo Rodolfo. Determinação da demanda química de oxigênio (dco) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 20, n. 4, 2005.

6

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ÓLEOS GERADOS NOS PORTOS E NAVIOS

MANAGEMENT OF OIL WASTE GENERATED IN PORTS AND SHIPS

Fábio Wender Pereira

Resumo

O modal marítimo, é uma das atividades mais importantes para a economia de um país, por se tratar do meio de transporte mais eficiente e econômico em âmbito internacional. No entanto, a atividade portuária gera grandes impactos negativos ao meio ambiente, quando realizada de forma inadequada. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar os aspectos gerais dos resíduos de óleos gerados nos portos e navios com destaque no impacto ambiental. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo, a busca foi realizada através dos buscadores eletrônicos, revistas científicas, monografias e teses envolvendo a temática discutida sobre engenharia ambiental. Além disso, observou-se que o problema dos resíduos de óleos abrange diversas áreas que estão diretamente relacionadas à qualidade de vida da população marinha e aos princípios da sustentabilidade, pois o uso responsável nos portos leva a uma redução significativa na quantidade de resíduos gerados.

Palavras-chave: Resíduos Oleosos. Modal Marítimo. Impactos ambientais. Sustentabilidade.

Abstract

The maritime modal is one of the most important activities for the economy of a country, as it is the most efficient and economical means of transport internationally. However, port activity generates major negative impacts on the environment when performed improperly. In this context, the objective of this work is to analyze the general aspects of oil residues generated in ports and ships with emphasis on the environmental impact. electronic search engines, scientific journals, monographs and theses involving the theme discussed on environmental engineering. In addition, it was observed that the problem of oil waste covers several areas that are directly related to the quality of life of the marine population and the principles of sustainability, as responsible use in ports leads to a significant reduction in the amount of waste generated.

Keywords: Oily Waste. Maritime Mode. Environmental impacts. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente marinho é caracterizado por oceanos complexos costeiros, sendo formado por uma parte essencial dos sistemas que possibilitam a vida na Terra e um ativo que oferece possibilidades de desenvolvimento sustentável. Uma parcela considerável da poluição marinha tem origem nas atividades de navegação, como o lançamento de resíduos oleosos no mar sem tratamento pelos navios.

Embora no passado isso não tenha sido representado como uma contribuição significativa para a degradação ambiental, o assunto tem chamado mais atenção das autoridades, apesar do uso de derivados de petróleo como combustível, lubrificantes para atividades de manutenção e derramamentos de óleo devido a acidentes graves.

O tema escolhido surge da necessidade de conhecer as diversas formas que se apresentam os resíduos de óleos gerados nos portos e navios, quando são descartados incorretamente contribuindo relativamente para muitos problemas ambientais. Os portos são de grande preocupação com a questão ambiental, os resíduos produzidos ou dispostos representam uma ameaça à saúde e ao meio ambiente nesses locais.

Diante desse contexto, justifica-se que esse trabalho irá apresentar o planejamento correto das funções que geram o resíduo de óleo, manipulação, tratamento e disposição final, bem como o desenvolvimento de tecnologias de apoio a esses processos que contribui para proporcionar maior sustentabilidade ambiental, maior qualidade de vida e segurança.

Nota-se que a falta de gestão para reduzir ou eliminar as fontes de geração de resíduos, bem como a falta de planejamento de destinação, muitas vezes leva a desastres ambientais. Diante do exposto, formula-se a seguinte questão: Quais os impactos ambientais causados pelos resíduos de óleos nos portos e navios?

O objetivo geral deste trabalho é analisar os aspectos gerais dos resíduos de óleos gerados nos portos e navios com destaque no impacto ambiental. Através dos objetivos específicos, pretende-se conceituar resíduos de óleos gerados nos portos e navios; identificar os impactos dos resíduos de óleo no meio ambiente e descrever a prevenção e minimização da contaminação dos resíduos de óleos.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando o método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Ambiental, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 11 anos, na língua portuguesa.

2. GESTÃO DOS RESÍDUOS GERADOS PELOS PORTOS E NAVIOS

O aquecimento da economia brasileira nos últimos anos tem contribuído muito para o crescimento da atividade portuária, aumentando significativamente o volume de produtos e serviços produzidos por essas operações. Como resultado, gera uma grande quantidade de resíduos na área portuária, levantando a necessidade de gestão ambiental (IPEA, 2009).

Os portos e suas estruturas estão diretamente interligadas nas normas internacionais

de serviço, que está inserida a competência do transporte multimodal. O conjunto portuário caracteriza uma alta potência em modos de representação para o país ao comércio exterior. São diversas razões que possuem uma relação de concorrência.

Pinto e Fleury (2004), destacam-se como exigências de diferenciais em relação à infraestrutura portuária: o acesso marítimo facilitado; existência de instrumentos de auxílio à navegação; operações desburocratizadas; operações automatizadas em sua maioria conduzidas por meio da tecnologia da informação; além de ambiente multimodal. Os autores mostram-se como as obrigações de diversas associações a estrutura portuária como o trajeto facilitado das embarcações;

De acordo com Vieira (2002), o acesso marítimo aos portos é de extrema importância, contribuindo para a representatividade do porto nos padrões do comércio internacional. Trata-se de condições estruturais construídas para facilitar o acesso aos portos e que favorecem o transporte de cargas.

Um outro ponto a ser considerado diz respeito às questões ambientais, hoje presentes em pautas mundiais de negócios. As condições de acesso a um terminal portuário exigem cuidados especiais que incluem os serviços de dragagem, por exemplo, utilizados quando do assoreamento no local.

Já em relação aos instrumentos de auxílio à navegação, Pinto e Fleury (2004) explicam que estes integram a estrutura primária dos portos, como, por exemplo, faróis, balizas, sistemas de rádio navegação, sistemas de organização do tráfego marítimo. Representam, portanto, pontos importantes que devem ser mantidos completamente atualizados conforme padrões internacionais.

Ainda dentro do contexto de infraestrutura modernizada, Santos Neto (2000) considera que a desburocratização das operações portuárias agiliza os processos elevando o patamar dos serviços prestados. O autor explica que a informatização das rotinas existentes nas atividades de um porto também se destaca como diferencial nos serviços. Hoje em dia, a integração de sistemas diversos através da tecnologia da informação garante a flexibilidade e qualidade de serviços.

Em relação ao ambiente multimodal também Caixeta Filho (2001) valoriza as facilidades empreendidas nas operações de transporte de mais de um modal. De fato, a multimodalidade é um dos elementos principais em um sistema de gerenciamento de trânsito de cargas e mercadorias. Nesse contexto, evidencia-se a importância dos portos, já que constituem postos-chave na transferência de mercadorias e passageiros entre os modais de transportes marítimo e terrestre. Essa condição deve estar otimizada, significando, realmente, a conexão desses processos, como, por exemplo, sistema de informação comum com a redução de procedimentos administrativos. Nessa linha, vale ainda lembrar Goebel (2002, pg. 23) que destaca o crescimento da importância do papel dos portos afirmando que “é preciso considerar igualmente a integração dos portos na cadeia de transportes no território nacional”.

Os ambientes portuários são áreas em que os Resíduos Sólidos produzidos ou dispostos significam ameaça tanto à saúde, quanto ao meio ambiente. Resíduos de navios e embarcações, como restos de alimentos ou cargas, podem, na verdade, constituir meios sérios de contaminação com prejuízos diversos. Além dessa forma de geração de resíduos, as próprias operações e atividades de manutenção dos terminais portuários, são grandes geradores de resíduos comuns e perigosos.

A Lei 9.966, de 28 de abril de 2000, além de duas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nºs 002/91 e 005/93, regulamentam o Gerenciamento de Resí-

duos Sólidos em terminais portuários onde determina penalidades de um a cinco anos de reclusão para crimes ambientais provocados por lançamento de resíduos (BRASIL, 2000).

Já a lei 9.966/00 tem em sua base a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, alterada pelo Protocolo de 1978, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, e emendas posteriores, ratificadas pelo Brasil (MARPOL 73/78). O documento estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional (BRASIL, 2000).

De acordo com o Art 4 da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 existem quatro categorias que podem ser enquadrados os materiais nocivos, quando em contato ou descarregados na água: 1ª Categoria A: oferecem alto risco para a saúde humana e ecossistema aquático; 2ª Categoria B: apresentam médio risco para a saúde humana e ecossistema aquático; 3ª Categoria C: com risco moderado para a saúde humana e ecossistema aquático; 4ª Categoria D: têm baixo risco para a saúde humana e ecossistema aquático.

No seu Art. 5º da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 determina que todos os portos devem dispor de instalações adequadas à recepção e tratamento de diversos tipos de resíduos, assim como para combate da poluição. Além disso, nos Arts. 6º e 7º da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 estabelece que deve existir um manual formal de gerenciamento de resíduos e de planos de emergências, que devem ser conhecidos por todos.

Da mesma forma, no Art. 10º da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 estabelece que embarcações que transportem carga perigosa também devem possuir livro de registro das mesmas, contendo suas características e procedimentos que estão sendo adotados no transporte e como ocorrerá o seu descarregamento.

Os padrões da indústria marítima moderna são influenciados por muitos elementos: estaleiros, armadores, classificadores, seguradoras, Organização Marítima Internacional, nações, estados do porto. Eles também são regidos por convenções nacionais e regionais, códigos de regulamentos, regras de classificação, códigos de prática e recomendações (MACIEL, 2005).

Numa ordem de acontecimentos de contaminação no ambiente marinho, uma ordem de medidas vem acontecendo com a finalidade de preservar qualquer categoria de acidentes ou diminuir os obstáculos. Lamentavelmente, o derramamento de óleo por navios habilitados como os petroleiros e navios químicos, é exclusivamente uma das características de poluição no mar. Levando em conta o cotidiano operacional de um navio, tem-se os obstáculos e os panoramas resultados das ações humanas (CAIXETA FILHO, 2001).

De acordo com a Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar Causada por Navio, existe uma preocupação com as complicações dos acontecimentos negativos e prejudiciais, associadas à preservação do meio ambiente marinho, ocorrências que podem prejudicar meio marítimo internacional, normalmente existe uma movimentação das populações no sentido promover acordo e negociação no período dos anos, transformando as normas em mudanças com resultados positivos para um alto controle dos riscos e perigos próprios desta função (MARPOL, 2000).

Nessa reunião houve uma preocupação em chegar numa definição e relacionar as normas em todos os aspectos passíveis para minimizar a poluição a bordo de uma embarcação. Segundo a Marpol (2000) é a convenção mais moderna que junta todos os esforços para que seja feito pelos governos locais com o intuito de proteção nas áreas sensíveis e seus mares territoriais, daí surgiu a lei pontual que fortalece a luta para proteger o meio

ambiente.

As reuniões internacionais para reforçar os padrões de prevenção e correção sobre a poluição por óleo no mar, são antigas. Esse tipo de poluição nos mares foi confirmado na primeira metade do século XX e as populações incorporaram normas nacionais para combater a derramamento do óleo diretamente nas águas oceânicas (MARPOL, 2000).

Em 1954, o Reino Unido convocou uma conferência sobre poluição por óleo, aceitando assim a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição do Mar por Petróleo (OILPOL). A OILPOL 54 foi a primeira conferência internacional credenciada sobre prevenção da poluição por óleo proveniente de navios transportados pelo governo do Reino Unido em 1954 por iniciativa do Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (PEDROSA, 2011).

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em 26 de julho de 1958 (2008) e outras áreas identificadas como proibidas para o descarte de petróleo ou misturas oleosas, até 50 milhas da terra mais próxima, a descarga destes contendo mais de 100 ppm ao redor do esgoto. Isso exige que as Partes tomem as medidas necessárias para estabelecer instalações de recepção de resíduos oleosos nos portos (BOZZA, 2015).

Em 1962, a Organização Marítima Internacional aprovou emendas à Convenção, estendendo sua aplicação a navios menores e expandindo a chamada “zona proibida”. Embora a OILPOL 1954 estivesse no caminho certo para combater a poluição por petróleo, o crescimento do comércio de petróleo e o desenvolvimento industrial começaram a deixar claro que eram necessárias mais ações. De fato, o mundo está apenas começando a perceber o impacto ambiental de uma sociedade cada vez mais industrializada e consumista (CNUMAD, 2008).

De acordo com a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Marinha por Navios, uma substância perigosa é definida como qualquer ingrediente que, uma vez lançado no mar, causa danos à saúde humana, aos recursos vivos e à vida marinha, e prejudica as atividades recreativas. Atividades no mar ou outros usos lícitos que interfiram no mar, incluindo quaisquer substâncias controladas por esta Convenção (MARPOL, 2000).

Substâncias nocivas de acordo com a MARPOL (2000) que estabelecem limites de despejo são: óleo e misturas oleosas; substâncias líquidas nocivas, por ex, produtos químicos a granel; lixo e todos os demais resíduos comuns gerados em navio (sólidos e líquidos).

Em Marpol (2000), os requisitos para resíduos oleosos são baseados no Regulamento para a Prevenção da Poluição por Óleo. Portanto, o petróleo é definido como petróleo em qualquer forma, incluindo petróleo bruto, óleo combustível, lodo, óleo usado e produtos refinados (exceto petroquímicos).

O óleo, conforme definido por Soares, Oliveira e Timóteo (2011), é um líquido obtido da destilação do petróleo bruto, que atua na redução do atrito e desgaste das peças, além de resfriar e limpar as peças internas. A vida útil é definida pelo fabricante do motor e pode ser a vida útil ou o tempo em que o dispositivo está conectado.

O descarte inadequado pode acarretar graves danos ambientais, exigindo que seja recolhido e encaminhado a um processo técnico industrial, muitas vezes denominado rerrefino, que é definido como a forma mais segura de recuperação de OLU (CONAMA, 2005). A Resolução 362 revoga a Resolução 9 de 1993. Como pode ser observado pelas datas acima, quão próximo o problema está da destinação dos resíduos de lubrificantes no país.

De acordo com o Conama (2005), os requisitos acima indicam que uma grande variedade de misturas pode ocorrer nas instalações de recepção portuária. Os resíduos

oleosos podem ser divididos nas seguintes categorias: óleo lubrificante usado; resíduos combustíveis; iodo; água servida oleosa; água de lastro suja; lavagens de tanque oleosas.

Pedrosa (2011) explicou que os resíduos oleosos lançados nas instalações de recepção são geralmente uma mistura de óleo, água e sólidos. As proporções composicionais desses resíduos podem variar amplamente, dependendo do tipo de resíduo oleoso. Os diferentes tipos de resíduos oleosos listados podem ser agrupados em ordem decrescente de teor de óleo da seguinte forma: resíduos de óleo lubrificante/combustível usados; lodos; lavagens de tanque oleosas; água servida (esgoto) oleosa e água de lastro suja.

Óleo residual e resíduos de combustível consistem principalmente em óleo contaminado com água, enquanto lavagens de tanques oleosas, águas residuais e água de lastro suja consistem principalmente em água contaminada com óleo. O lodo é um item separado devido ao seu alto teor de sólidos.

3. OS IMPACTOS DOS RESÍDUOS DE ÓLEO NO MEIO AMBIENTE

De acordo com o Porto Verde - Modelo Portuário Ambiental desenvolvido pela ANTAQ (2011), as atividades aquaviárias têm um impacto significativo no meio ambiente devido à implantação de infraestrutura que facilita o transporte de mercadorias e sua utilização nas operações portuárias. Estudos ambientais apropriados devem ser realizados para controlar tais impactos nessas atividades (BOZZA, 2015).

O maior impacto ambiental se deve justamente às operações portuárias inadequadas, como o aproveitamento de resíduos de cargas perdidos durante as operações. Acidentes também podem ocorrer no manuseio ou transporte de mercadorias, e existem vários processos chamados de planejamento de contingência destinados ao controle de tais doenças. É necessário que o ambiente portuário se cerque de boas práticas ambientais, demonstrando a sustentabilidade da participação nas atividades portuárias (ANTAQ, 2011).

De acordo com Norwegian Cruise Line (2020) as ocorrências ambientais são bem comuns e boas políticas incorporadas podem reduzir o impacto ambiental, resíduos podem ser reduzidos por meio da reutilização e reciclagem. Os resíduos dos navios são retirados por empresa privada seguindo as normas exigidas pela ANTAQ e aplicadas por meio da Resolução 2.190, o que torna o método mais seguro com mínimo impacto ao meio ambiente.

Segundo a resolução nº 4828 da ANTAQ (2019, p.2):

Resíduos de navios são: resíduos sólidos, semi-sólidos ou pastosos e líquidos gerados durante a operação normal de um navio, como resíduos hospitalares ou sanitários, água suja de lastro, água de porão oleosa, misturas oleosas contendo produtos químicos, resíduos oleosos (lamas), água oleosa da limpeza do tanque, incrustações e lodo da raspagem do tanque, produtos químicos líquidos perigosos, esgoto e águas residuais, lixo doméstico, resíduos de limpeza de sistemas de exaustão e ODS, outros resíduos, como água de lavagem não oleosa, perfuração de resíduos de poços de petróleo, não necessariamente provenientes de navios, mas precisam ser transferidos por meio de instalações portuárias e descartados adequadamente (ANTAQ, 2019, p.2).

Para Bozza (2015), as empresas de gestão de resíduos são controladas e fiscalizadas para limitar a falha das ações relacionadas ao meio ambiente à destinação dos resíduos, e as empresas que buscam prestar serviços nessa área continuam melhorando. Uma das maiores causas dessa questão se deve ao fato de os consumidores estarem mais exigentes

quanto aos produtos ecologicamente corretos, ou seja, que degradam menos o meio ambiente.

A dragagem apresentada na Figura 1 é um processo baseado no uso de um tipo de embarcação chamada draga para remover ou realocar solos e sedimentos do fundo de portos e hidrovias por meio do aprofundamento e alargamento de canais (BOZZA, 2015). De acordo com a Associação Educacional Dom Bosco (AEDB, 2012), a decomposição e desagregação dos sedimentos podem ter enormes impactos ambientais. O problema é agravado quando o sedimento está contaminado com compostos, lixo doméstico, óleo e graxa. Estes compostos que entram em contato com a água podem dissolver-se ou entrar em suspensão, contaminando a água ou causando a mortalidade em massa de espécies estuarinas e marinhas que têm importância pesqueira direta e/ou indireta nas áreas onde é realizada a dragagem.

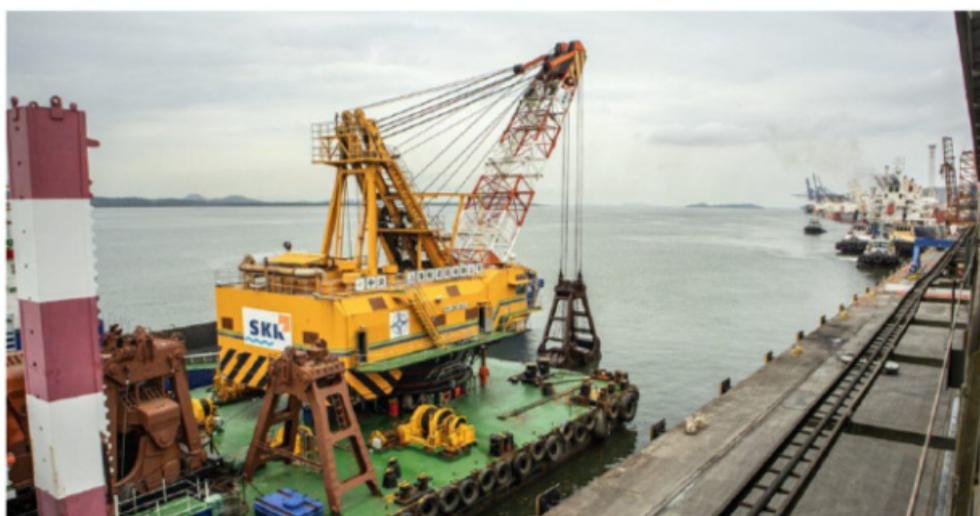


Figura 1 - Draga

Fonte: SOPESP (2020)

Como em AEDB (2012), a ação mecânica durante a dragagem destrói o habitat bentônico e aumenta a mortalidade por lesão ou asfixia à medida que são sugados pelas dragas. A dragagem se devidamente controlada não prejudica o meio ambiente além de reduzir o impacto, permite a entrada de embarcações maiores na baía, o que facilita o comércio, a arrecadação tributária, o que ajuda os municípios a investir em infraestrutura, empregos, gestão ambiental portuária (GAP, 2018).

Um lastro é qualquer material usado para adicionar peso e/ou manter algo estável. A água de lastro é fundamental para a segurança e eficiência das operações offshore modernas, proporcionando equilíbrio e estabilidade às embarcações vazias. No entanto, isso pode levar a sérias ameaças ecológicas, econômicas e de saúde (MMA, 2020).

A Organização Marítima Internacional (IMO), junto ao Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho (MEPC), instituiu um grupo de trabalho para tratar especificamente da água de lastro. Recomenda-se que os navios troquem a água dos tanques de lastro antes de atingir uma distância de 200 milhas náuticas da costa do porto de destino. Além disso, o local de troca deve ter pelo menos 200 metros de profundidade e a eficiência volumétrica de troca de água de lastro deve ser de 95% (ANTAQ, 2020).

De acordo com informações divulgadas pela ANTAQ (2020), qualquer organismo pequeno o suficiente para passar por um sistema de água de lastro pode ser transferido entre diferentes áreas portuárias ao redor do mundo durante as operações de lastro. Isso inclui

bactérias e outros microrganismos, vírus, pequenos invertebrados, algas, plantas, cistos, esporos e ovos e larvas de vários animais. A água de lastro é considerada um dos principais fatores responsáveis pelo movimento transoceânico dos organismos costeiros.

Os navios viajam milhares de quilômetros todos os dias, indo e vindo com materiais e produtos que afetam a vida marinha quando descartados no oceano e no mar. Várias espécies se alimentam desses produtos muitas vezes tóxicos, causando muitas mortes.

Em 2019, a descoberta de uma mancha de óleo na costa nordeste do Brasil, conforme mostra a Figura 2, teve um grande impacto na economia local, pois animais importantes para o comércio foram afetados por crimes ambientais. Como resultado, a pesca foi recomendada para parar, prejudicando diretamente cerca de 300.000 pescadores (BBC, 2020).



Figura 2 – Óleo no litoral do Nordeste

Fonte: BBC (2020)

Um ano após o incidente, a Marinha do Brasil encerrou sua investigação sem apontar culpados pelos danos ambientais. Aqui estão algumas das razões pelas quais os monstros marinhos levam à falta de vida marinha no oceano e como isso afeta a vida de todas as criaturas.

Para Silva Neto (2016, p.35), por ser um produto perigoso, seu transporte e manuseio apresentam riscos ao meio ambiente e à segurança humana, resultando em morte se liberado. Durante o trajeto, os navios-tanque lançam produtos no mar de diversas formas, como acidentes durante o transporte, derramamentos em estações de extração etc.

Segundo o jornal El País (2019), os níveis tóxicos do petróleo podem afetar a vida marinha, fazendo com que espécies marinhas como corais, mariscos e peixes sufoquem e morram. Algumas espécies não morrem, mas absorvem benzeno e outras toxinas liberadas na água. Animais que morrem de envenenamento afundam em alto mar, enquanto outras criaturas se alimentam dessas espécies mortas. Muitos animais se alimentam dessas criaturas, uma espécie se alimenta de outra criatura contaminada e assim por diante, acumulando grandes quantidades de toxinas. As pessoas que comem animais mortos também podem ser infectadas.

O transporte marítimo de mercadorias emite gases de efeito estufa e, por meio da combustão do óleo combustível, são emitidas grandes quantidades de carbono (CO_2), óxidos de enxofre (SO_x) e óxidos de nitrogênio (NO_x), além de partículas finas. Segundo o Instituto Avançado de Economia Marinha (GAUCHAZH AMBIENTE, 2019), o modelo marítimo responde por 3% das emissões de GEE, superando o modelo aéreo. Para Flannery (2007), as emissões de petróleo dos navios podem ser vistas como uma das maiores causas da poluição humana.

Um dos piores poluentes do planeta é o óleo combustível que alimenta os navios. Os volumes de transporte marítimo internacional cresceram 50% nos últimos anos, o que significa que os navios de carga se tornaram uma importante fonte de poluição do ar. O material que movimenta esses navios é o resíduo da produção de outros combustíveis, que é tão espesso e cheio de poluentes que deve ser aquecido antes de passar pelas tubulações do navio (FLANERY, 2007, p. 262).

Prevê-se que estes tipos de emissões de poluentes se agravem com o rápido aumento da utilização deste veículo. Obviamente, o crescimento da zona de transporte não terá impacto no meio ambiente, mas para isso serão necessárias medidas conjuntas com as empresas portuárias para frear esse avanço e trazer sustentabilidade ao meio marinho. A IMO foi criada em 1948 no âmbito das Nações Unidas como uma agência com a função de controlar a segurança do transporte marítimo e é responsável por prevenir a poluição marinha por navios (GOEBEL, 2002).

Segundo a IMO (2020), o principal tipo de óleo combustível marinho é o óleo combustível pesado, que é o resíduo da destilação do petróleo bruto. O petróleo bruto contém enxofre, que acaba nos navios após ser queimado nos motores. Os óxidos de enxofre (SO_x) são conhecidos por serem prejudiciais à saúde humana, causando sintomas respiratórios e doenças pulmonares. Na atmosfera, o SO_x causa chuva ácida, que danifica plantações, florestas e espécies aquáticas, e causa a acidificação dos oceanos.

Assim, a partir de 1º de janeiro de 2020, o limite de teor de enxofre no óleo combustível usado por navios que navegam fora das áreas designadas de controle de emissões será reduzido para 0,50% m/m (massa em massa). A redução significativa da quantidade de óxidos de enxofre dos navios deve ter resultados benéficos para a saúde e o meio ambiente, especialmente para aqueles que vivem perto de portos e costas (GOEBEL, 2002).

Os navios precisam usar óleo combustível com teor de enxofre relativamente baixo para atender aos requisitos da IMO. Também é possível ter motores que suportam o uso de diferentes combustíveis e podem conter baixo ou zero enxofre. Por exemplo, GNL ou biocombustíveis (SOUZA FILHO, 2006).

4. PREVENÇÃO E MINIMIZAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE ÓLEOS

Os navios têm o potencial de poluição devido aos resíduos oleosos dos espaços de máquinas. A manutenção preventiva de equipamentos potencialmente poluidores pode evitar derramamentos de óleo dos porões de carga dos navios. Além da manutenção de rotina da casa de máquinas, também é importante conscientizar a tripulação sobre o meio ambiente para que estejam sempre cientes de seu papel na prevenção da poluição por óleo (MARTINS, 2006).

A implantação de um sistema de manutenção de rotina (engenharia corretiva, preventiva, preditiva e de manutenção) pode prever problemas antes que eles surjam, ou seja,

evita derramamentos de óleo e, conseqüentemente, contaminação (SOUZA FILHO, 2006).

Na literatura que trata do problema da prevenção da poluição por óleo, e na legislação que discute o assunto, muitas vezes há referência à tomada de medidas para minimizar os problemas causados pela poluição quando ela já ocorreu. A construção de tanques de óleo residual (lodo), proteção de tanque de óleo combustível e conexões de descarga padrão são necessárias conforme exigido para todas as salas de máquinas de navios. Além disso, na seção de equipamentos, é necessário um equipamento de filtragem de óleo e nas regras a seguir, o controle de descarga de óleo precisa ser operado (MACIEL, 2005).

No entanto, pouca menção é feita à prevenção de problemas, ou seja, ações que devem ser tomadas antes que os problemas surjam. Por resíduos entende-se os resíduos da casa de máquinas associados a óleo lubrificante usado, resíduos de combustível, lamas oleosas e resíduos oleosos de esgotos. Esses resíduos consistem principalmente de uma mistura de óleo, água e sólidos. Este tipo de resíduo está sempre presente nos navios (MARTINS, 2006).

Ao implementar um sistema de manutenção de rotina (engenharia corretiva, preventiva, preditiva e de manutenção) nos espaços de máquinas e educar a tripulação do navio sobre o meio ambiente, os derramamentos de óleo podem ser evitados antes mesmo de ocorrerem. Separadores de água e óleo, telas de proteção e demais equipamentos devem estar em perfeito estado de funcionamento (SILVA, 2002).

A educação ambiental para os marítimos já deve constar nas recomendações dos cursos de qualificação que oferecem. Além disso, é importante que haja educação ambiental permanente durante o horário de trabalho para que estejam sempre cientes de seu papel na prevenção da poluição por óleo (MACIEL, 2005).

O casco duplo tornou-se uma exigência internacional após a implementação do Ato de Poluição por Óleo (OPA 90) nos EUA, que exigia que os navios construídos naquela data fossem de casco duplo e estabeleceu um prazo de 1995 a 2015 para que os navios existentes pudessem cumprir esse regulamento (EPA, 2005).

De acordo com os requisitos do Código MARPOL (2000), as vistorias são realizadas conforme exigido para vistorias iniciais, vistorias intermediárias e renovações de certificados antes da entrada em serviço do navio. Essas vistorias devem incluir, entre outros itens, uma vistoria completa da estrutura do navio, bombas e sistemas de rede associados, incluindo sistemas de monitoramento e controle de descarga de óleo, sistemas de lavagem de óleo bruto, equipamentos de separação de água e óleo, sistemas de filtragem de óleo e sistemas de segurança e incêndio sendo independentemente de todos os itens relacionados à segurança do navio e da tripulação.

Solas (2004) explicou que é necessário um certificado para que os navios se desloquem ao mar, e esse documento é de responsabilidade da administração do Estado de bandeira, ou pode ser emitido por uma pessoa por ela autorizada, mesmo que neste caso a administração não esteja interessada no certificado. Entre esses certificados, um certificado muito importante é o certificado de prevenção da poluição por óleo.

O certificado é emitido por um período máximo de cinco anos, sujeito a inspeção anual. Entre muitos outros certificados podemos citar: Certificado Internacional de Tonelagem; Certificado Internacional de Linha de Carga; Caderno de Estabilidade; Certificado de Segurança na Construção; Certificado de Equipamentos de Segurança e Certificado de Segurança Rádio (SOLAS, 2004).

As instalações de recepção foram estabelecidas pela MARPOL (2000), com os governos se comprometendo a garantir que as instalações de recepção sejam estabelecidas

nas docas de carga, portos onde a manutenção é realizada e outros portos onde os navios tenham resíduos oleosos para serem descarregados. Resíduos e misturas oleosas deixados em navios-tanque e outros navios como rejeitos são suficientes para os navios que os utilizam sem causar atrasos desnecessários.

No Brasil, o que realmente acontece é que a empresa proprietária do navio contrata uma empresa credenciada para tratar os resíduos oleosos. Antes da definição da Resolução Conama e da Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, que definiu os requisitos para a destinação final dos resíduos, geralmente vendidos para empresas que “reciclam” esses resíduos para reaproveitamento, o que é inclusive uma fonte de lucro ao barco (BRASIL, 2000).

Controles de Descarga de Óleo A descarga de óleo ou misturas oleosas no mar é proibida, a menos que a embarcação não esteja em uma área especificada e o efluente não diluído não contenha mais de 15 partes por milhão de óleo enquanto estiver em movimento. A drenagem também é possível desde que a embarcação tenha um sistema de monitoramento de descarga de óleo e um separador água-óleo em operação (OPA, 2001).

Um separador água-óleo é um dispositivo que, como o nome sugere, tem a função de separar a mistura oleosa da parte considerada água da parte oleosa. Uma descrição geral da operação é baseada na separação do composto por centrifugação, onde o efluente é separado em uma fase oleosa e uma fase aquosa. A mistura oleosa é levada para o primeiro estágio, onde ocorre a separação preliminar do óleo. O tratamento final ocorre na segunda etapa, utilizando filtros coalescentes. Existe um sistema de aquecimento na parte superior do separador para reduzir a viscosidade do óleo separado e facilitar a separação da fração água-óleo para descarga lateral (água) ou para lodo ou tanque de decantação (EPA, 2005).

O primeiro circuito de alarme é ativado imediatamente para liberar água limpa no sistema, e o segundo circuito de alarme atua após um atraso para ativar a válvula de três vias na linha de descarga, cancelando a descarga para o mar. Exceções às regras relativas a descargas no mar quando autorizadas para garantir a segurança do navio ou salvar vidas no mar e/ou devido a danos no navio ou no seu equipamento, desde que tenham tomado todas as precauções e decisões razoáveis após o incidente.

O Livro de Registro de Petróleo Parte I (Operações da Sala de Máquinas) é obrigatório para todos os navios não-tanque de arqueação bruta de 400 ou mais e para cada navio de arqueação bruta de 150 ou mais, um livro de registro de óleo deve ser fornecido. Partes I e II (Operações de Carregamento e Lastro). Deve ser abastecido em diversas operações que envolvam a movimentação interna ou externa de fluidos no tanque, seja carga, lastro, óleo combustível, resíduos ou outros (MARPOL, 2000).

O programa foi desenvolvido para auxiliar os passageiros a lidar com derramamentos acidentais de óleo. Sua principal função é desenvolver as ações necessárias para interromper ou minimizar derramamentos e mitigar seu impacto nos acidentes a bordo que ocorram em caso de derramamento durante as operações de transferência de óleo ou acidente que afete os sistemas estruturais ou funcionais do navio (INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT CODE, 2005).

O plano é entendido como um documento utilizado pelos comandantes e tripulantes para garantir que as ações necessárias sejam tomadas de forma estruturada, lógica e adequada. O plano utiliza fluxogramas e checklists para orientar o comandante dentro de sua área de responsabilidade para as diversas ações e decisões necessárias no evento. Para facilidade de referência, este plano deve ser acompanhado de um plano de compartimentos, um plano de tubulação e um plano de capacidade para a disposição geral do casco e convés superior. Além dessas informações, deve conter os nomes, números de telefone e fax e endereços de e-mail (e-mail) de todos os contatos e agências costeiras envolvidas na

resposta ao incidente de poluição (EPA, 2005).

O plano deve estar pronto para ser vinculado ao plano de resposta a emergências petrolíferas do armador. O comandante será apoiado por uma pessoa designada pela administração com base na situação e na posição da embarcação no momento do incidente (MACIEL, 2005).

As embarcações devem ter uma caixa com materiais estrategicamente localizados para conter o óleo e controlar derramamentos no mar. Equipamentos como: bombas manuais de esgoto, redes de cerco, material absorvente, serragem ou similares, pás, vassouras, rolhas (tampões) para ralos, raspadores, baldes, sacos plásticos etc. (MANUAL SOPEP, 2002).

Caixeta Filho (2001) explica que o aprimoramento das medidas para prevenir a poluição das operações rotineiras dos navios resultaram em uma redução significativa na poluição dessas fontes, o que acredita-se ajudar a reduzir a ocorrência de derramamentos.

Algumas das modificações feitas para evitar a contaminação incluem a introdução de: tanques de lastro segregado; sistemas de lavagem de petróleo bruto; tanques de carga e resíduos equipados com sistemas de gás inerte; instalação e operação de separadores água-óleo; áreas de descarga, enquanto instalações em portos e terminais para recepção e tratamento de água de lastro contaminada e resíduos oleosos (CAIXETA FILHO, 2001).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstra o quanto a utilização do modal marítimo é necessário para o transporte de mercadorias no âmbito nacional e internacional, bem como sua relevância para a economia brasileira visto os números apresentados. Embora esse meio de transporte possua grande importância, ele desrespeita a ideia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, pois traz riscos ao desenvolvimento sustentável, sendo classificado como um dos mais poluentes do mundo, gerando diversos impactos negativos, assim removendo a garantia de um bom padrão de existência para todos os seres vivos.

Em suma, o problema dos resíduos de óleos abrange diversas áreas que estão diretamente relacionadas à qualidade de vida da população marinha e aos princípios da sustentabilidade, pois o uso responsável nos portos leva a uma redução significativa na quantidade de resíduos gerados.

Contatou-se que após diversos impactos ambientais ao ecossistema aquático e o perigo a saúde humana, ocorridos pelos derramamentos de óleo em águas internacionais, ou até mesmo por acidentes que acabam ocorrendo em portos, a comunidade internacional em decorrência de tais fatores, passou a tomar atitudes rigorosas a respeito destes acontecimentos, procurando a prevenção tanto depois de acontecer o fato como prevenir que ocorra o mesmo.

Ainda nesse sentido, faz-se necessário analisar minuciosamente determinados aspectos de prevenção e diferentes formas de controle de poluição, através da fiscalização impondo um sistema que trará mais comodidade e segurança na prevenção e no controle dos impactos causados. Sendo assim buscando informar e instruir de forma sucinta como prevenir e controlar.

Concluiu-se que os mecanismos mencionados buscam demonstrar e concretizar a necessidade de controle em relação a estes impactos que trazem prejuízo tanto ao país (em sua aceção econômico-social) quanto ao ecossistema aquático.

Referência

- ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2011. **Impactos ambientais**. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/index.php/meio-ambiente/impactosambientais/>. Acesso em: 26.out.22
- ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. 2019. **Princípios Ambientais**. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/index.php/meio-ambiente/principiosambientais/>. Acesso em: 24.out.2022
- ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO (AEDB). **A questão da expansão portuária como solução para o desenvolvimento econômico: o caso das dragagens e os impactos ambientais na baía de Sepetiba**. 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/9216808.pdf>. Acesso em: 25.out.22
- BBC. BRITISH BROADCASTING CORPORATION. **Danos do óleo no litoral do Nordeste vão durar décadas, dizem oceanógrafos**. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50131560>. Acesso em: 25.out.2022
- BOZZA, Fernando. **Destinação de Resíduos Portuários: Uma análise baseada em terminais portuários**. 2015. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/monografias/destinacao_residuos_portuarios.pdf. Acesso em: 25.out.22
- BRASIL. **Lei nº 9966, de 28 de abril de 2000**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9966.htm. Acessado em 01.out.2022
- CAIXETA FILHO, J. V. **Sistemas de Gerenciamento de Transportes**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CNUMAD - **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, Agenda 21. 2008 Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 01.out.22
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 362, de junho de 2005**. Disponível em www.mma.gov.br. Acesso em 06 de set de 2022.
- EL PAÍS BRASIL. O Jornal Global. **Contaminação por óleo no Nordeste deixará sequelas no ecossistema marinho, na saúde e economia local**. 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/10/25/politica/1571959904_104809.html. Acesso em: 24.out.2022
- FLANNERY, Tim. **Os Senhores do Clima**. 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4971890/mod_folder/content/0/Os%20Senhores%20do%20Clima%20-%20Tim%20Flannery.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 27.out.2022
- GAUCHAZH AMBIENTE. **Marinha mercante quer mudar combustível de embarcações para limitar poluição**. 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2019/10/marinha-mercante-quer-mudarcombustivel-de-embarcacoes-para-limitar-poluicao-ck20u8y1d004c01lg51j7h6a1.html>. Acesso em: 24.10.22
- GESTÃO AMBIENTAL DOS PORTOS (GAP). **Impactos ambientais causados pelas dragagens portuárias**. 2018. Disponível em: http://www.gap-uff.com.br/wpcontent/uploads/GAP_folder-03_2018-01-18_IR.pdf. Acesso em: 25.out.2022
- GOEBEL, Dieter. O Desafio das Exportações. In: GOEBEL, Dieter (org). **A Competitividade Externa e a Logística Doméstica. BNDES**. Rio de Janeiro, 2002. Cap. 8., p.285-365.
- IMO. INTERNACIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2020. **Enxofre 2020 - Redução das Emissões de Óxido de Enxofre**. 2020. Disponível em: <http://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur2020.aspx>. Acesso em: 26 out. 2022.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA – IPEA. **Portos Brasileiros 2009: Ranking, Área de Influência, Porte e Valor Agregado Médio dos Produtos Movimentados**. 2009
- ITOPF. **International Tanker Owners Pollution Federation**, 2003. Disponível em: <http://www.itopf.com>. Acesso em: 27.out.22
- MACIEL, Marcelo de Freitas. **Gestão de Resíduos Sólidos gerados por navios e**
- MARPOL. **Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar Causada por Navio**, 1973/1978. Londres: Edição Consolidada. Publicado pela IMO, 2000.
- MARTINS, Alcídnei Aparecido. **Poluição causada por navios**. Juiz de Fora: Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos. Monografia, 90f, 2006.
- MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Carta Terra**. 2020. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-deeduca%C3%A7%C3%A3o-ambiental/documentos-referenciais/>

item/8071-carta-da-terra.html. Acesso em: 21 out. 2022

MONTEIRO, Aline Guimarães. **Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por vazamento de óleo:** o estudo de caso do Complexo Reduc- Dtse Rio de Janeiro, 2003, 293 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético e Ambiental) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do

NORWEGIAN CRUISE LINE. **Redução de resíduos.** 2019. Disponível em: <https://www.ncl.com/br/pt/Parece-que-esta-p%C3%A1gina-tirou-f%C3%A9rias-permanentes--lg2tou/>. Acesso em: 24.out.22

OPA. **Ato de Poluição por Óleo.** USCG – Guarda Costeira Americana, 1990.

PEDROSA, Sandro Magalhaes. **Gestão de Resíduos Oleosos gerados nas embarcações Offshore no Brasil.** 2011. 62f. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Maquinas da Marinha Mercante – APMA) – Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

PINTO, Cristiano P. A.; FLEURY, Ronaldo C. **A Modernização dos Portos e as Relações de Trabalho no Brasil. Síntese. Porto Alegre, 2004.**

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

SANTOS NETO, Arnaldo B. O Trabalho Portuário e a Modernização dos Portos. Juruá, 1998

SILVA NETO, Ricardo Evangelista da. Transporte Rodoviário de Cargas Perigosas. 2016. Disponível em: http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K232119.pdf. Acesso em: 21 out. 2022

SOLAS. **Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar.** Londres. Editado pela Organização Marítima Internacional, 2004.

SOPESP. **Porto de Paranaguá recebe draga especial para obra nos berços. 2019.** Disponível em: <https://www.sopesp.com.br/2019/12/09/porto-de-paranagua-recebe-draga-especial-para-obra-nos-bercos/>. Acesso em: 24 out 2022

SOUZA FILHO, André Moreira de. **Planos Nacionais de Contingência para atendimento a derramamento de óleo:** análise da experiência de países representativos das américas para implantação no caso do Brasil. Rio de Janeiro, 2006, 227f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Ambiental). Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006

terminais de containers: O Caso do Porto do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005, 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges. **As estratégias adotadas pelas companhias marítimas e a identificação de hub ports.** Rio Grande do Sul: Artigo científico apresentado ao curso de comércio exterior da Universidade de Caxias do Sul, 2002.

7

OS IMPACTOS DAS SACOLAS PLÁSTICAS NO MEIO AMBIENTE

THE IMPACTS OF PLASTIC BAGS ON THE ENVIRONMENT

Melissa Rodrigues Lopes
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O presente estudo relata sobre os impactos causados pelas sacolas plásticas no meio ambiente. Partindo-se da hipótese que as sacolas plásticas vêm cada vez mais prejudicando a fauna e a flora do Brasil, o trabalho tem como objetivo analisar os principais problemas ambientais causados pelas sacolas plásticas quando é descartado incorretamente. Para tanto foi-se levantado um estudo bibliográfico para entender quais eram as causas, como o assunto já é um pouco mais conhecido foi feita uma pesquisa descritiva sobre o assunto, coletando mais informações sobre o tema em artigos, livros, revistas e outros trabalhos científicos e a ênfase foi dada nos impactos gerados nos oceanos e nos centros urbanos, passando por uma das fontes do problema que é a coleta seletiva como estão sendo feitas as reciclagens. Percebeu-se que há uma grande área a ser explorada no que diz respeito ao impacto de cada etapa de produção e as opções de descarte e reciclagem de cada material para identificar os pontos-chaves com maior impacto ambiental para que a indústria possa fazer os ajustes necessários para reduzir a pegada ambiental.

Palavras-chaves: Sacolas plásticas; Reciclagem; Impacto Ambiental.

Abstract

The present study reports on the impacts caused by plastic bags on the environment. Starting from the hypothesis that plastic bags are increasingly harming the fauna and flora of Brazil, the work aims to analyze the main environmental problems caused by plastic bags when they are incorrectly discarded. In order to do so, a bibliographic study was carried out to understand what the causes were, as the subject is already a little better known, a descriptive research was carried out on the subject, collecting more information on the subject in articles, books, magazines and other scientific works. and the emphasis was given to the impacts generated in the oceans and in urban centers, passing through one of the sources of the problem that is the selective collection as recycling is being done. It was noticed that there is a large area to be explored with regard to the impact of each stage of production and the options for disposal and recycling of each material to identify the key points with the greatest environmental impact so that the industry can make the necessary adjustments. to reduce the environmental footprint.

Keywords: Plastic bags; Recycling; Environmental impact.

1. INTRODUÇÃO

Em 1959, o designer sueco Sten Gustaf Thulin criou as sacolas plásticas inicialmente para ser uma opção ao saco de papel (APACK EMBALAGENS, 2021), pois causava uma derubada excessiva de árvores e de florestas. Essa nova criação veio com uma proposta de durabilidade, que significa utilizar mais vezes e suportar mais peso do que uma sacola de papel. Naquela época era uma grande inovação, pois acreditava que não precisaria cortar árvores para fazer sacolas e o meio ambiente ia se reconstruindo.

Cerca de bilhão e meio de sacolas são produzidas no mundo. Assim como outras invenções do mundo moderno, as sacolas plásticas foram inventadas como forma de conforto e praticidade para a população, além de ser gratuita. Por ser usado apenas uma vez e depois descartado, esse resíduo é o que causa mais impacto ao meio ambiente. São responsáveis pelos entupimentos de bueiros e córregos em períodos chuvosos, além de ser um poluente nos rios e mares e se tornando prejudicial à saúde dos animais.

O presente trabalho apresenta o seguinte objetivo geral: Analisar os principais problemas ambientais causados pelas sacolas plásticas quando é descartado incorretamente. E pelos objetivos específicos: avaliar a melhoria da substituição das sacolas convencionais para as sacolas biodegradáveis; verificar a causa dos descartes incorretos das sacolas plásticas; investigar como acontece a coleta seletiva urbana.

Dependendo dos objetivos do estudo, as pesquisas podem ser separadas como: exploratórias, descritivas e explicativas. O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, pois é um assunto que se tem um pouco mais de conhecimento sobre ele, e que com alguns autores de livros, artigos e trabalhos científicos já publicaram alguma coisa a respeito do tema estudado. Para registro, para a análise e interpretação do fenômeno que está sendo estudado, será utilizada a revisão bibliográfica através de artigos, livros publicados entre 2007 e 2019, para que sirva de base para a conclusão do estudo.

O índice de plástico no mar, já representa cerca de 80%, se torna muito preocupante para a saúde do ser humano e dos animais. Diante disso, surgiu a seguinte questão: Como conscientizar a população a não descartar as sacolas convencionais inadequadamente e preferir utilizar as sacolas biodegradáveis?

Esta pesquisa destaca a importância de estudar os impactos ambientais causados pelas sacolas plásticas convencionais descartados de forma inapropriadamente, causando uma elevada contaminação nos oceanos, e assim consequentemente os animais marinhos confundem com alimentos e por assim ingerindo-os, e logo a seguir morrendo, além de acumular grande quantidade nos lixões e seu processo de decomposição ser muito lento.

Esta pesquisa está dividida em cinco capítulos, sendo o primeiro dedicado a introdução, problematização, objetivos e justificativa. No segundo capítulo, traz o referencial teórico, nele existem conceitos e características sobre sacolas plásticas convencionais, suas funções, quais impactos que elas têm no meio ambiente e cita as sacolas plásticas biodegradáveis, descartes incorretos das sacolas plásticas, como é feito o descarte e qual é a maneira correta, veremos também a questão de suma importância para a sociedade que está na coleta urbana e como está sendo feita pela maior parte do Brasil. No quarto capítulo, é a metodologia, que apresenta o tipo de pesquisa utilizado, forma de abordagem, local que foi utilizado a pesquisa, o universo e amostra e as limitações. Após, são apresentados os resultados e discussões e por fim, têm-se as considerações finais do estudo, contendo os resultados da pesquisa, com base revisões bibliográficas apresentadas.



2. CARACTERÍSTICAS DAS SACOLAS PLÁSTICAS

No mundo inteiro é consumido em média um milhão de sacolas plásticas por minuto. A sacola foi inventada com o objetivo de trazer conforto e praticidade a população, entretanto. Esse resíduo é o maior causador dos impactos ambientais, por sua maioria, é usado apenas uma vez e logo em seguida sendo descartado. O polietileno é o material mais utilizado na fabricação das sacolas convencionais. Existem dois tipos de polietileno mais usado na produção de sacolas plásticas: o polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de alta densidade (PEAD). A degradação das sacolas plásticas acontece pela fotodegradação onde através da luz solar ultravioleta as cadeias de polímero se decompõem em petro-polímeros. (PLASTIVIDA, 2012).

O aumento do consumo de produtos industrializados nos últimos anos também levou ao aumento da produção e utilização de embalagens descartáveis. As embalagens, por sua vez, possuem três funções: função primária que seria o contato direto com o consumidor, a função secundária, que protegem as embalagens primárias, e a função terciária, a proteção da mercadoria no transporte, as mesmas possuem vida útil curta, pois a função não está diretamente ligada ao conteúdo de interesse do consumidor, portanto são descartados muito rápidos. Esses hábitos levaram ao aumento de uma “cultura do descartável” que proporciona às empresas maior comodidade para o usuário e mais lucros. (CORTEZ; ORTIGOZA, 2007; CORTEZ, 2011).

A produção de embalagens está diretamente relacionada ao seu consumo; segundo a ABRE (Associação Brasileira de Embalagens) (2019), a produção de embalagens em 2018 aumentou 2,5% em relação a 2017, e no primeiro semestre de 2019 4,9% em relação ao mesmo período em 2018. A perspectiva é que o total de embalagens cresça a uma taxa média anual de 1,6% até 2024. Esses dados referem-se a embalagens de plástico, papel/papelão ondulado/papelão e papelão, madeira, têxtil, metal e vidro para uso primário, secundário e terciário no Brasil.

Entre os materiais de embalagens mais produzidas e consumidas estão as sacolas descartáveis de papel e de plástico que são amplamente utilizadas com a principal função de transporte de produtos. Uma estimativa realizada em 2011 mostra que o consumo de sacolas plásticas no mundo é de 500 bilhões a 1 trilhão de unidades por ano, sendo que 15 bilhões são distribuídas apenas no Brasil; portanto, cada cidadão brasileiro consome em média 72 sacolas por ano ou 6 por mês (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

Devido aos altos custos de matéria-prima e de produção, as sacolas plásticas foram introduzidas na rede de mercado no final da década de 1980 para substituir as sacolas e os sacos de papel. A produção de sacolas plásticas é feita a partir de polímeros de polietileno derivados do petróleo. O óleo é refinado até que o etileno seja convertido em etileno, que é então polimerizado para formar polietileno (PE), o polímero é cortado em pellets, passado por uma extrusora aquecida e, ao final do programa, jatos de ar moldam o filme plástico, que é aberto por dentro Saco de plástico moldado (JOAQUIM, 2013).

As sacolas plásticas convencionais podem resultar em diversos problemas ambientais, desde poluição visual até morte de animais. O descarte inadequado das sacolas em centros urbanos pode gerar entupimento de bueiros nas cidades, o que resulta em alagamentos e enchentes; quando o descarte é realizado em rios, lagos e oceanos, os animais marinhos são as principais vítimas que morrem ao ficarem presas nesses materiais ou que podem ingerir o plástico ao confundi-lo com alimentos. Além disso as sacolas plásticas convencionais levam de 100 a 400 anos para se degradar, gerando um acúmulo de resíduo nos lixões e aterros e dificultando a biodegradação de recursos orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010; LORENZETT et al., 2013).

A degradação das sacolas plásticas acontece pela fotodegradação onde através da luz solar ultravioleta as cadeias de polímero se decompõem em petro-polímeros (PLASTIVIDA, 2012). No Brasil o plástico passou a ser utilizado no final de década de 1980, primeiramente nas redes de supermercados para acondicionar as mercadorias dos clientes. Devido as suas várias aplicações o consumo do plástico teve um grande aumento nas últimas décadas facilitando a sua produção e distribuição (VIANA, 2010).

Embora o polietileno seja um polímero simples, leva muito tempo para se degradar, causando poluição visual quando descartado de forma inadequada, inundando cidades com sacos entupindo bueiros e poluindo rios e oceanos. (FUNVERDE, 2012).

No gráfico 1, mostra sobre o destino do polímero, cerca de 6,3 bilhões são descartados, 4,9 bilhões são acumulados em aterros e na natureza, apenas 600 milhões foram reciclados e 800 milhões sofreram incineração.

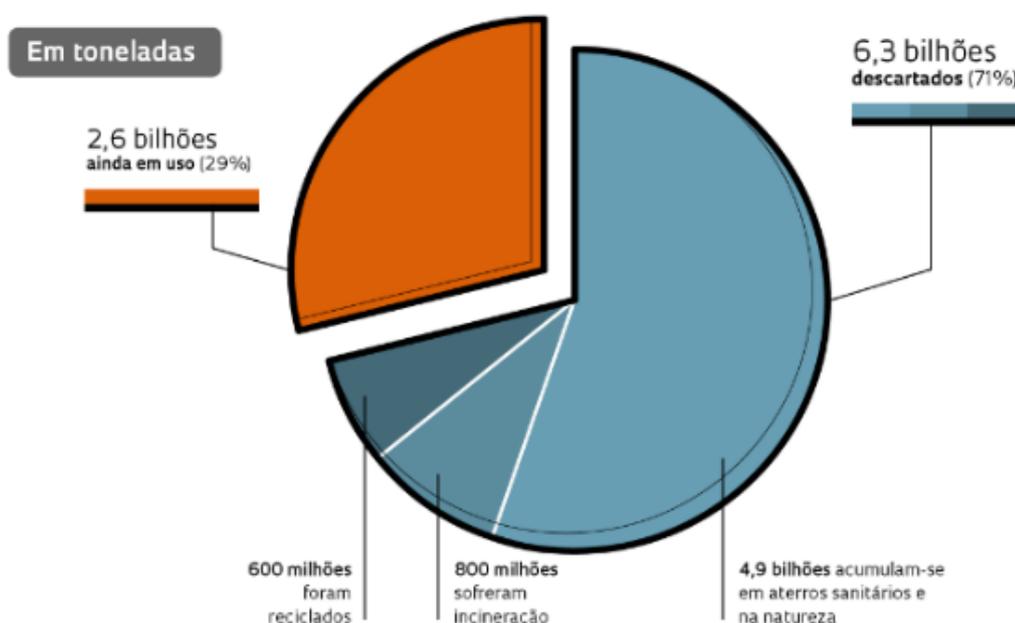


Gráfico 1: Destino do polímero

Fonte: *Production, use fate of all plastics ever made. Science advances, 2017.*

Biodegradação é definida pelo processo em que microrganismos quebram as cadeias de polímero e consome os resíduos como fonte de alimentos e energia (REVIVERDE, 2012). De acordo com Mangabeira (2011), só podem ser considerados biodegradáveis se esses microrganismos forem capazes de mudar para substâncias mais simples.

A necessidade de adotar alternativas mais sustentáveis levou ao desenvolvimento de materiais que possam substituir as sacolas plásticas convencionais, como as sacolas lático, sacolas de plástico convencional com aditivo oxi-biodegradável, sacolas de papel, e sacolas de polímeros verde (BRITO *et al.*, 2013; SANTOS, 2012).

As sacolas biodegradáveis podem ser produzidas de diferentes materiais:

- **Poliácido lático:** É um polímero sintético que está sendo bastante utilizado na substituição das sacolas convencionais, pois ele dura em média seis meses a dois anos para se decompor por total. Quando descartado corretamente, o PLA se transforma em substâncias inofensivas, já que é facilmente decomposto pela água (EQUIPE ECYLE).
- **Plástico oxi-biodegradável:** São plásticos que precisa ser degradado com ajuda de

oxigênio. Seus fragmentos são acelerados pela incidência dos raios UV. Se o destino final desse plástico for aterros sanitários, a degradação por meio de aditivos oxi-biodegradáveis só funciona se o material for disposto na superfície ou próximo a ela, caso contrário o material irá se degradar como os plásticos comuns dispostos na mesma condição (SANTOS, 2012).

- Sacolas de polímero verde: É um polímero produzido a partir da cana de açúcar, matéria – prima renovável, que provem em uma degradação de menor impacto ambiental. É um material sustentável, pois é 100% reciclável atende à necessidade atual sem prejudicar as futuras gerações. (BRITO *et al.*, 2011).
- Sacolas de papel: Também é um material biodegradável e leva cerca de três a seis meses para se decompor na natureza. Porém, estudos recentes da cadeia produtiva mostram que as sacolas ou sacos de papel podem ser até mais poluentes do que as sacolas de plástico devido aos efluentes gerados do processo de polpação e branqueamento do processamento e das emissões gasosas da produção e distribuição (SANTOS, 2012). Eucaliptos e pinus são desmatados na área de reflorestamento para extração de celulose de produção de papel. Nessas áreas são geralmente certificadas e reflorestadas outra vez. Entretanto essas espécies de arvores empobrecem o solo impedindo o crescimento de outras espécies, por não ser uma árvore típica do Brasil. Os impactos também estão relacionados com o consumo de água e combustível na extração e produção do papel e das emissões e efluentes geradas. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

De acordo com o gráfico 2, o material que apresenta maior impacto no aquecimento global é o papel, no qual o estágio de extração da matéria-prima e produção representam mais de 70% das emissões de gases do efeito estufa devido aos fatores já mencionados. Com exceção da sacola de amido-poliéster, as demais apresentaram resultados semelhantes com relação à quantidade de emissão de gases do efeito estufa, e todas apresentam o estágio de extração de matéria-prima predominante no efeito (EDWARDS, 2011).

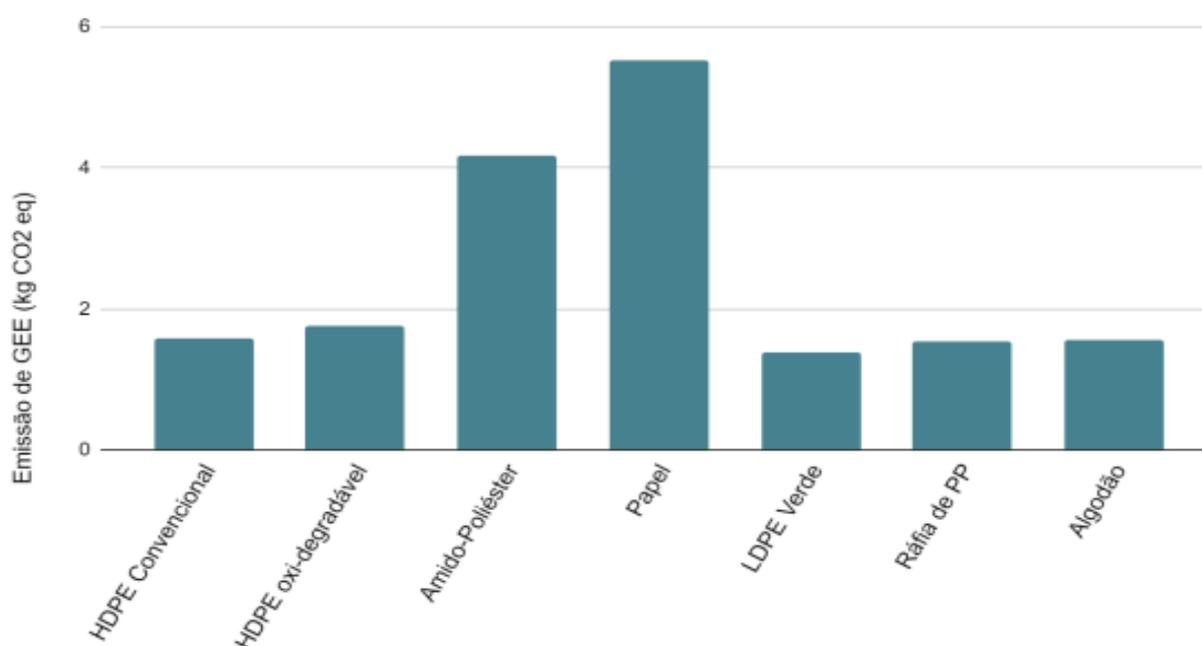


Gráfico 2: Emissão de gases do efeito estufa para sacolas de diferentes materiais de acordo com Edwards

Fonte: Adaptado de Edwards (2011)

Devido ao alto consumo, a sacola plástica virou alvo preocupante para os ambientalistas, que condenam a forma de como são utilizadas e cobram soluções do estado e da população. O estado tem por objetivo reduzir ou até mesmo banir o uso de sacolas plásticas, e já está tomando algumas medidas, como criando diversas leis tanto no âmbito federal, estadual e municipal visando proibir o fornecimento de sacolas plásticas nos estabelecimentos comerciais. Segundo Valle (2006, p.78-79), “A Constituição Federal Brasileira de 1988, bem como as constituições estaduais, dedicam capítulos ao tema ambiental e remetem para a legislação ordinária que regulamenta essas disposições constitucionais”.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), prediz reduzir a geração na quantidade de resíduos sólidos bem como dividir os geradores dos resíduos sólido o ciclo de vida dos produtos e a logística reversa das embalagens no pós consumo ficando sob responsabilidade de quem produziu criar estratégias para retirar esses materiais contribuindo com uma das metas da lei que é eliminar os lixões no Brasil.

3. PROBLEMAS CAUSADOS PELAS SACOLAS PLÁSTICAS

As sacolas plásticas convencionais podem resultar em diversos problemas ambientais, desde poluição visual até morte de animais. O descarte inadequado das sacolas em centros urbanos pode gerar entupimento de bueiros nas cidades, o que resulta em alagamentos e enchentes; quando o descarte é realizado em rios, lagos e oceanos, os animais marinhos são as principais vítimas que morrem ao ficarem presas nesses materiais ou que podem ingerir o plástico ao confundi-lo com alimentos. Também, as sacolas plásticas convencionais levam de 100 a 400 anos para se degradar, gerando um acúmulo de resíduo nos lixões e aterros e dificultando a biodegradação de recursos orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010; LORENZETT *et al.*, 2013).

As sacolas plásticas colocam em risco a vida animal, entopem os sistemas de drenagem urbana, poluem cidades e rios e causam inundações. Este tipo de lixo também polui os oceanos e afeta espécies marinhas. 80% de todos os plásticos são usados apenas uma vez e depois descartados, ou viram sacolas para acondicionar o lixo doméstico. (FUNVERDE, 2016).

As sacolas plásticas, quando utilizadas e descartadas de forma inadequada, tornam-se nocivas ao meio ambiente. Ao serem depositadas em lugares desapropriados, como aterros e lixões sem estrutura ecológica, podem ser carregadas pelo vento, contaminando rios, oceanos e lagos, e ocasionando a morte de diversas espécies de animais aquáticos ou terrestres. (DIELE TONELLO *et al.*, 2011).

Em alguns países como, por exemplo, a China proíbe por lei qualquer supermercado entregar de graça sacolas plásticas, lei essa que surgiu em 2008 visando acabar com a chamada “poluição branca” Uma pesquisa realizada pela Associação de Redes Comerciais e Franquias da China e divulgada no jornal South China Morning Post revelou que, em quase um ano, o consumo de sacolas plásticas no país caiu 66%, sendo que qualquer supermercado que não cumprir a regra pode ser multado em até 1,4 mil dólares (cerca de 2,8 mil reais). Os preços cobrados pelas sacolas são estipulados pelos comerciantes e nunca podem ser inferiores ao preço de custo (VEJA.COM, 2009).

Geralmente descartadas na natureza, as sacolas plásticas são carregadas pelos ventos e pelas águas por longas distâncias e acabam se concentrando principalmente nos oceanos, onde poluem as águas e causam sérios prejuízos à vida marinha. Nos oceanos, as principais vítimas são as baleias, os golfinhos, as focas, as tartarugas e as aves marinhas, que

morrem ao ficarem presas nesses materiais ou mesmo por ingeri-los ao confundi-los com comida (GUIMARÃES e ALBUQUERQUE, 2010). Estima-se que mais de cem mil mamíferos e pássaros morram por ano devido à ingestão de sacos plásticos (SILVA, 2012).

Há evidências crescentes sobre as consequências ecológicas da poluição plástica, porém os cenários de ameaça propostos que definem os requisitos para um poluente químico ser um candidato a limite planetário precisaram ser adaptados para a poluição plástica marinha, onde as propriedades da fase sólida do plástico introduzem complexidade adicional às rotas químicas e impactos ecológicos (GÓMEZ; CORNELL; FABRES, 2018).

As sacolas plásticas demoram a se decompor e acabam por formar grandes montes de lixo nos oceanos. Quando elas se decompõem, transformam-se em petro-polímeros, que são substâncias altamente tóxicas, contaminando as águas e o solo. Países como Tanzânia, Bangladesh, China, Israel, Canadá, Índia, Quênia, Irlanda, África do Sul, Uganda, Butão, Taiwan, Maharashtra, Botswana, Singapura, Ruanda e Eritréia, já proibiram o uso de sacolas plásticas (PÓVOA NETO *et al.*, 2011). Fato esse que contribui significativamente para prevenção da poluição ambiental, principalmente das águas e dos oceanos, pois a grande maioria dos sacos plásticos, descartados no lixo doméstico, acaba indo parar nos oceanos, aliás, o homem tem feito dos oceanos uma grande lixeira permanente onde são descartados os mais diversos tipos de rejeitos da humanidade.

Neste caso, a poluição plástica no oceano parece ser potencial, uma vez que a destinação desses resíduos tem ocorrido de forma colocando em perigo indiscriminadamente a saúde humana e animal há décadas, economia local, segurança alimentar e relações internacionais como os oceanos podem transportar plástico longa distância. Um exemplo disso são as denominadas ilhas de plástico (LEBRETON *et al.*, 2018), localizadas no Pacífico, onde se pode encontrar toneladas de material acumulado. Ademais, a recente caracterização da importância ecológica do microplástico e o cenário pandêmico gerado pela COVID-19, que está interferindo no volume de descarte de material plástico no meio ambiente, tem impactado ainda mais o oceano (LEBRETON *et al.*, 2018; LINDEQUE *et al.*, 2020).

De acordo com o gráfico 3, a China produz mais plástico e tem como destino final nos oceanos, em seguida da Índia e o sul da Ásia. Já os microplásticos são mais produzidos na América do Norte e são jogados nos oceanos, causando cada vez mais poluição e prejudicando as vidas marinhas.

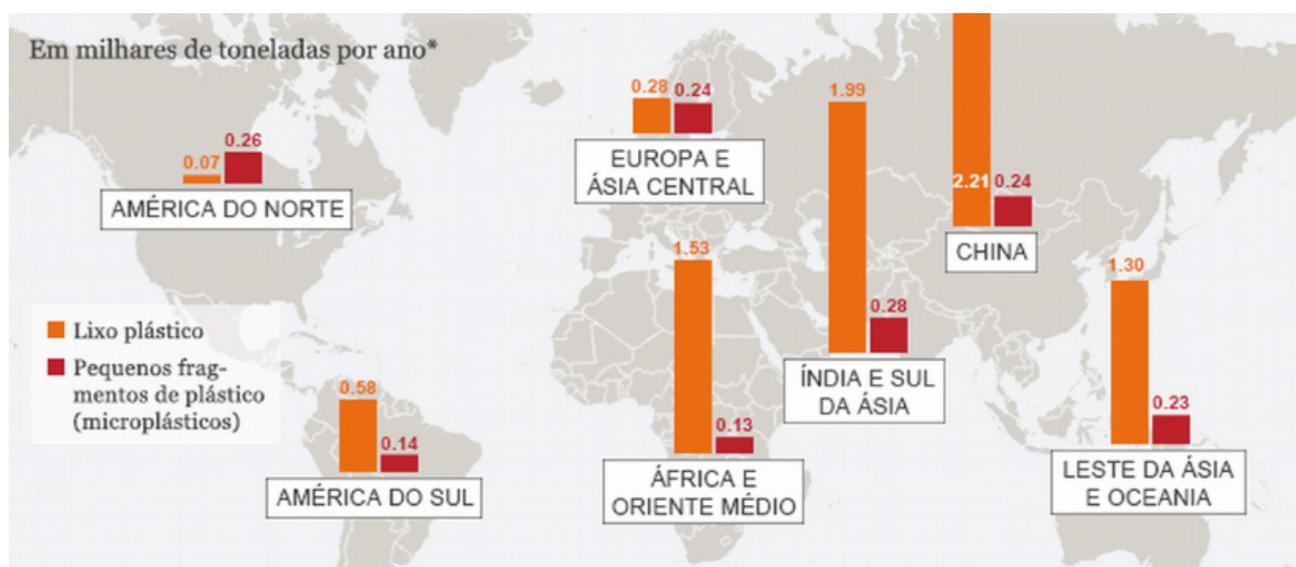


Gráfico 3: De onde vem o plástico que acaba com os oceanos?

Fonte: UICN, 2017

Para Orso *et al.* (2014), destaca que as produções de sacolas plásticas em alta escala contribuem para o aquecimento global, pois processos como refino do petróleo e fabricação das sacolas consomem energia, água e liberam efluentes além de emitir gases poluentes.

A produção e o consumo exagerados ocasionam o descarte incorreto dessas sacolas que levam cerca de 500 anos para decompor se no meio ambiente que surgem os principais tipos de impactos ambientais gerados por essas sacolas plásticas, ocasionando a poluição dos rios e oceanos contribuindo para o envenenamento e estrangulamentos de peixes, tartarugas, como ilustrada na figura 1.



Figura 1: Animais são atraídos pelo lixo e comem pensando ser alimento

Fonte: Saiba por que o plástico está matando as tartarugas marinhas

O fato é que quando uma sacola plástica, por exemplo, passa algum tempo na água do mar, algas, micróbios, plantas e até pequenos animais começam a morar nelas. Esse processo faz com elas exalem um cheiro que atrai outros animais marinhos, como baleias, aves e as tartarugas (MEIO NORTE, 2022).

As tartarugas são as espécies mais afetadas, e estima-se que 100% das espécies de tartarugas ingerem plásticos ou se emaranham neles. As espécies de aves e mamíferos também são bastante afetadas, com estimativas de 46% e 40% respectivamente. O número de espécies marinhas afetadas por resíduos plásticos aumenta a cada revisão realizada (WORM; LOTZE; JAMBECK, 2017).

A ingestão de microplásticos é muito comum para muitos organismos, particularmente quando os mecanismos de alimentação não permitem discriminar partículas. Absorção de microplásticos por organismos do tráfico primário, fitoplâncton e zooplâncton, é identificada como a forma de transferência de microplásticos para a cadeia alimentar (AVIO; GORBI; REGOLI, 2017).

O plástico é amplamente utilizado pela facilidade de produção e conformação de variados formatos e tamanhos, por ser mais leve, barato, pela flexibilidade, assepsia e capacidade de suportar peso sem romper (CORTEZ, 2011).

As sacolas pós-consumo levam de 100 a 400 anos para se degradarem e podem causar diversos problemas ambientais se descartadas de forma inadequada, como serem descartadas em centros urbanos, causando poluição ambiental, poluição visual, bueiros entupidos, poluição da água e disseminação de doenças como malária e dengue (MONTAGNA, 2014).

Tempos atrás, era muito importante descobrir materiais cada vez mais duráveis e entre eles, os plásticos, com grande variedade de aplicações, devido as suas propriedades e versatilidade de uso e ainda o preço (FORLIN; FARIA, 2002; SOUSA; PAIVA, 2011). O uso do plástico está aumentando muito no mundo, e como consequência disso, chama atenção a grande quantidade de resíduos plásticos descartados no ambiente tanto rural como urbano.

Sempre que chove e inunda, sacos plásticos e garrafas são os primeiros a serem identificados como entupimento de bueiros e córregos. É fácil apontá-los como um dos principais fatores de entupimento de bueiros urbanos, como se a lacuna entre a má disposição do lixo e a coleta ineficiente de lixo não fosse o problema. (ECOPLAN, 2020).

Eles são uma das principais causas de entupimento de bueiros e cursos d'água e contribuem significativamente para a retenção de lixo e inundações durante as estações chuvosas. As sacolas plásticas também poluem oceanos e rios, causando grandes danos à vida animal (PENSAMENTO VERDE, 2013).

O problema das inundações nos centros metropolitanos do mundo, principalmente no Brasil, está na hora. A ausência de crescimento urbano verde no cenário representa um impacto negativo diretamente relacionado às inundações. Em outras palavras, a ausência de parques, árvores e terrenos faz com que a água da chuva não seja desperdiçada e, portanto, se acumule nas cidades e cause danos às vezes imensuráveis. (CULTURA MIX, 2012).

As enchentes nos centros urbanos também são causadas por causa do excesso de lixo que existe nas ruas, bem como a precariedade dos sistemas de reciclagem em afetar pelo menos metade dos resíduos da população. Não se pode ignorar o fato de que os bueiros estão presentes em amplo número nas áreas urbanizadas e com aglomeração de pessoas em níveis acessíveis. (CULTURA, 2012).

4. COLETA SELETIVA URBANA

Em 1990, no Brasil destacam-se as primeiras práticas de coleta seletiva, junto com os municípios e catadores organizados em associações para o gerenciamento e execução dos programas. Segundo (IBGE, 2001), os municípios que realizam programas de coleta seletiva, correspondem a menos de 10%. Isso ocorre pois há algumas dificuldades no caminho que os programas se deparam na parceria com catadores organizados, que são de ordem organizacional, técnica e econômica (RIBEIRO & BESEN, 2007).

Com o aumento da população e do avanço da tecnologia também houve um aumento na geração de resíduos ao longo dos anos. Assim, a reciclagem se torna um processo importante para diminuir a quantidade de resíduos no aterro sanitário e os impactos que eles causam, e também como forma de diminuir a necessidade por recursos naturais para a fabricação de novos produtos (PIMENTA, 2021).

A coleta seletiva pode proporcionar ganhos ambientais, sociais e econômicos. Entre as vantagens ambientais da coleta seletiva destacam-se: a redução do uso de 18 matéria-prima virgem e a economia dos recursos naturais renováveis e não renováveis; a economia de energia no reprocessamento de materiais se comparada com a extração e produção a partir de matérias-primas virgens e da valorização das matérias-primas secundárias, e a redução da disposição de lixo nos aterros sanitários e dos impactos ambientais decorrentes (WAITE, 1995 *apud* RIBEIRO & BENSON, 2007).

A coleta seletiva de lixo assume um papel muito importante no que diz respeito à preservação do meio ambiente e à vida sustentável. Milhões de toneladas de lixo são pro-

duzidas diariamente, e a destinação deste lixo é um fator preocupante para todos. Como grande fonte geradora de lixo, a população atual necessita de uma saída viável para este problema, pois a sua maioria é destinada para os chamados lixões, onde os materiais ficam a céu aberto, poluindo o ar, a água e o solo (PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2011).

Através da coleta seletiva de lixo é possível diminuir significativamente a produção do lixo, e aumentar a lucratividade, com o reaproveitamento dos materiais (SEMA, 2009). De fato, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) reconheceu o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e cidadania (BRASIL, 2010).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), uma coleta seletiva é feita separando os resíduos de acordo com sua estrutura. Resíduos com constituição semelhante, serão agrupados e colocados em locais separados de outros diferentes. Segundo Cunha & Caixeta Filho (2010, p.146): “A reciclagem é um processo pelo qual materiais que se tornariam lixo são desviados para ser utilizados como matéria prima na manufatura de bens normalmente elaborados com matéria-prima virgem”.

De acordo com dados da pesquisa nacional por amostra domiciliar (PNAD), realizado no Brasil em 1996, 79,9% dos domicílios particulares coleta de lixo permanente (IBGE, 2000).

Segundo Cempre (1999, *apud* D’Almeida e Vilhena 2000) a coleta seletiva de lixo pode ser definida como: [...] “um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papel, plásticos, vidros, metais e “orgânicos”, previamente separados na fonte geradora. Estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros [...]”.

Vilhena (2013) define que pode ser aplicada três tipos de metodologias para fazer uma coleta seletiva:

I - Separação na fonte geradora dos diferentes tipos de materiais recicláveis, em um local disponível para armazenamento. Esta separação deverá ser feita baseada no “modelo de seleção” que for adotado pelo município.

II – Um galpão de triagem é útil mesmo no caso da segregação na fonte pelo sistema secos/úmidos, já que haverá necessidade de separação dos secos (papel, plásticos, vidros, etc.), úmidos (fração de orgânicos) e outros (considerados rejeito). É claro que, dependendo da dimensão do programa, o galpão poderá ser transformado em uma estrutura mais simples e de menor custo.

III – A coleta seletiva dos diferentes tipos de materiais recicláveis simultaneamente, mas com separação rigorosa entre todos os tipos já na fonte geradora. Para sua implantação, deve-se levar em conta uma série de aspectos técnicos e econômicos: necessidade de veículos coletores especiais; espaço físico para armazenamento dos materiais em separado; maior frequência (dias) de coleta; capacidade de escoamento (venda) de todos os materiais; necessidade de uma campanha educativa mais detalhada

De acordo com o gráfico 4, a composição média da coleta seletiva são constituídos 19,5% de plástico, 39,9% de papel, 11,9%, 0,9% de alumínio, 5,7% outros (trapos, borracha, couro, madeira, etc.), 6,8% de metais, dentre outros (VILHENA, 2013).

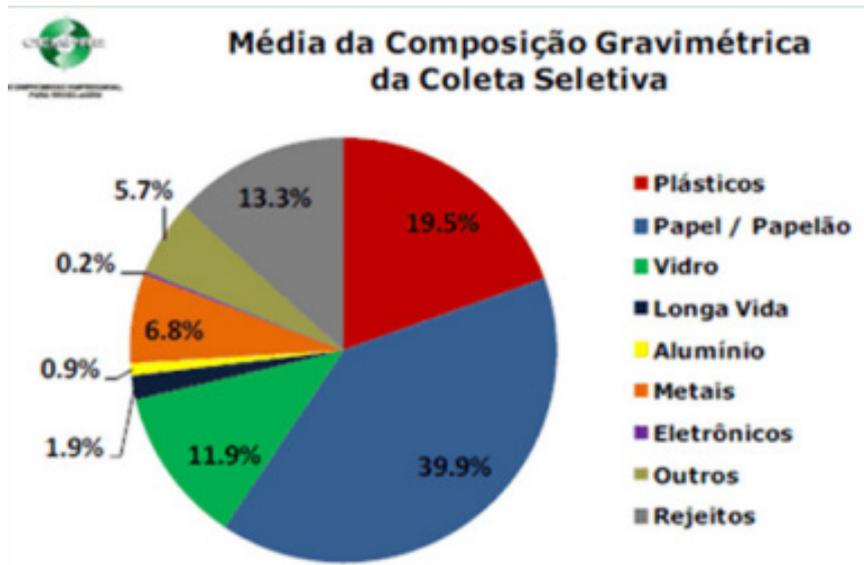


Gráfico 4: Média da Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva.

Fonte: CEMPRE, 2010

Para reduzir a quantidade de resíduos no mundo, a reciclagem é uma necessidade real. Na maioria das vezes, o lixo é descartado em locais impróprios, e as coisas que podem ser recicladas acabam perdidas (MERCHAN PLÁSTICOS). Com equipamento adequado é possível separar lixo orgânico (restos de comida, folhas de árvores, flores) dos materiais recicláveis (plásticos, alumínio, papel). As lixeiras são coloridas e cada cor serve para identificar o material descartado (MERCHAN PLÁSTICOS).

Na figura 2, mostra cada lixeira com suas respectivas cores: na lixeira azul é papel/papelão, vermelho são os plásticos, no verde são os vidros, porém não pode ser usado espelho, e vidro temperado, no amarelo são os metais, preto é madeira, laranja são resíduos perigosos e contaminados, no branco são resíduos ambulatoriais, roxo são radioativos, marrom, os orgânicos e cinza são os não recicláveis



Figura 2: Cores das lixeiras da coleta seletiva

Fonte: Biocamp

Os plásticos são divididos em dois grupos, os quais podem ser reciclados, com base em suas propriedades de fusão ou fusão: termoplásticos (recicláveis) e termorrígidos (não derretem quando aquecidos e, portanto, não podem ser reciclados). Os termoplásticos são tipos de plásticos que podem ser reprocessados diversas vezes, pois quando aquecidos amolecem e são remoldados. Como por exemplo, as embalagens, sacolas de supermercado, garrafas PET e frascos de produtos de limpeza e higiene. (LAR PLÁSTICOS, 2020). São considerados termoplásticos: Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), PVC, Poliestireno (OS), Polipropileno (PP), PET, Poliamidas (como o Nylon) (LAR PLÁSTICOS, 2020).

Termorrígido são compostos que possuem cadeias poliméricas conectadas por articulações ou ligações cruzadas, ou seja, são a principal atração intermolecular. Quando altas, essas forças podem levar a temperaturas de serviço, o que pode fazer com que essas ligações se quebrem e reduzam as propriedades do polímero (POLYEXCEL, 2020). Na figura 3 mostra todos os tipos de plásticos que podem ser recicláveis.

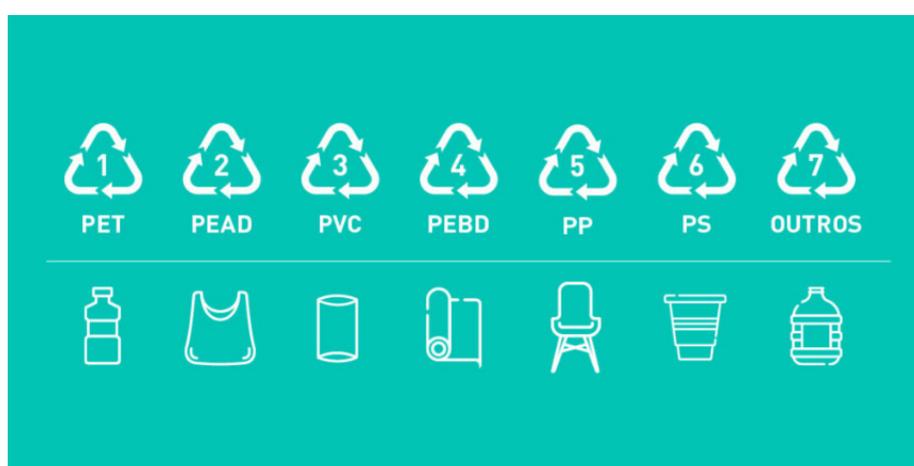


Figura 3: tipos de plásticos que podem ser recicláveis

Fonte: Mais polímeros, 2020

Acontece três tipos de reciclagem do plástico, mecânica, química e energética e cada um deles geram diferentes produtos e têm seus benefícios (MAIS POLÍMEROS, 2020).

Reciclagem mecânica: é um dos métodos mais comuns realizados atualmente e consiste em transformar os plásticos pós-industrial e pós-consumo em pequenos grânulos, através do processo de moagem. Essas pequenas partículas podem ser utilizadas na fabricação de novos materiais plásticos (LAR PLÁSTICOS, 2020).

Reciclagem química: A reciclagem química reprocessa o plástico para transformá-lo em materiais petroquímicos básicos, que servem de matéria-prima para a criação de produtos de alta qualidade. Entretanto, o modelo químico necessita de grandes quantidades de plástico para ser economicamente viável (LAR PLÁSTICOS, 2020).

Reciclagem energética: A reciclagem energética transforma através da incineração o plástico em energia térmica e elétrica, aproveitando o poder calorífico presente nos plásticos. Apesar desse tipo de reciclagem não ser realizada no Brasil, ela é muito utilizada no exterior, como na Noruega (LAR PLÁSTICOS, 2020).

Os ecopontos tiveram origem na Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 2002. Ela tornou obrigatória a adoção de planos de gestão em todos os municípios para gerenciar a destinação dos resíduos da construção civil, o conhecido entulho (CIDADE DE SÃO PAULO COMUNICAÇÃO, 2006). O objetivo é eliminar os impactos ambientais decorrentes do descontrole sobre as atividades relacionadas à geração,

transporte e destinação desses resíduos. A resolução determina também que, sempre que possível, esses materiais sejam reutilizados ou reciclados (CIDADE DE SÃO PAULO COMUNICAÇÃO, 2006).

Dessa forma, os Ecopontos fortalecem a política de gestão da limpeza urbana e contribuem para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e para a diminuição da demanda por recursos naturais, recuperando o meio ambiente, a paisagem urbana, evitando danos à saúde pública e ainda gerando emprego e renda por meio da inclusão social das cooperativas de catadores (PREFEITURA DE SÃO LUÍS, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizado uma revisão literária sobre o impacto ambiental em relação das sacolas plásticas. Por meio dessa pesquisa, observou-se que tem poucos trabalhos publicados com esse tema em estudo. Os trabalhos pesquisados foram todos recentes. Por meio de levantamento de pesquisas, foi concluído que 720 milhões de plásticos são descartados apenas no Brasil. Porque apesar de ser um material reciclável, é muito mais barato produzir mais sacolas plásticas a coletar plásticos e reciclar os descartáveis.

A pesquisa também mostrou o problema causados não apenas nos grandes centros urbanos como também na vida marinha, e se a situação continuar a se agravar, a cadeia ecológica vai sofrer mudanças absurdas, e para que não chegue ao extremo, foi mostrado algumas soluções para minimizar a situação.

Dada a importância deste tema, ainda há uma grande área a ser explorada no que diz respeito ao impacto de cada etapa de produção e as opções de descarte e reciclagem de cada material para identificar os pontos chaves com maior impacto ambiental para que a indústria possa fazer os ajustes necessários para reduzir a pegada ambiental e este estudo pode ser mais aprofundado por outros pesquisadores em centros de coletas seletiva para ter mais conhecimento de como os plásticos em geral, são reciclados e como os mesmos são distribuídos para o uso novamente.

Referências

AFFONSO, Alexandre, 2019. Revista Pesquisa FAPESP. **Planeta plástico**. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico/>>. Acesso em: 25 set. 2022.

BRASIL, Ministério do Meio. **Coleta Seletiva**. Disponível em: (<http://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>). Acesso em: 30 de out de 2022.

AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. **Marine environmental research**. v. 128, p. 2-11, SI ed, jul 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. BRASÍLIA, 2 de ago. de 2010. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 01 nov. 2022.

_____. **Orientações sobre consumo consciente e propostas para redução de sacolas plásticas pelos consumidores** / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 40 p.: il. color. – (Cartilha para Consumidores; 3.).

BRITO et al. **Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes**. Revista eletrônica de materiais e processos, Campina Grande, vol. 6, nº 2, p. 127-139, maio-setembro, 2011.

COMO SE DÁ A RECICLAGEM DOS PLÁSTICOS? 2020. **La plásticos**. Disponível em <https://www.larplasticos.com.br/ultimas-noticias/como-se-da-a-reciclagem-de-plasticos/#:~:text=Basicamente%2C%20a%20recicla>

- gem%20dos%20pl%C3%A1sticos,prima%20gera%20um%20novo%20produto. Acesso em: 31 out. 2022.
- CORTEZ, A. T. **Embalagens:** o que fazer com elas? Revista Geográfica de América Central, Heredia, Costa Rica, vol. 2, p. 1-15, julho-dezembro, 2011.
- CORTEZ, A. T.; ORTIGOZA, S. A. G. **Consumo sustentável:** conflitos entre necessidade e desperdício. São Paulo: Editora UNESP, 2007.
- CUNHA, V.; CAIXETA, Filho. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos:** estruturação e aplicação de modelo não linear de programação por metas. Revista Gestão e Produção, v.9, n.2, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a04v09n2.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2017.
- ECOPONTO – Estação de entrega voluntária de inservíveis. **SP regula.** Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/>. Acesso em: 31 out. 2022.
- EDWARDS, C. FRY, J. M. Life cycle assessment of supermarket carrier bags: a review of the bags available in 2006. 2011. Environment Agency, Horizon House, Bristol, Reino Unido. Fevereiro 2011.
- Entenda porque as sacolas plásticas prejudicam o meio ambiente, 2016. **Fuverde.** Disponível em <https://www.funverde.org.br/blog/entenda-porque-as-sacolas-plasticas-prejudicam-o-meio-ambiente/#:~:text=A%20sacola%20pl%C3%A1stica%20prejudica%20a,e%20afeta%20as%20esp%C3%A9cies%20marinhas>. Acesso em 20 de out. 2022.
- Equipe ecycle. **Sacola biodegradável:** o que é preciso saber. *Ecycle.* Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/sacola-biodegradavel/>>. Acesso em 09 de out. 2022.
- FORLIN, F. J.; FARIA, J. A. F. **Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas.** Campinas: FEA / UNICAMP. 2002.
- FUNVERDE. **Subway utiliza sacola plástica oxi-biodegradável.** Disponível em <<https://www.funverde.org.br/blog/subway-utiliza-sacolas-plasticas-oxi-biodegradaveis/>>. Acesso em: 9 out. 2022.
- GÓMEZ, P. V.; CORNELL, S. E.; FABRES, J. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. **Elsevier.** v. 96, p. 213-220, 2018.
- GUIMARÃES, Leonardo Durval Duarte; ALBUQUERQUE, Elaine Cristina Barbosa da Silva. Embalagens plásticas num contexto maior. **Anais eletrônicos:** III SENEPT Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica. Belo Horizonte, MG. 2010. Disponível em: https://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2010/Artigos/GT1/EMBALAGENS_PLASTI. Acesso em: 21 out. 2022.
- História das sacolas plásticas, 2021. Embalagens Apack. Disponível em <https://www.apack.com.br/a-história-das-sacolas-plasticas/>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** – 2001. Rio de Janeiro, 2001.
- JOAQUIM, R. B. **Avaliação do ciclo de vida:** sacola plástica x sacola de papel. 2013. 61f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- LEBRETON, L. et al. **Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. Scientific Reports,** v. 8, n. 1, p. 1-15, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- LORENZETT et al. **Sacolas plásticas:** uma questão de mudança de hábitos. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, vol. 11, nº 11, p. 2446-2454, Jan-Abr, 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2010. GOV.BR. **O tamanho do problema.** Disponível em:<<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais>>. Acesso em: 09 de out. 2022.
- MONTAGNA, L. S. **Desenvolvimento de propileno ambientalmente degradável.** 2014. 184f. Tese de doutorado - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- ORSO et al., 2014. #20 SACOLAS PLÁSTICAS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS. **Gerenciamento ambiental** - UFBA Vitória da Conquista. Disponível em: <https://ufbaconquista.wordpress.com/2017/07/10/20-sacolas-plasticas-e-seus-impactos-ambientais/>. Acesso em: 20 out. 2022.
- PIMENTA, Julia, 2021. Voce conhece quais as cores da coleta seletiva? **Recicla club.** Disponível em <https://recicla.club/cores-da-coleta-seletiva/>. Acesso em: 31 de out. 2022.
- PIMENTEL, Fernando, 2008. LegWeb. **Lei 9.529 de 27/02/2008.** Disponível em <https://www.legisweb.com.br/>

legislacao/?id=172439. Acesso em: 15 de set. 2022.

Plásticos recicláveis: conheça os tipos e características, 2020. **Mais polímeros**. Disponível em <https://maispolimeros.com.br/2020/02/28/plasticos-reciclaveis/>. Acesso em: 31 out. 2022.

PÓVOA NETO, Herminio Henriques; RANGEL, Shayane Azevedo; CORREA SOBRINHA, Memorina Aparecida; DELATORRE, Andréia Boechat; AGUIAR, Cristiane de Jesus; RODRIGUES, Priscila Maria. SACOLAS PLÁSTICAS: CONSUMO INCONSCIENTE. *Perspectivas Online: Biológicas e Saúde*. V. 1, nº 3, 2011. Disponível em: <https://www.doaj.org/doaj?func=abstract&id=1082913&recNo=6&toc=1&uiLanguage=en>. Acesso em: 22 out. 2022.

Qual a importância dos ecopontos para São Luis?, 2015. **Prefeitura de São Luís**. Disponível em <https://sao-luis.ma.gov.br/comitedelimpeza/conteudo/2178#:~:text=Dessa%20forma%2C%20os%20Ecopontos%20fortalecem,e%20renda%20por%20meio%20da>. Acesso em: 31 out. 2022.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R. **Panorama da Coleta Seletiva no Brasil**: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. *Interfacehs: Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, São Paulo, vol. 2, n.4, p.01-18, 01 ago. 2007. Disponível em: http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=4&cod_artigo=65. Acesso em: 30 out. 2022.

RUETER, Gero, 2017. Uso desenfreado de plástico ameaça oceanos e saúde humana. **Made in minds**. Disponível em <https://www.dw.com/pt-br/not%C3%ADcias/s-7111>. Acesso em: 21 out. 2022.

Saiba por quê o plástico está matando as tartarugas marinhas, 2022. **Meio norte**. Disponível em <https://www.meionorte.com/curiosidades/saiba-por-que-o-plastico-esta-matando-as-tartarugas-marinhas-447906>. Acesso em: 22 out. 2022.

SANTOS, Amélia S. F. et al. **Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição**. *Polímeros*, São Carlos, v. 22, n. 3, p. 228-237, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/vvx7y3vfXJr95TFc-cxB3sgv/?lang=pt>. Acesso em: 09 out. 2022.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Coleta seletiva de lixo na escola, condomínio, na empresa, na comunidade, no município**, 2009.

SILVA, Diogo. **Quais são os impactos ambientais das sacolas plásticas?** Instituto Ressoar: São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.ressoar.org.br/dicas_reciclagem_sacolas_oxiobiodegradaveis_impactos.asp Acesso em: 22 out. 2022.

SOUSA, R. L. P.; PAIVA, T. **Biodegradação de filme polimérico sintetizado nas condições de um laboratório**. *Ensaio e Ciência - Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 15, n. 2, p. 77-86, 2011

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental**: ISSO. 6º. ed. rev. Atualizada. Editora Senac: São Paulo, 2006. VIANA, João José. *Administração de Materiais um Foco Prático*. São Paulo: Atlas, 2010.

VEJA.COM. Consumo de Sacolas Plásticas cai 66. Disponível em <https://veja.abril.com.br/noticia/internacional/consumo-sacolas-plasticas-cai-66471870>. Acesso em: 31 out. 2022.

VIANA, M. B. **Sacolas Plásticas**: Aspectos Controversos de Seu Uso e Iniciativas Legislativas. Brasília, p.3-6, 2010.

VILHENA, André. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. São Paulo: CEMPRES – Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2013.

Você sabe o que é termofixo? Confira características e aplicações, 2020. **Polyexcel**. Disponível em <https://polyexcel.com.br/noticias-produtos/voce-sabe-o-que-e-termofixo-confira-caracteristicas-e-aplicacoes/#:~:text=O%20material%20termofixo%20%C3%A9%20um,e%20degrada%20a%20propriedade%20polim%C3%A9rica>. Acesso em: 31 out. 2022.

WORM, B; LOTZE, HK; JUBINVILLE, I; WILCOX, C; JAMBECK, J. Plastic as a Persistent Marine Pollutant. **Annual Review of Environment and Resources** v.42, p. 1-26, 2017.

8

ÁGUA DE REUSO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O BRASIL

REUSE WATER: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR BRAZIL

Alan Lucas Maciel Silva

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A água é um insumo essencial para a maioria das atividades econômicas, e o manejo desse recurso natural é fundamental para manter o abastecimento em quantidade e qualidade. Os seres humanos aumentaram gradualmente a caça, agricultura, pecuária e atividades industriais ao longo da evolução. Essas atividades resultaram em uma quantidade e variedade crescente de resíduos lançados no meio ambiente, com um impacto significativo no meio ambiente. Com a crescente demanda populacional e desenvolvimento tecnológico, um novo paradigma de sustentabilidade ambiental baseado nos conceitos de conservação e reúso de água deve evoluir através da conscientização e sensibilização das pessoas para minimizar custos e impactos ambientais. Atualmente a tecnologia e os fundamentos ambientais, permitem fazer uso e reúso dos recursos disponíveis localmente, mediante programas adequados de gestão. A implementação da prática de reúso de água já configura em uma realidade adotada em alguns países, inclusive pelo Brasil. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é identificar os principais problemas ambientais e sociais causados pelo uso irracional e desproporcional da água. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo, a busca foi realizada através dos buscadores eletrônicos, revistas científicas, monografias e teses envolvendo a temática discutida sobre engenharia ambiental. Além disso, observou-se que o uso racional de água é importante para evitar desperdícios, não é apenas para preservar a vida no planeta, mas para reduzir os gastos cada vez maiores com o seu consumo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Reúso da água. Recursos Hídricos.

Abstract

Water is an essential input for most economic activities, and the management of this natural resource is essential to maintain supply in quantity and quality. Humans gradually increased hunting, agriculture, livestock and industrial activities throughout evolution. These activities have resulted in an increasing amount and variety of waste being released into the environment, with a significant impact on the environment. With the growing population demand and technological development, a new paradigm of environmental sustainability based on the concepts of conservation and water reuse must evolve through the awareness and sensitization of people to minimize costs and environmental impacts. Currently, technology and environmental foundations allow for the use and reuse of locally available resources, through appropriate management programs. The implementation of the practice of water reuse is already a reality adopted in some countries, including Brazil. In this context, the objective of this work is to identify the main environmental and social problems caused by the irrational and disproportionate use of water. The methodology applied is a bibliographic review, using as a qualitative and descriptive method, the search was carried out through electronic search engines, scientific journals, monographs and theses involving the discussed theme about environmental engineering. In addition, it was observed that the rational use of water is important to avoid waste, it is not only to preserve life on our planet, but to reduce the increasing expenses with its consumption.

Keywords: Sustainability. Water reuse. Water resources.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso que fornece vida para os seres humanos, pois sustenta a vida na Terra, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos e suporta todos os ciclos naturais. As grandes civilizações do passado, presente e futuro dependem e dependerão da água para seu desenvolvimento biológico, econômico e cultural.

Os seres humanos aumentaram gradualmente a caça, agricultura, pecuária e atividades industriais ao longo da evolução. Essas atividades resultaram em uma quantidade e variedade crescente de resíduos lançados no meio ambiente, com um impacto significativo no meio ambiente.

O tema escolhido visa compreender que a escassez de água é um problema em regiões áridas, semiáridas e outras onde os recursos hídricos são sazonalmente abundantes, mas não suficientes para atender às altas demandas de consumo. O uso de água de reúso segura permite que o abastecimento de água potável seja utilizado para fins básicos e esse tratamento seja utilizado para outros fins, como atividades agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana.

Diante desse contexto, justifica-se que este trabalho abordará sobre os impactos ambientais causados pelo uso irracional da água. Visando um tratamento de forma prática e eficiente e de forma sustentável, para que a mesma possa ser reaproveitada, com a finalidade de ajudar o meio ambiente, diminuindo o nível dos esgotos lançados em rios e lagos.

Nota-se que um dos maiores problemas do Brasil é o uso de forma irracional e o desperdício da água, com isso muitos brasileiros sofrem com a falta da água potável. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é: por que se deve fortalecer a prática de reúso da água no Brasil?

O objetivo geral do presente estudo é identificar os principais problemas ambientais e sociais causados pelo uso irracional e desproporcional da água. Além dos objetivos específicos, que são: analisar o aumento da disponibilidade de água potável para fins humanos e animais; evidenciar os problemas causados pelo desperdício da água, para que possa diminuir a quantidade de esgoto lançados em rios e lagos e demonstrar o uso sustentável de recursos hídricos ao reutilizar a água.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Ambiental, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 20 anos, na língua portuguesa.

2. CARACTERÍSTICAS DO REUSO DA ÁGUA

2.1 Água

A água é um insumo essencial para a maioria das atividades econômicas, e o manejo desse recurso natural é fundamental para manter o abastecimento em quantidade e qualidade. Parte do planeta onde a vida ocorre é moldada pela água. Tudo foi alterado por este



recurso tão nobre e escasso que, na sua qualidade, a sua preservação é tão iminente que nada resta a fazer num futuro próximo. Essa visão exige a proteção de oportunidades para as gerações presentes e futuras.

O crescimento populacional e as conseqüentes atividades humanas díspares alteraram os cenários naturais, prejudicando o funcionamento da maioria das bacias hidrográficas. Além da intensificação do uso, a própria dinâmica do ciclo hidrológico faz com que a distribuição espacial da água não ocorra de forma uniforme e constante, o que pode acarretar e contribuir para a falta ou excesso de água no tempo e no espaço (TUNDISI, 2003).

O ciclo hidrológico é caracterizado pela reciclagem natural e confiável, tornando-o adequado para todos os tipos de vida na Terra e envolve fatores climáticos, geográficos e biológicos. Durante esse processo, a qualidade da água muda. Isso ocorre em condições naturais, quando os recursos hídricos são afetados pelo seu uso para atender às necessidades dos centros urbanos, da indústria, da agricultura e do solo, urbano e rural, devido à inter-relação dos diversos componentes do sistema ambiental (SETTI et al., 2001).

Segundo Tundisi (2003) nos últimos tempos, com o aumento da população mundial, o consumo de água para as mais diferentes atividades humanas aumentou em grandes proporções, enquanto a quantidade disponível globalmente continua a mesma.

Com a interferência das atividades humanas, por meio do uso múltiplo da água, as pessoas percebem um subciclo conhecido como “ciclo urbano da água”, no qual a água é extraída de rios e aquíferos para abastecimento público e depois utilizada para abastecimento público. Os resíduos são transportados para estações de tratamento 16 de esgoto por meio de uma rede de esgoto doméstico e posteriormente lançados como esgoto em rios, lagos e oceanos. Para completar o ciclo, as águas pluviais urbanas são captadas pelo sistema de drenagem e deságuam no corpo receptor.

Completando o raciocínio, pode-se observar os efeitos através deste ciclo, com extrema correlação, que a qualidade da água da fonte é degradada devido ao lançamento desses efluentes. Nesse contexto, é necessário promover o controle na fonte desses processos com o objetivo de melhorar a relação entre o consumo de água e a geração de efluentes em áreas urbanas.

2.2 A Política Nacional dos Recursos Hídricos

O modelo de gestão baseado na Lei 9.433/07 (BRASIL, 2007), baseado no modelo implementado na França (LANNA, 2005), introduz uma nova perspectiva baseada na descentralização e participação efetiva do poder público, usuários e sociedade civil, com bacias hidrográficas e sua unidade de gestão. Conforme apontado por Alves e Pereira (2005), destaca-se a aplicação de ferramentas modernas que vêm sendo implementadas em países que avançaram na gestão dos recursos hídricos. Essas ferramentas são os planos diretores de bacias hidrográficas, classificação dos corpos d'água de acordo com os principais usos, alocações e sistemas de coleta e informação. Também definem princípios básicos como gestão descentralizada e participativa, usos múltiplos da água e reconhecimento de seu valor econômico. Como garantia da aplicação desses princípios, cria-se a imagem de instituições consultivas colegiadas e normativas, estabelecendo canais permanentes para a participação da sociedade de forma organizada e democrática. A Figura 1 mostra o alcance institucional desses colegiados, conforme sugerido pela Lei 9.433/97 (BRASIL, 2007).

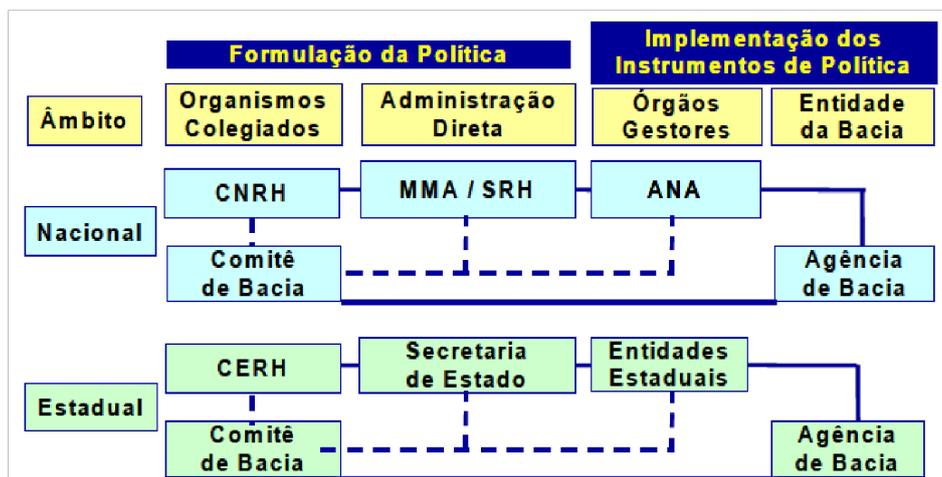


Figura 1 – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Fonte: ANA (2007)

Sem dúvida, um grande salto na nova política hídrica é a criação dos conselhos de bacias hidrográficas, com prerrogativas que vão desde a aprovação de grandes concessões até a determinação do valor da cobrança pelo uso da água. Esses atores expressam o engajamento político da sociedade civil organizada, do setor comercial como usuários de água e do setor público como reguladores e normatizadores da política nacional e estadual de recursos hídricos.

2.3 A Política Estadual dos Recursos Hídricos

A descentralização da gestão dos recursos e a participação do poder público, dos usuários e da sociedade civil voltam a ser vistas como fundamento do direito estadual. Além disso, suas diretrizes e instrumentos são semelhantes à lei federal. Assim como a Comissão Nacional de Recursos Hídricos, a Política Estadual de Recursos Hídricos tem funções normativas e deliberativas, representa o poder público, os usuários e a sociedade civil organizada e tem a função de arbitrar conflitos, fiscalizar a implementação da Política Nacional de Águas e aprovar ou desaprovar sua criação. Comissão de Nova Bacia e estabelecer padrões e normas para outorga e cobrança de direitos sobre a água (COSTA, 2008).

Mierzwa e Hespanhol (2003) apontaram que devido à escassez de recursos hídricos necessários às atividades industriais, os países desenvolvidos já estão utilizando e adaptando outros processos de desenvolvimento industrial. É importante ressaltar também que o nível de qualidade da água hoje pode não ser o mesmo daqui a dez anos, devido ao uso indevido e de seus efluentes industriais onde são vilões da qualidade geral da água.

A escolha de um local adequado para uma determinada indústria, observando o abastecimento de água, pode ser afetada pela velocidade de desenvolvimento e pelo tipo de atividade. Como resultado, eles podem ter que suspender suas atividades devido à escassez ou redução temporária dos recursos hídricos e à incapacidade de se adaptar às novas condições e/ou regulamentos legais implementados para proteger o recurso (MIERZWA, 2003).

Portanto, não há dúvidas de que a indústria necessita de um modelo flexível de gestão de água e efluentes que possa atender ao desenvolvimento/crescimento sem deixar de lado a sustentabilidade (CAVALCANTI, 2001).

2.4 Reúso da água

Na busca por tecnologias limpas, o reúso da água é uma solução viável para a utilização industrial e doméstico, além de um meio de conservar a água e proteger o que já está disponível. Segundo Hespanhol e Gonçalves (2010), a conservação da água pode ser definida como práticas e técnicas que aumentam a eficiência hídrica, atuando de forma sistemática tanto na demanda quanto na oferta de água.

Assim, as iniciativas de uso e reúso racional da água constituem elemento essencial de qualquer iniciativa de conservação, pois atua diretamente na disponibilidade desse recurso natural para atender o crescimento populacional, a implantação de novas indústrias e a proteção e preservação do meio ambiente.

Para Oenning Junior e Pawlosky (2007), o reúso é o método de uso da água várias vezes para o mesmo ou outros fins, com ou sem tratamento. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, ocasionada por ações planejadas ou não. A água de reúso tratada é produzida em estações de tratamento de esgoto e pode ser utilizada para diversas finalidades.

Portanto, uma das principais vantagens do uso de água de reúso é preservar a água potável destinada ao abastecimento público humano. Vários países estão usando águas residuais domésticas na agricultura como medida para aliviar a escassez em regiões semi-áridas e reduzir fertilizantes químicos, reduzindo assim o impacto ambiental.

Atualmente, muito se discute sobre o reúso da água nos processos de tratamento de efluentes. No entanto, o reúso dessa água deve atender a parâmetros de qualidade para garantir seu uso seguro. Mesmo com os processos de tratamento de efluentes, percebe-se no Quadro 1 que o reúso da água é destinado a fins não potáveis.

Reúso urbano da água	Viabilidade
Fins potáveis	Alternativa inviável. Contém vírus, produtos químicos, industriais, medicamentos, metais pesados, resíduos residenciais entre outros, que não são removidos pelos sistemas de tratamentos convencionais.
Fins não potáveis	Alternativa viável. Utiliza-se tratamento físico-químico para complementar o tratamento dos efluentes biológicos.

Tabela 1 – Viabilidade do reúso urbano da água

Fonte: HESPANHOL (2008)

O reúso da água resultante do tratamento do esgoto não atende o grau de qualidade para que possa ser utilizada como potável (classe especial 1, 2 e 3), mas é sanitariamente segura para fins que não exijam sua potabilidade (classe 4) conforme a resolução CONAMA (nº 357/2005). Dentre esses fins citam-se alguns como: irrigação, paisagístico e doméstico. Verificam-se no quadro 02, as inúmeras utilidades da água originária do tratamento de esgoto.

A resolução CONAMA (nº 357/2005) diz que a “Classe 4” refere-se a águas que podem ser destinadas a navegação e a harmonia paisagística.

Destino para fins não potáveis	Utilidades
Domésticos	Reserva contra incêndio; lavagens de veículos e de pisos; descarga sanitária; limpeza de tubulações de esgotos e de galerias de águas pluviais; controle de poeira; construção civil e compactação do solo.
Industriais	Como fluido de resfriamento, aquecimento e auxiliar, como preparação soluções e reagentes químicos; para as operações de lavagens; geração de energia; rega de áreas verdes.
Aquíferos	Recarga gerenciada de aquíferos; controle de intrusão marinha e de recalques de subsolo; aumento da vazão em cursos de água.
Agrícola	Irrigação do plantio de alimentícios (milho, arroz, pimentão, alface) e de viveiros e de plantas ornamentais; proteção contra geadas.
Aqüicultura	No cultivo de peixes ou plantas aquáticas para consumo humano e para animais.
Meio ambiente	Para pesca; canoagem; esquiiação aquática; estabelecimentos recreativos; formação de represas e lagos.
Paisagística	Irrigação de parques, jardins, cemitérios, campos de golfe e campus universitários; sistemas decorativos aquáticos, chafarizes e espelho d'água; lavagens de praças.

Tabela 2 – Destino da água de reuso

Fonte: HESPANHOL (2008)

Conforme sugerido na Tabela 2 estas são classes adequadas para reutilização. Se esses padrões de qualidade da água forem seguidos corretamente, não haverá danos à saúde humana ou ao meio ambiente. Conforme descrito por Hespanhol (2008, p. 4), em águas residuais tratadas, quando utilizadas para irrigação de longo prazo do solo, pode levar ao aumento da salinidade do solo exigindo drenagem adequada.

As águas residuais podem ser utilizadas para a aquicultura, pois para Hespanhol (2008) esta é uma prática secular que ainda é praticada hoje na Ásia, Europa e Região Andinas. Hespanhol e Gonçalves (2010) e Trentini (2007) explicam que a água de cinzas é a água isenta de gordura das descargas da cozinha e da casa de banho.

3. OS PROBLEMAS CAUSADOS PELO DESPERDÍCIO DA ÁGUA

3.1 A poluição e população

De acordo com a Organização das Nações Unidas -ONU (2010) mais de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo não têm acesso à água potável e cerca de 4.000 crianças em todo o mundo morrem todos os dias de doenças relacionadas à água, como diarreia, cólera e disenteria, apesar do progresso social do Brasil nessa área, 80% do esgoto ainda é lançado em corpos d'água sem tratamento, poluindo cursos d'água e lençóis freáticos (ANA, 2011).

A poluição é qualquer alteração em uma ou mais propriedades naturais do meio ambiente causada por agentes de qualquer espécie que possam ser prejudiciais à segurança, saúde ou bem-estar da população poluída (BONNELI, MANO, PACHECO, 2005).

As fontes de poluição podem ter diferentes origens, conforme apresentado na tabela 3, são esgoto doméstico e esgoto industrial. Estes, por sua vez, são despejados voluntária ou involuntariamente em corpos d'água, de modo que enquanto o ser humano utiliza a água como fonte de abastecimento, ele a utiliza para descarte de efluentes. Quando isso acontece, a água torna-se portadora de diversos poluentes, degradando o meio ambiente, além disso, a água torna-se um vetor de transmissão de doenças, e a poluição pode ser

transmitida direta ou indiretamente por ingestão, inalação ou pela derme.

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças relacionadas	Formas de prevenção
Feco-orais (não bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada.	Poliomielite Hepatite tipo A Giardiase Disenteria amebiana Diarreia por vírus	<ul style="list-style-type: none"> Melhorar as moradias e as instalações sanitárias. Implantar sistema de abastecimento de água. Promover a educação sanitária.
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes	Febre tifoide Febre paratifoide Diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera	<ul style="list-style-type: none"> Implantar sistema adequado de disposição de esgotos melhorarem as moradias e as instalações sanitárias. Implantar sistema de abastecimento de água. Promover a educação sanitária
Helmintos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	Ascariase (lombriga) Tricuriase Ancilostomíase (amarelão)	<ul style="list-style-type: none"> Construir e manter limpas as instalações sanitárias. Tratar os esgotos antes da disposição no solo. Evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado)
Helmintos associados à água	Contato da pele com água contaminada	Esquistossomose	<ul style="list-style-type: none"> Construir instalações sanitárias adequadas. Tratar os esgotos antes do lançamento em curso d'água. Controlar os caramujos. Evitar o contato com água contaminada

Tabela 3 – Principais doenças relacionadas a ingestão de água contaminada

Fonte: Oliveira et al., (2015)

À medida que a população cresce, também aumenta a demanda por alimentos e bens de consumo, exigindo produção em larga escala para atender à demanda, forçando a expansão da área industrial e agrícola. Infelizmente, como muitos dos responsáveis por essas atividades não se preocupam com o destino e as consequências de seus resíduos, e seu impacto na água tão necessária, pode chegar a um nível de poluição cuja remediação é impossível, todos ao redor que dela dependem. Dessa forma, os efluentes lançados diretamente nos corpos d'água sem o devido tratamento tendem a criar certo desequilíbrio na biodiversidade aquática. Atualmente, a qualidade da água tem sido um fator de grande preocupação para a sociedade, pois valores elevados de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos rios de todo o país indicam o não cumprimento dos respectivos marcos (ANA, 2011).

3.2 Os impactos ambientais oriundos da falta de saneamento básico

O esgoto doméstico contém 99,9% de água e 0,1% de sólidos, o que pode parecer pequeno, mas esses sólidos representam uma fração de compostos orgânicos e inorgânicos

e podem conter minerais pesados, sais e metais, todos presentes em proporções significativas. Desequilíbrios em toda a biota aquática. A Figura 2 mostra melhor essa combinação.



Figura 2 – Parcela de sólidos e água nos efluentes domésticos

Fonte: Pimenta et AL (2002)

Além dos sólidos em suspensão, o esgoto doméstico também é composto por diversas substâncias químicas e biológicas produzidas pelas atividades domésticas e sanitárias, conforme mostra a Tabela 4.

Tipos de substâncias	Origem	Observações
Sabões	Lavagem de roupas e louças	-
Detergentes (podem ser ou não biodegradáveis)	Lavagem de roupas e louças	Maioria dos detergentes contém o nutriente fósforo na forma de polifosfato.
Cloreto de sódio	Cozinhas e na urina humana	Cada ser humano elimina pela urina de 7 a 15 gramas/dia
Fosfatos	Detergentes e urina humana	Cada ser humano elimina em média, pela urina, 1,5 gramas/dia.
Sulfatos	Urina humana	-
Carbonatos	Urina humana	-
Ureia, amoníaco e ácido úrico	Urina humana	Cada ser humano elimina de 14 a 42 gramas de ureia por dia.
Gorduras	Cozinhas e fezes humanas	-
Substâncias córneas, ligamentos da carne e fibras vegetais não digeridas.	Fezes humanas	Vão se constituir na porção de matéria orgânica em decomposição encontrada nos esgotos.
Porções de amido (glicogênio, glicose) e de proteicos (aminoácidos, proteínas e abulmina)	Fezes humanas	Idem
Urobilina, pigmentos hepáticos etc.	Urina humana	Idem
Mucos, células de descamação epitelial	Fezes humanas	Idem
Vermes, bacterias, vírus, leveduras etc.	Fezes humanas	Idem
Outros materiais e substancias: areia, plásticos, cabelos, sementes, fetos, madeira, absorventes etc.	Areia: infiltrações nas redes de coleta, banhos em cidades litorâneas, parcela de águas pluviais etc. Demais substancias são indevidamente lançados nos vasos sanitários.	-

Tabela 4 – Composição dos Esgotos Domésticos

Fonte: Telles e Costa (2010)

Um dos tipos de poluentes que são lançados nos corpos d'água e têm alto impacto no meio ambiente é o fosfato, que vem do despejo de detergentes, esgotos naturais e fertilizantes que utilizam esse elemento em sua composição, que são arrastados das plantações para a chuva. Como esse íon atua como nutriente, seu excesso pode levar ao crescimento excessivo das algas, e quando estas morrem, são decompostas por microrganismos decompositores que utilizam o oxigênio do meio até que este se esgote completamente, destruindo todo o tempo de vida do meio aeróbico dependente (BAIRD, 2002). A Figura 3 mostra um exemplo de corpo d'água eutrófico.



Figura 3 – Eutrofização de corpo d'água

Fonte: Brasil Escola (2003)

As águas residuais do esgoto doméstico são muito ricas em matéria orgânica, causando forte atividade e biodegradação, e estima-se que cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio sejam orgânicos. Esses compostos são compostos principalmente por proteínas, carboidratos, gorduras e óleos, que fornecem alimento para as bactérias, permitindo que elas se multipliquem, levando à alta DBO, desequilíbrio no receptor desse efluente devido à hipóxia (O₂) (JORDÃO; PESSOA, 2005).

4. ALTERNATIVAS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

4.1 Conservação do uso racional de água

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2005) destacou que a medição é uma ferramenta de gestão do consumo de água sendo que é dividida e produzirá benefícios ocultos, como o controle do consumo e a possibilidade de localização mais fácil de vazamentos, porém, em estruturas existentes. Em algumas regiões torna-se complicado porque geralmente é um duto embutido e requer o uso de muitos medidores.

A conservação de água é definida por Hespanhol e Gonçalves (2004) como o conjunto de práticas e iniciativas técnicas e tecnológicas para reduzir o uso da água, atuando tanto na demanda quanto na oferta de água. Ela prevê o uso da água de forma racional, sustentável e incentiva o uso de fontes alternativas.

4.2 Sistemas de aproveitamento e reaproveitamento de água

Segundo Viggiano (2005), apenas reduzir o consumo da água potável que é consumida não basta, é preciso administrar de forma abrangente e água envolvendo proteção e o reaproveitamento dos recursos hídricos, utilização da água da chuva e reutilização das águas residuais. Portanto essas definições são utilizadas mundialmente há muito tempo (CETESB, 2012).

De acordo com NBR 15.527 o sistema de coleta de água da chuva não é um conjunto convencional, pois inclui a captura e um processamento simples para quando é preciso armazenar a água não processada. Esta é uma escolha de tecnologia simples e econômica para o fornecimento de alta qualidade para água não potável (ABNT, 2007).

Viggiano (2005) define o reaproveitamento da água como nada mais do que utilizar mais água no tempo certo, tendo em mente os princípios básicos da qualidade da água necessária com a finalidade apropriada. Essa água reutilizada ou efluente pode ser dividida em água negra ou cinza, ou dependendo da finalidade da atividade de serviço humano.

4.2.1 Aproveitamento de água de chuva

Anecchini (2005) explica que entre as fontes de alternativas de água potável, usar a água da chuva é uma solução simples, portanto o custo é baixo sendo comparada com os outros sistemas. Embora simples, a solução mesmo para fins não potáveis, o uso da água de chuva requer algumas questões básicas, como qualidade da água, coleta, armazenamento e qualidade disponível em cada região.

Tomaz (2005) fala que a composição da água da chuva é variável, dependendo dos fatores, como a localização geográfica do ponto de amostragem, condições meteorológicas, se existe vegetação no local de precipitação e se existe poluição. Quando chove, tem alguns elementos que existem na atmosfera que podem interferir na qualidade da água armazenada e em termos de quantidade é necessário pesquisar, localizar, a quantidade de captura necessária na área.

Mancuso e Santos (2003) comentam que em algumas regiões do Brasil e do mundo, a água da chuva é considerada como esgoto que vai diretamente do telhado, pisos para drenos e boca de lobo. Essa água pode ser usada para muitos fins não potáveis, sem necessidade de passar por tratamento complexo enquanto para as indústrias e empresas, não é tão interessante em termos de finanças cujo custo é considerado alto, sendo que o reaproveitamento da água da chuva é um aliado chamativo.

4.2.2 Reúso de águas negras

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2012) a reutilização de água recuperada seja fácil de entender, pois não é uma definição tão simples, significa que o reaproveitamento de água e essa tecnologia depende do uso das águas anteriores. A água negra contém muita matéria orgânica e bactérias, pois são desprovidas das águas que vem do banheiro e da pia de cozinha.

Viggiano (2005) cita ainda que a execução de descartar esgotos em corpos d'água é geralmente soluções adotadas pela comunidade global para finalizar tratamento de efluentes para tratar esgoto para reutilização da água que se torna uma atividade básica de planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, sendo eu essa solução inte-

ressante pode substituir o uso da água não potável na irrigação e indústria.

Nogas (2012) afirma que as águas negras podem ser usadas para fins domésticos, como lavagem de ruas e carros, equipamento de combate a incêndio, descarga sanitária, irrigação de jardins e refrigeração de ar condicionado. A reutilização das águas negras é um método caro que pode substituir um sistema simples e barato como reutilização das águas da chuva.

4.2.3 Reuso de águas cinzas

Segundo Azevedo Neto (2008), as águas cinzas procedentes dos chuveiros, lavagem de banheiro, máquinas de lavagem de roupas são designadas águas cinzas pois compõem produtos tensoativo suspensos elevados, mas também podem incluir compostos químicos oriundos de produtos para cabelo e microrganismos insalubres.

Conforme Franco (2015) a água cinza é a mais adequada para o aproveitamento nas residências pois suas propriedades físicas são examinadas com baixos nível de produtos orgânicos e microrganismos. A compensação financeira se aplica na incorporação do composto das águas cinzas em tempo mínimo.

4.3 Estratégias para conservação de água

Gonçalves et al., (2006) mencionam uma divisão para a preservação dos grupos, inseridos em proporções como substâncias reduzidas, devendo ser estruturada ou não durante o andamento da operação. A ênfase das ações mais complexas que devem ser realizadas apenas quando as ações mais simples já estiverem disponíveis como o uso eficaz de energia alternativa e gestão da água e desenvolvimento comportamental.

Azevedo Neto (2008) o uso eficaz é segmentado em quantitativo e qualitativo, o primeiro corresponde à redução do consumo de água até que esse valor seja atingido para cumprir rigorosamente os parâmetros ambientais, de saúde, higiene e monitoramento sanitário. O segundo é baseado em definições sociais e culturais onde incorpora o pensamento subjetivo onde as pessoas utilizam o serviço.

A partir do panorama apresentado nos pontos anteriores surge o conceito de conservação de água, o qual prevê o controlo da procura associado a um aumento da oferta, através da utilização de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento da água de chuva e a reutilização de águas cinzas tratadas (GONÇALVES et al., 2006).

Considera-se então a reutilização ao nível doméstico como o aproveitamento das águas residuais residenciais provenientes dos usos, nas habitações, que apresentam, como águas do banho e higiene pessoal, atividades de lavanderia, para posterior utilização em descargas sanitárias, rega de jardim, lavagem de pisos e veículos e outras atividades menos nobres (ANA, 2005).

O saneamento ecológico é um tipo de sistema sustentável alternativo onde se realiza a separação de águas residuais e se associa respectivamente o tipo de tratamento individual, ao ponto de se considerarem os efluentes como recursos para aproveitamento. Segundo Gonçalves et al., (2006), o Saneamento Ecológico (ECOSAN) baseia-se em processos naturais dos ecossistemas e no ciclo fechado de aproveitamento de materiais. Acrescenta-se ainda, segundo Cohim (2007), que o conceito de eco-saneamento é baseado na separação das correntes de resíduos domésticos, num ciclo de águas e num ciclo de nu-

trientes e energia, conforme suas características em termos de volume, teor de nutrientes e contaminação biológica.

Apesar do objetivo principal do ECOSAN ser criar soluções para a utilização de urina e excreta de modo a evitar o uso de água potável para o transporte destes, entende-se que a reutilização de águas cinzas para o seu transporte se torna uma solução vantajosa principalmente em situações em que a população não tem condições financeiras para pagar pela água e/ou onde não existe disponibilidade de água canalizada. Contudo deve ter-se em conta que a utilização deste efluente na descarga sanitária vai depender do seu grau de qualidade (PAULO, 2007).

Cohim (2007) define o saneamento descentralizado como um sistema alternativo de tratamento de águas residuais com aplicação em situações individuais como residências unifamiliares, em casos de locais afastados entre si ou até de baixo aglomerado populacional. Este sistema torna-se uma opção à construção de coletores de comprimento economicamente inviável procurando alternativas de tratamento adequado à realidade do local.

Relativamente à utilização da água da chuva, por depender de condições locais e visar o seu aproveitamento no próprio local de captação, considera-se inserida no conceito de sistemas de saneamento descentralizado, nos quais a sua gestão é compartilhada com o utilizador (GONÇALVES et al., 2006). Como a maior parte dos sistemas descentralizados não fazem parte de planos de saneamento municipais a sua fiabilidade e eficiência podem estar limitadas, na medida em que não existe um controlo sobre o correto procedimento de critérios técnicos de garantia de qualidade do efluente final (PHILIPPI et al., 2007).

Cohim (2007) explica que o saneamento centralizado no caso de sistemas convencionais onde se promove o tratamento de água num único local como em Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de grande capacidade onde afluem grandes quantidades de efluentes residuais, gerados numa região. Este sistema torna-se vantajoso em locais de elevada densidade populacional, onde a construção e manutenção de uma única ETAR se torna preferível à construção de equipamento de transporte das águas residuais. É interessante verificar que a população aceita melhor a água reutilizada oriunda da própria casa do que a originada por outras fontes, como vizinhos e bairro.

Referências

ALVES, R. F. F.. PEREIRA, D. S. P. **Gestão de recursos hídricos no Brasil**. Evolução e panorama atual: desafios, estratégias e experiências. Brasília: SAMTAC, 2005. 74p.

ANA. **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2011

ANNECCHINI, D. C. Avaliação de desempenho de uma unidade de decantação convencional: levantamento dos parâmetros hidráulicos e sua influência na qualidade da água decantada. **AIDIS**, v.1, p. 1-8, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR (13.969/2007). Tratamento e disposição dos efluentes de tanques sépticos**. Disponível em: http://www.enge.com.br/reuso_agua.htm. Acesso em: 18 de setembro de 2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.527: Água da chuva – Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não-potáveis-Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

AZEVEDO NETTO et al. **Hidráulica aplicada a sistemas urbanos: sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgoto sanitário e sistemas de água pluvial**. In: Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2008. cap. 18, p. 465-562

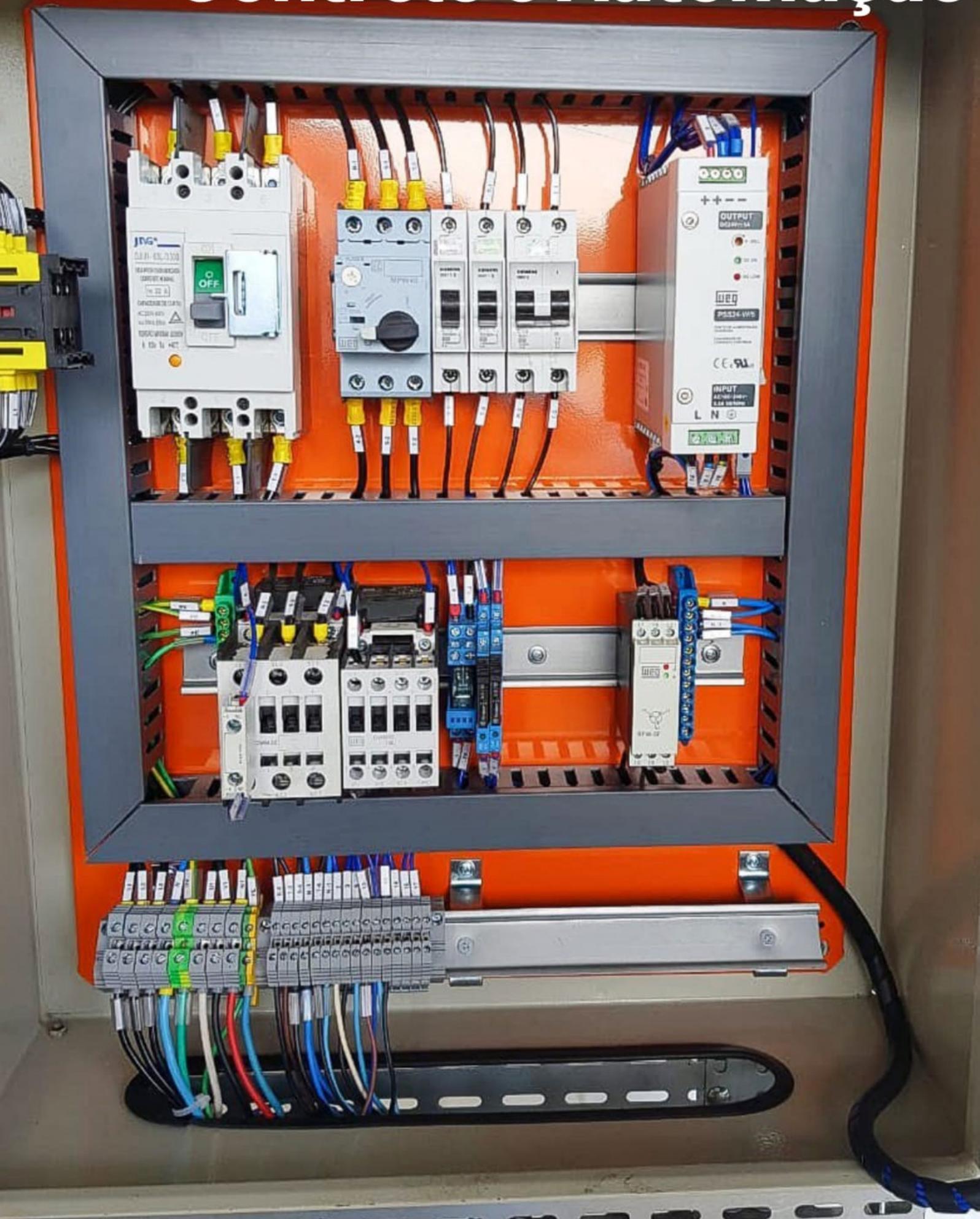
BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman. 2002.

BENETTI, A. D. Reuso de águas residuárias na agricultura: cenário atual e desafios a serem enfrentados. In:



- SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 2, 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, UPF, 2006.
- BERTÉ, R. **Gestão Socioambiental no Brasil**. Edição especial. Curitiba: IBPEX, 2009.
- BRASIL. Lei nº. 9.433, de 08 de jan. de 2007. **Presidência da República. Subchefia para assuntos jurídicos**. Brasília. Disponível em: Acesso em 12 de nov. 2010.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357 / 2005**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf. Acesso em: 18 de setembro de 2022
- BONELLI; C. M. C; MANO, E. B; PACHECO, E.B.A.V. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. 1.ed. São Paulo. Edgard Blücher 2005.
- CAVALCANTI, Clovis. Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 436p
- CERQUEIRA, L. L. et al. Desenvolvimento de heliconia psittacorum e gladiolus hortulanus irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, 2008, p. 606 - 613.
- CETESB. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos. Manual P4**. 261. São Paulo: Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. 2012
- COHIM, E., **Reúso de água cinza: a percepção do usuário (estudo exploratório)** In: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte. Minas Gerais: ABES, 2007
- COSTA, Maria Angélica Maciel. **Reflexões sobre a política participativa das águas: o caso do CBH Velhas (MG)**. 2008. 134p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FRANCO, A.V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.
- GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L. H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. São Paulo. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio no FI). 2006.
- HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. M. **Manual de conservação e reúso de água para a indústria**. 2010 Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>. Acesso em: 25.08.22
- HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. M. (Coordenadores). **Conservação e Reuso de Água – Manual de Orientações para o Setor Industrial**, vol. 1, 2004.
- HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Revista de Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008, p. 131 – 158.
- JORDÃO, A. P. C. R. de; PESSOA, R. A. **Chikungunya: a visão do clínico de dor**. Rev. Dor. São Paulo, out-dez;17(4) p. 299-302, 2005.
- LANNA, A.E. L. **Gerenciamento da bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBA-MA, 2005.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de Água**. Barueri: Editora Manole, 2003.
- MELLO, E. J. R. de. **Tratamento de Esgoto Sanitário: Avaliação da Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Novo Horizonte na Cidade de Araguari – MG**. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Engenharia Sanitária) – UNIMINAS. Uberlândia. 2007
- MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 2000. **Assembleia Legislativa de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2000. Disponível em . Acesso em: 18 de setembro. 2022.
- MIERZWA, José Carlos. **Uso Racional e o Reúso como Ferramentas para o Gerenciamento de Águas e Efluentes na Indústria: Estudo de caso da Kodak Brasileira**. São Paulo, 2002. Disponível em: . Acesso em: 10 de setembro de 2022.
- MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na Indústria: Uso Racional e Reúso**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 143p.
- MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro, ABES, 2007.
- NOGAS, José Carlos. A água e a vida. Tempo Social; **Rev. Sociol. USP**, S. Paulo, 5(1-2): 53-65, 2012

- PAULO, P.L.; **Tratamento de águas cinzas em uma unidade residencial de banheiros construídos.** In: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte. Minas Gerais: ABES, 2007.
- PIMENTA, H. C. D.; TORRES, F. R. M., RODRIGUES, B. S., et al. **O Esgoto:** A importância do tratamento e as opções tecnológicas. XII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR104_0458.pdf Acesso em 19 de maio de 2018.
- PHILIPPI, L. S.; OLIJNYK, D. P.; MAGRI, M. E., **Arranjos Tecnológicos para tratamento descentralizado de esgotos sanitários.** In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina. ECOSAN, Fortaleza, 2007.
- RATTNER, H. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável. **Ciências & saúde coletiva.** Associação Brasileira para Desenvolvimento de Lideranças. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/02.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2022
- SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W.; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I.C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Brasília:** Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas. 2001. 328 p.
- TELLES, D. D.; COSTA, R. P. **Reuso da Água:** conceitos, teorias e práticas. 2ª Ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- TRENTINI, O. **Tratamento de águas cinzas.** 2007. Disponível em: <http://www.aipan.org.br/biblio/aguas-cinzas.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva.** São Paulo: Navegar Editora, 2005.
- TUNDISI, J. G. **A água.** São Paulo: Publifolha (Folha Explica), 2003, p. 8 - 9.
- OENNING JÚNIOR, A.; PAWLOSKY, U. Avaliação de tecnologias avançadas para o reúso de água em indústria metal-mecânica. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental,** Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, 2007, p. 305 – 316
- OLIVEIRA, J. P. M.; OLIVEIRA, J. M.; BARRETO, E. de S.; SILVA, S. S. da S.; SILVA, S. da MARACAJÁ, P.B. **Saúde/doença:** as consequências da falta de saneamento básico. INTESA- Informativo Técnico do Semiárido (Pombal- PB), v.9, n. 2, p.23-29, 2015.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. *Eclét. Quím.* vol.22. São Paulo, 2007.
- VIGGIANO, A. C. DA S. Qualidade da água para consumo humano. In: **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 153-221.



9

DOMÓTICA – AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL DE BAIXO CUSTO PARA FAMÍLIAS DE CLASSE MÉDIA

*HOME AUTOMATION – LOW COST HOME AUTOMATION
FOR MIDDLE CLASS FAMILIES*

Ronilson da Silva Santos
João Victor Raposo Costa
Jorge Luís Carvalho Maciel
Júlio Adriano da Silva Ferreira
Fernanda Leite Saraiva
Lilian Pereira Barros

Resumo

Com o crescente aumento da violência a população intensificou o uso de tecnologias voltadas para a segurança de seus lares com uso de cercas elétricas, Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e sensores capazes de inibir a onda de assaltos e furtos, o desejo de evitar exposição nas ruas destas ações violentas, a população tem ficado cada vez mais em seus lares, introduzindo também em suas casas dispositivos capazes de gerar entretenimento através da conexão com a internet. A automação residencial geralmente se refere ao uso de processos sistemáticos presentes nas casas e podendo ser estendida ao escritório. É normal entender que uma casa automatizada será um ambiente inteligente. A domótica é um ramo que gerencia nas residências todos os recursos do ambiente em que está implementado, dos mais simples aos mais complexos, podendo fazer uso de programas capazes de aprender o comportamento dos habitantes desta casa. Reconhecer a presença da domótica e conviver com esta realidade que outrora era apenas visto como algo do futuro, evidenciar que nas diversas residências já existem mesmo que de forma resumida os indícios desta automatização. Pretende-se reconhecer através deste trabalho a presença desta tecnologia e aprimorar as técnicas para integrar o que já existe, com as novas possibilidades que surgem frente as oportunidades de uma automação com baixo custo de investimento e grandes resultados no que diz respeito a segurança e comodidade da maioria das famílias do Brasil.

Palavras-chave: Domótica. Origem da domótica. Automação residencial sem fio. Casa do futuro. Domótica básica.

Abstract

With the growing increase in violence, the population intensified the use of technologies aimed at the security of their homes with the use of electric fences, closed circuit television (CCTV) and sensors capable of inhibiting the wave of robberies and thefts, the desire to avoid exposure on the streets of these violent actions, the population has increasingly stayed at home, also introducing devices capable of generating entertainment through the internet connection in their homes. Home automation generally refers to the use of systematic processes present in homes and can be extended to the office. It is normal to understand that an automated home will be an intelligent environment. Home automation is a branch that manages in homes all the resources of the environment in which it is implemented, from the simplest to the most complex, being able to make use of programs capable of learning the behavior of the inhabitants of this house. Recognizing the presence of home automation and living with this reality that was once only seen as something of the future, showing that in the various homes there are already signs of this automation even in a summarized way. It is intended to recognize through this work the presence of this technology and improve the techniques to integrate what already exists, with the new possibilities that arise in the face of opportunities for automation with low investment cost and great results in terms of safety and convenience of the most families in Brazil.

Keywords: Home automation. Origin of home automation. Wireless home automation. House of the future. Basic home automation

1. INTRODUÇÃO

No cenário moderno, é comum encontrar nos lares das famílias brasileiras tecnologias que facilitam a vida cotidiana das pessoas, percebe-se que com o crescimento da revolução industrial e tecnológica, a população é submersa por uma onda de produtos e serviços cada vez mais modernos, conduzindo a sociedade para um caminho sem volta, uma vez que após interação do homem com essas oportunidades de melhoria, não deseja se mais o retorno para uma vida sem esta tecnologia.

Com a constante renovação das tecnologias que suportam este ramo da automação, se faz relevante salientar os benefícios advindos deste potencial processo de melhoria da vida cotidiana. A automação residencial vem emergindo no cenário mundial, se renovando em meio a quarta onda da revolução industrial e tecnológica, trazendo uma viabilidade frente ao barateamento das tecnologias nela inseridas, portanto, se faz necessário estar preparado para conviver com esta realidade que outrora era apenas uma utopia, vemos que nas diversas residências já existem mesmo que de forma resumida os indícios desta automatização.

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de permitir o reconhecimento destas tecnologias presentes nos lares e o potencial da interação delas com as técnicas de automação residencial. Demonstrar que com as tecnologias já adquiridas e a internet presente nas casas, é possível desenvolver uma automação residencial – domótica, sem gastos elevados, no que diz respeito a segurança e comodidade da maioria das famílias do Brasil. Como a insegurança gerada por parte das constantes cenas de violência vista na sociedade associada a pandemia do Covid 19 está dentro do lar nunca foi tão visto e se tornou rotina, desta forma garantir conforto, segurança e comodidade para as famílias fazendo uso das tecnologias presentes é uma das grandes oportunidades que surgiu, e veremos neste trabalho.

Pretende-se com este trabalho responder: Quais as oportunidades de automatizar as residências das famílias de classe média com domótica de baixo custo? O objetivo da domótica é construir ambientes automatizados capazes de gerar segurança, conforto e entretenimento para os residentes ou usuários destes ambientes. Com o aumento da oferta e procura destas tecnologias os custos destes projetos vem se tornando mais viável financeiramente, uma vez que presencia-se uma corrida para a modernização das residências mesmo que não se perceba de forma clara que já se tem automatismo dentro das casas da população de classe média.

O objetivo geral deste trabalho foi: Conhecer as oportunidades na automatização residencial com baixo custo de instalação. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de permitir reconhecer estas tecnologias presentes nos lares e o potencial da interação delas com as técnicas de automação residencial. Enquanto para os objetivos específicos foram: Conceituar Domótica – Automação Residencial. Descrever oportunidades na automatização de residências. Relacionar as oportunidades da domótica com custo baixo ao conforto e segurança das famílias. Evidenciar que com as tecnologias já adquiridas e a internet presente nas casas, é possível desenvolver uma automação residencial – domótica, sem gastos elevados.

Foi realizada uma revisão de literatura, pesquisas em dissertações, livros, revistas científicas, Catálogo de teses, Google Acadêmico e Artigos científicos. Serão utilizadas as publicações citadas acima, nas seguintes bases de dados, biblioteca física da instituição Pitágoras, sites de banco de dados tais como Google acadêmico, Europe PMC, o período

da pesquisa se deu nas publicações realizadas a partir do ano 2002. As palavras-chaves utilizadas para realizar as buscas foram: “Domótica”. “Origem da domótica”. “Automação residencial sem fio”. “Casa do futuro”. “Domótica básica”.

2. CONCEITUAR DOMÓTICA – AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Automação traz a ideia de sistemas que interagem entre si sem o contato direto do homem, conceito esse que se tornou conhecido com a primeira revolução industrial em meados do século XVIII. Iniciando o processo de mecanização, como precursora da automação propriamente dita. É importante diferenciar a origem com o processo de mecanização e a evolução com a automação (FERREIRA, 2010).

No processo mecanizado as máquinas têm o papel de substituir a mão de obra humana, ajudando com a execução das atividades fim, dependendo inteiramente da inteligência humana para operarem, ou seja, o operário tem o papel de controle no processo produtivo. Com a evolução da automação, além de realizarem o trabalho retirando o esforço físico dos operários assumiram o controle de suas operações, deixando para o home o papel de supervisionar o processo produtivo realizado nesse sistema. O uso da automação industrial oferece muitas vantagens, como a manutenção do mesmo nível e qualidade constante da produção, além de permitir um grande aumento no número de coisas a serem produzidas, resultando na oferta de preços mais favoráveis, e, em particular, liberando o trabalho humano de realizar trabalhos pesados e até perigosos.

Evidencia-se que o processo de automatizar os sistemas percorreu uma escalada, vindo à primeira vista ajudar na mão de obra humana, substituindo o esforço físico gerado com trabalhos braçais e muitas vezes perigosos por processos mais equilibrados e com ganhos significativos na produção e segurança dos processos, no entanto surge frente a essa inovação o conflito de escassez de mão de obra com a substituição destas por máquinas autônomas, e o preconceito de que esse processo iria desempregar todos os trabalhadores, levando a uma escalada competitiva, no entanto emergiu uma exigência nova aos operários que antes realizavam a tarefa, em aprender a supervisionar o processo e manter os equipamentos, gerando uma oportunidade de aprimoramento da mão de obra.

Frente a esse conflito fica claro a resistência por parte da sociedade em reconhecer a automação como solução, resistindo a essa onda que vem modernizando todos os ambientes onde seja inserida, partindo das grandes industriais para os hospitais, comércio, ambientes públicos e lares das famílias, uma resposta a grande demanda gerada pela necessidade de evolução socioeconômica.

Partindo desse conceito surgiram iniciativas visando aprimorar as diversas áreas de interação do homem com o ambiente onde ele está inserido, dentre estas a domótica. De acordo com Acemoglu (2018) as últimas duas décadas testemunharam grandes avanços em automação e robótica. Espera-se que o progresso futuro seja ainda mais espetacular, e muitos comentaristas preveem que essas tecnologias transformarão o trabalho em todo o mundo.

A definição de domótica pelo dicionário é sistema integrado que permite, de uma forma simples, controlar, com um só equipamento, tudo o que diz respeito a uma habitação; sistema em que as tecnologias da informação são utilizadas em ambiente doméstico (INFOPEDIA, 2022). Verifica-se que este conceito demonstra a relevância deste assunto para a sociedade e o meio acadêmico, uma vez que se faz presente na sociedade como parte integral e inseparável, pois já é realidade pela qual suporta o mundo moderno. “Re-

centes pesquisas encontram altos níveis de expectativa sobre automação e outras tendências tecnológicas, ressaltando os desafios sobre seus efeitos” (PEW CENTRO DE PESQUISA 2017, p.04).

De acordo com Mennicken (2014), Vermeulen (2014) e M. Huang (2014) a domótica é baseada na interação de dispositivos eletroeletrônicos nas áreas afim: Iluminação, segurança, vídeo e áudio, sistema este interagindo entre si através de uma rede de comunicação, para que aconteça os novos dispositivos inseridos no mercado são concebidos com microcontroladores capazes de interagir com a rotina das pessoas, vindo a comprovar que de certa forma, mesmo que tímida já existe as primícias para a criação de um ambiente automatizado sem um custo mais elevado, haja vista estes eletroeletrônicos já estão inseridos nas residências.

Os eletrodomésticos estão sendo concebidos com dispositivos capazes de comunicar se entre si e aprender com os comportamentos dos habitantes e suas rotinas, do início do dia com o despertar por meio de um celular ou outro eletrônico similar sinalizando a hora pré estabelecida de levantar se, a Tv que liga no canal programado para reproduzir o programa desejado, e assim cada parte da casa se preparando para receber e acolher o inquilino conforme suas necessidades, isto evidencia o conceito de domótica instalado.

A casa inteligente é o retrato da realidade existente no mundo, com os ambientes interligados e capazes de aprender os comportamentos de cada morador, customizando os ambientes e se adequando a cada necessidade e interesse demonstrado conforme figura 01.

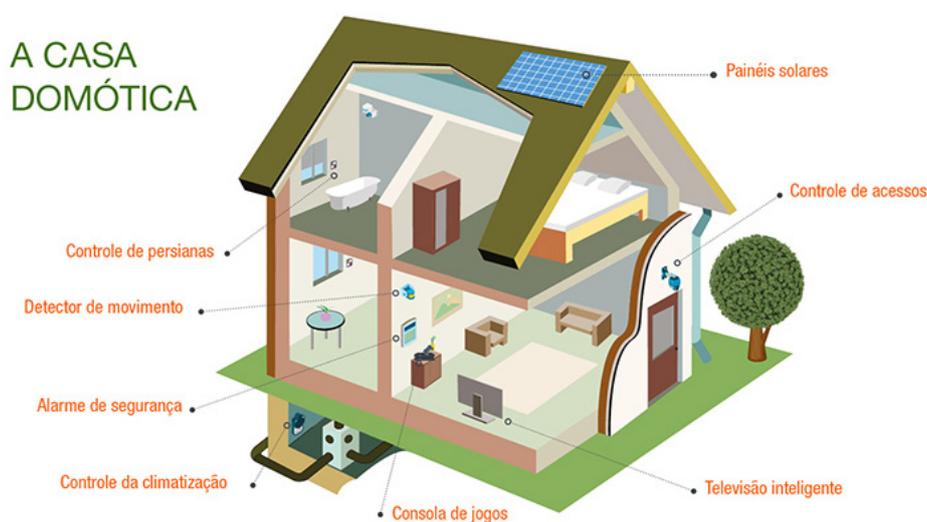


Figura 1 – A casa domótica

Fonte: Iberdrola (2022).

Na figura 1, temos o exemplo de uma casa com todos os ambientes interconectados, com a capacidade de atender ao conforto e se adequar para a realidade dos ocupantes, gerando segurança, controle de luminosidade, entretenimento, controle de temperatura, economia de energia e comodidade, tudo isto controlado por assistentes virtuais capazes de gerenciar todos esses recursos.

Através da evolução presente no mundo contemporâneo um braço da automação que evoluiu e se tornou independente é a inteligência artificial (IA), que trouxe uma nova roupagem as interligações dos sistemas e o controle destes por meio da conexão via internet. A inteligência artificial tem sido capaz de responder a um número significativo de situações técnicas e tecnológicas em muitas áreas da tecnologia. Na saúde, por exemplo, pode ser encontrado em máquinas e dispositivos com detecção dinâmica, otimização e

previsão de detecção de doenças e problemas de saúde. Na engenharia é possível encontrá-lo em diversas aplicações industriais, sensores, automação computacional, entre outros. Na automação de escritório, ela pode ser encontrada em diversos programas inteligentes, prevendo linguagem, prevendo ortografia e infinitas tarefas que dificultam o trabalho dos profissionais.

Dentro da domótica, vem sendo a solução mais aceitável para conexão e aprendizagem, tornando possível o que outrora era tido como um sonho futurista, ser presente nas casas levando cada morador a experimentar um ambiente customizado, que proporciona uma experiência individualizada, trazendo a comodidade e a sensação de prazer através do reconhecimento dos hábitos de cada inquilino.

O ambiente inteligente é aquele capaz de administrar uma residência otimizando assim, as funções e recursos básicos presentes naquela casa, permitindo acesso a qualquer ao sistema em qualquer parte da casa em que se esteja presente, garantindo o atendimento a toda e qualquer necessidade do ocupante, permitindo sua interação com o ambiente de forma suave e tranquila.

Dentro do conceito de domótica um assunto que normalmente assusta é o custo de implementação deste sistema, uma vez que se tem a ideia de que estes recursos são de custo elevado e com necessidade de investimento elevado frente aos benefícios por ele proporcionado, trazendo a ideia que o custo-benefício não seja atraente para as famílias de classe média no Brasil. Conforme Wortmeyer (2005), Freitas (2005) e Cardoso (2005) dentre os empecilhos para a implementação da domótica é a infraestrutura, sendo ela o ponto de partida para um bom andamento do projeto de automação residencial, uma vez que para a conclusão desta etapa precisa se já ter contemplado ela na origem do projeto.

Para uma conexão eficiente de alta confiabilidade precisa-se que seja construído caminhos físicos para a passagem dos cabos de rede, ou de protocolos e redes de dados fechadas para conexões sem fio, porém para estas o custo dos equipamentos pode ser maior, para que seja realizado com custo reduzido a infraestrutura precisa ser inserida no orçamento e projeto inicial das casas e incorporados na etapa de execução do projeto de construção das casas onde se deseja implementar a domótica. Porém para a implementação de projetos de adequação a casas já construídas que não tenham sido previsto a domótica na concepção dos projetos, pode se instalar dispositivos de comunicação via a internet com tecnologia wireless (sistema de comunicação sem fios), que não se faz necessário o uso de cabeamentos estruturado, conectando assim os ambientes e gerando a mesma segurança de funcionamento que a passagem de cabos iria proporcionar, o ponto relevante é o comparativo entre os custos da passagem de cabos estruturados e os dispositivos que dispensam esta necessidade conectando se sem a necessidade de conexão física do cabo de rede.

Verifica se que um dos grandes desafios da domótica é desenvolver um ambiente com sistema simples e amigável que interligasse as diversas variáveis presentes nos ambientes, trazendo o conforto e a comodidade desejada, sem gerar o conflito que a automação industrial trouxe, frente a escalada de competitividade entre a mão de obra humana e o uso de máquinas capazes de realizar essas mesmas atividades.

De forma geral as pessoas têm a tendência de considerar uma casa automatizada como uma casa inteligente. Este termo, ambiente inteligente (Aml) foi desenvolvido em uma comissão europeia. Aml trata se da convergência de tecnologias chaves: Computação ubíqua, comunicação ubíqua e interfaces de Usuário Amigável e Inteligentes (DUCA-TEL et al., 2011). Partindo deste conceito esta proposta ganhou destaque difundindo se no mundo.

Com o objetivo de construir ambientes automatizados capazes de gerar segurança, conforto e entretenimento para os residentes ou usuários destes ambientes a domótica trouxe uma maior aceitação da reclusão e a construção de casas mais seguras, com monitoramento por CFTV (Circuito Fechado de Televisão), cercas elétricas inteligentes, porteiros eletrônicos e sensoriamento dos ambientes.

A domótica vive uma escalada crescente no mundo todo, com a pandemia ocasionada pelo Covid19, levando milhares de pessoas ao recluso doméstico e o crescente *home office* (escritório em casa), esta necessidade acelerou o caminho da automação residencial que vinha caminhando de forma discreta a uma escalada com casas cada vez mais cheia de equipamentos e comunicação entre eles, levando a imersão na realidade de ambientes automatizados e com a capacidade de gerar conforto e comodidade para os inquilinos sem a necessidade de sair de casa.

A automação residencial surgiu como a solução para diversas carências existentes na sociedade interconectada. O ambiente onde necessita de conforto e comodidade frente a tantas oportunidades de atender a desejos adequando se aos costumes de seus inquilinos, visto que este ambiente favorece a permanência dentro das casas diminuindo a exposição aos riscos inerentes da sociedade com a escalada de violência e insegurança.

Segundo Mennicken (2014), Vermeulen (2014) e M. Huang (2014) a tecnologia é menos entendido como algo inteligente, e mais como um recurso para a inteligência, a domótica já é uma realidade, um recurso inteligente capaz de integrar as novas tecnologias e as submeter ao residente com uma resposta a suas necessidades e tornando a casa um ambiente automatizado.

Domótica não se resume a uma casa totalmente inteligente e cheia de tecnologias futuristas, compreende desde as interligações básicas de um porteiro eletrônico, um sensor de detecção de presença ou uma cerca elétrica de segurança partindo para as novas soluções tecnológicas advindas das últimas revoluções industriais e tecnológicas.

3. OPORTUNIDADES PRESENTES NA AUTOMAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS NO BRASIL

Frente a necessidade da população em virtude do declínio social com aumento da violência e a constatare insegurança, o principal motivo que salta na busca de automação residencial é a segurança. Partindo deste princípio torna se a primeira necessidade atendida com a domótica, trazendo soluções para garantir ambientes controlados e com conforto no que diz respeito a mecanismos que restringem a entrada inadvertida de pessoas não autorizadas. Comprovando está afirmativa existe uma evolução considerável em tecnologias voltadas para este fim, como porteiros eletrônicos com câmeras capazes de identificar a presença de pessoas, câmeras com angulação 360° que possibilitam o monitoramento de ambientes com um número reduzido, pois conseguem um campo de cobertura maior dispensando a utilização de mais de uma câmera.

De acordo com Arun e Reza (2015, p. 272) “a casa é um lugar onde todos devem se sentir seguros e protegidos”. Mesmo a menor dúvida de que uma casa possa ser violada pode ter um impacto grave psicológico em seus habitantes, com as doenças modernas emergindo e se popularizando como a ansiedade e a depressão, existe também a Harpaxofobia que é o medo persistente de ladrões. Tornar o ambiente residencial um local seguro é o desejo de todos os habitantes de qualquer lar, no Brasil as iniciativas visando esse mercado cresceram significativamente, com um mercado crescente e promissor uma vez que po-

pularizou se as tecnologias para esse fim, barateando a ponto de famílias de classe média terem acesso e lançar mão dessas oportunidades.

Exemplos de instalações de sistemas de segurança, são alarmes de intrusão, alarmes técnicos para vazamento de gás, fumaça, inundação, circuito fechado de TV, monitoramento, controle de acesso por biometria, imagem dentre outros. Iniciativas estas que demonstram o avanço tecnológico para esse fim.

O alarme de intrusão é um equipamento de segurança eletrônica que monitora e tem a capacidade de atua na detecção de situações e atividades suspeitas dentro de um determinado ambiente ao qual foi instalado e configurado como zona de cobertura.

Os alarmes técnicos para vazamento são sistemas que posicionados nas residências tem a função de monitorar possíveis vazamentos de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ou do gás natural (GN), associados a uma válvula permitem o controle do fluxo desses gases podendo estar ligados a central de alarmes, os detectores de fumaça por sua vez podem ser iônicos ou fotoelétricos e tem a função de detectar princípios de incêndio sinalizando ao sistema de combate a incêndio e os alertas sonoros ligados a ele, os sensores de inundação são sistemas geralmente sem fio instalados nas residências com a finalidade de identificar e controlar os ambientes que existem a possibilidade de invasão de água.

Os sistema de CFTV, é sem dúvida um dos mais populares presentes na maioria dos lares de famílias de classe média brasileira, por ser de fácil instalação e sua popularização ter barateado seu valor frente a sua popularização, tem como princípio inibir a atuação de invasores uma vez que são instalados de forma visível, ajudam na identificação dos possíveis ofensores, é composto por câmeras e cabeamentos e monitores para acompanhamento dos ambientes, podemos encontrar também sistemas sem fio que fazem uso da internet para conectar se, podem ser apenas para monitorar ou gerar gravações que são armazenadas em centrais externas.

O controle de biometria permite o acesso por meio de comparação da impressão digital, caso esteja cadastrado e liberado seu acesso permite a entrada do indivíduo no ambiente controlado, temos também outros reconhecimentos biométricos que são pouco populares e sua tecnologia ainda não tornou se acessivo como: Geometria da mão; Reconhecimento de assinatura; Reconhecimento de íris; Reconhecimento de retina; Reconhecimento da voz.

Para os demais campos da domótica a ideia de sua instalação exige resiliência e contextualização no que diz respeito a seu custo, pois acaba sendo percebida a princípio como algo caro e longe da realidade da população de classe média, normalmente entende se esses aspectos como uma casa inteligente algo futurista e somente viável as classes mais elevadas, quando na verdade não percebe se que já estão inseridos nesse futuro, com tatas tecnologias de baixo custo que vem se popularizando e tornando se mais acessíveis. Em 2015, foi realizado uma pesquisa divulgada pela AURESIDE (2015c) mostrou que dos 63 milhões das residências no Brasil, apenas 300 mil (0,5%) possuíam algum tipo de automação, enquanto 1,9 milhão (3%) possuíam qualquer que seja uma forma de tecnologia potencial, ou seja, no Brasil existe um público enorme com carência nestas tecnologias a serem explorados.

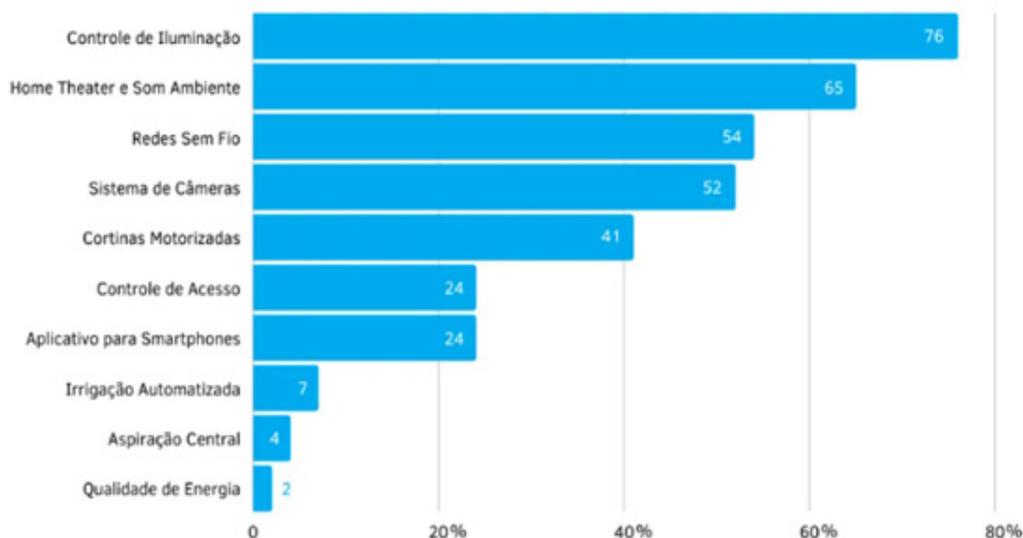


Figura 2 – Sistemas tecnológicos mais requisitados no Brasil, em 2018

Fonte: Finder (2015).

Para os sistemas multimídia de uma residência com domótica vemos, áudio e vídeo, som ambiente, jogos eletrônicos, além de vídeos, imagens e sons sob demanda. Mercado este que cresceu significativamente com as tecnologias voltadas para realidade virtual presentes nos vídeos games. A automação residencial com o uso de áudio e vídeo consiste na aplicação de tecnologias de ponta na residência com instalação de sistemas sonorizados por meio de aparelhos de multimídia auxiliando os inquilinos em tarefas que antes necessariamente dependiam exclusivamente os usuários com criação de rotinas que permitem esses aparelhos interconectados ligarem de forma autônoma ou desligarem em horários pré estabelecidos, com qualidade de som e imagens que permitem a interação e a sensação de se está no interior da aventura. Temos oportunidades nos sistemas de comunicações tais como telefonia e interfone, redes domésticas, TV por assinatura, a popularização dos aparelhos telefônicos celulares que migraram para aparelhos smartphone (telefone inteligente) que permitem a interligação de várias funções na palma das mãos.

Para usos domésticos visando otimizar as tarefas domésticas temos, controle de irrigação, aspiração central, climatização, aquecimento de água, bombas com controle de nível, controle de iluminação e persianas, gestão de energia com atuação de sensores de luminosidade, permitindo que tais tarefas sejam realizadas sem intervenção humana. De acordo com Muratori e Dal Bó (2011, p. 70) “a integração deve abranger todos os sistemas tecnológicos da residência”. É percebido dentro das residências eletroeletrônicos tais como smart TV, sensor de presença, sonoff, relé fotoelétrico, boias de nível instaladas em caixas de água assim como cercas elétricas com central de controle, CFTV e porteiros eletrônicos. Com base nessas tecnologias já presentes advém a oportunidade de aprofundamento e difusão desses conceitos com a implementação de um projeto que integre todas essas plataformas. Solução está que por certo tempo poderia ter dificuldade e custo mais elevado por necessitar de cabeamento estruturado, porém resolvido com a popularização da internet e a difusão de sistemas wireless (sem fio), permitindo assim que o projeto torne se mais viável e acessível ao público.

Para suportar a automação residencial existem diversos elementos envolvidos dos mais simples aos mais complexos, segundo Almeida (2009) para a domótica existir se fará presente alguns elementos:

- a) controladores responsáveis por controlar os dispositivos automatizados. Podem conter Interfaces independentes, na forma de controles remotos, ou central de automação complexos;
- b) sensores responsáveis por transformar as grandezas a serem monitoradas em sinais elétricos para serem manipulados, são o caminho de interface com os controladores;
- c) atuadores dispositivos capazes de realizar a ação do sistema, meio ligado à rede elétrica e os meios a ser atuado;
- d) barramento caminho físico que percorre o sinal (infraestrutura);
- e) interface será o meio para visualização das informações e interação com o sistema, controle remoto, celular, interruptores, painéis, navegador de internet etc. (CASA-DOMO, 2010).

A domótica no Brasil tem como seu principal obstáculo a infraestrutura que na maioria das vezes não é prevista nos projetos de engenharia na concepção da demanda desejada, precisa se de resiliência para adequar as casas para atender a necessidade de automação, em vista dessa necessidade surgem opções de dispositivos sem fios que podem por meio da internet se conectarem e interagirem para tornar o ambiente controlado e capaz de ser implementado a domótica. O mercado outrora desabastecido e com poucas opções de escolha presente no passado, com a ampliação das lojas virtuais e a abertura do mercado brasileiro para sites de produtos importados, permitiu que o consumidor brasileiro acessasse um portfólio de produtos já difundidos no mundo e que contribuem para a expansão da automação residencial. Presente no mercado as importações de tecnologias da China, imergiu o consumidor a gama de produtos que permitem a automação das residências com custo reduzido e de forma democrática, vindo a baratear os preços existentes no mercado local, frente a essa escalada torna se viável e pertinente a automação das residências sem custos elevados e combatendo o pensamento de que essa realidade é apenas para o futuro.

Segundo Accardi e Dodonov (2012, p. 02) “por trás da automação residencial existem diversos elementos envolvidos, de simples sensores até complexas centrais de automação, que fornecem uma experiência ideal”. Todas essas tecnologias visam o conforto e a praticidade de uma sociedade pressionada a atender a aceleração e o frenesi da vida moderna.

No Brasil temos um mercado promissor que se prova crescente com sinais de reconhecimento da necessidade de apostar nessa iniciativa. A pandemia do covid19 as políticas de incentivo a permanência em casa durante este período e o crescimento da violência condicionaram a população brasileira a permanecer em casa, e com esta necessidade a se abrirem para a modernização e automação da residência afim de garantir o conforto e a segurança de seus habitantes. De forma geral todas as residências já possuem um ou mais eletrodoméstico que permite conectividade e controle inteligente, além de sensores e atuadores que de forma isolada não demonstram uma possibilidade de automação residencial, porém que ao percebido seu potencial e sua possibilidade de interatividade, levará as residências a ambientes automatizados e pôr fim a casas automatizadas.

“A quantidade e variedade de dispositivos que podem sem instalados em uma residência são enormes. Os dispositivos que o sistema apresenta são as luzes, condicionador de ar, portão eletrônico, sensor e alarme” (TÓFOLI, 2014, p. 15). Toda essa gama de eletroeletrônicos pode ser controlada por controle remoto ou por aplicativos instalados nos aparelhos de smartphone presentes nas mãos de toda a população, levando a realidade que mesmo de forma simples já existe automação residencial nos lares das famílias do Brasil.

De acordo com Arun e Reza (2015, p. 282) “a segurança é vital para a correta implementação e desenvolvimento dos sistemas de automação residencial”. Além disso, ele proporciona uma sensação de segurança aos habitantes de uma casa e coloca suas mentes à vontade. A partir deste sentimento permiti se reconhecer a importância da qualidade de vida trazida pelo conforto e comodidade que a domótica pode proporcionar tornando evidente que apesar do valor de investimento razoável e acessível o custo benefício se mostra de grande vantagem para a automação residencial, combatendo assim a ideia que a automação residencial não é acessível e os custos são elevados e impossíveis de serem alcançados, de forma geral certifica se que já existe automação residencial falta interligar e gerenciar essa tecnologia.

4. RELACIONAR AS OPORTUNIDADES DA DOMÓTICA COM CUSTO BAIXO AO CONFORTO E SEGURANÇA DAS FAMÍLIAS

Domótica refere se a ambientes com tecnologias capazes de interagirem entre se e proporcionar conforto, segurança e praticidade. Este conceito traz a ideia de uma casa inteligente com sistemas ultramodernos e futuristas, porém a domótica deve ser percebido como a interação dos eletroeletrônicos já presentes nas residências e a capacidade de interação entre eles através da conectividade. Assim como toda novidade como exemplo a tecnologias trazidas com a telefonia celular ou o aparelho de DVD, que quando foram disponibilizados ao mercado foram considerados produtos para as classes financeiramente mais elevadas, a automação residencial está conseguindo derrubar esse conceito, com o rápido barateamento dos equipamentos, sendo precedidos por muitos produtos nacionais, estes estão se destacando pela alta eficiência e custos bem menores do que os concorrentes importados.

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio 90% da população brasileira possuem acesso à internet e a celulares (CASA CIVIL, 2022). Percebe se que com a globalização e a popularização das tecnologias em sua grande maioria a população brasileira já possui o meio de comunicação pelo qual se faz necessário para implementação da automação residencial. Para solucionar os entraves e baratear o custo para residências que estão migrando para a domótica usa se a rede wireless frente a novas tecnologias que prometem mais segurança em suas redes de comunicação e protocolos fechados sem interferência de ruídos que possam atrapalhar os sinais necessários para atuação e controle do sistema implementado. Com a facilidade e a difusão de meios de criação de aplicativos através da plataforma Android possibilita a interface de todo o sistema com o controle das residências na palma da mão através do celular ou tablet (IJSETR 2015). Controlar o uso de energia elétrica é outra vantagem para os moradores que buscam instalar estes sistemas automatizados em suas casas. A energia só é usada quando e onde necessário. Equipamentos capazes de controlar remotamente o ar-condicionado devidamente cronometrado, aquecimento, iluminação e aparelhos diversos eliminam gastos desnecessários.

Quando o foco trata se apenas da interação entre os diversos equipamentos, o acesso à internet à grandes distâncias, ou então, transmissão de poucos volumes de dados entre aparelhos, apresenta se como solução a utilização de tecnologias sem fio (LABIOD et al., 2007). Para as residências já construídas no Brasil, que em sua origem não foram previstas a instalação de projetos voltados a automação residencial, em que os custos para adequar estes ambientes poderá se apresentar como empecilho haja vista as obras de infraestruturas representam um gasto elevado, a tecnologia de rede sem fio vem solucionar essa barreira, permitindo que os projetos para estes ambientes possam ser realizados sem custos

elevados e atendendo a realidade da casa a ser automatizada. As possibilidades de mercado no Brasil para projetos de residências automatizadas surgiram com a necessidade de ambientes mais seguros, fazendo assim que os projetos já contemplem essas necessidades desde sua origem, com essa previsão a infraestrutura torna-se mais viável porque já é contemplada na concepção da demanda. De forma geral existe consenso que a transmissão de dados via cabos ainda é a mais segura, permitindo melhor distribuição dos pacotes com menor interferência e possibilidade de violação.

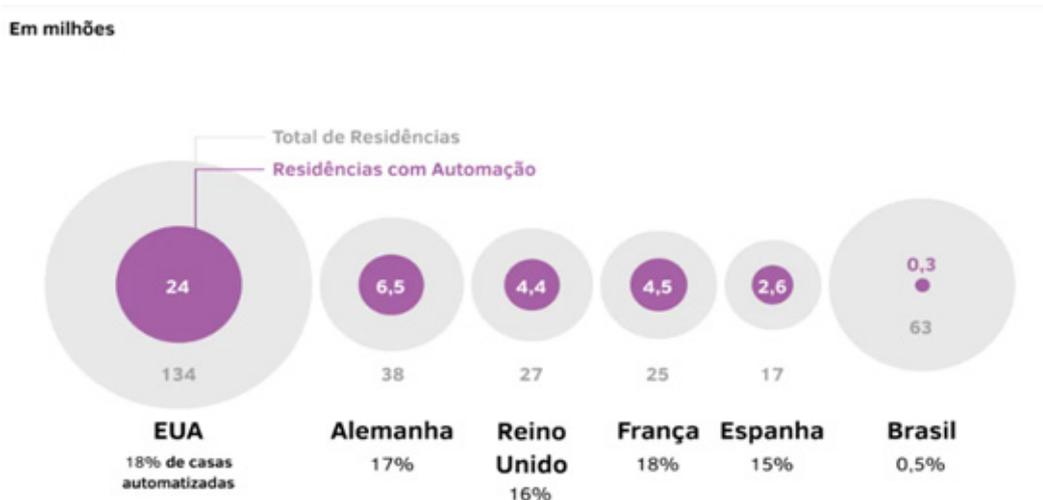


Figura 3 – Projeção de residência com automação

Fonte: Finder (2015).

O mercado brasileiro era em 2015 de 300 mil unidades de residências com automação, abrindo um vasto espaço para o crescimento da domótica no mercado interno, permitindo assim a entrada de diversos produtos voltados para essa finalidade. O maior empecilho para a automatização das residências atualmente é a infraestrutura, pois se não já se houver inserido no projeto de concepção do imóvel terá-se um gasto maior para remodelar o que já se foi construído, porque a rede de comunicação mais segura ainda é a cabeada. (SEGeT, 2005).

Nas residências brasileiras já existem instaladas cercas elétricas com centrais de controle e monitoramento de CFTV visando garantir a segurança dos moradores destas residências, esses sistemas se popularizaram tornando-se com valores acessíveis, importante reconhecer que isto é domótica. De acordo com Teza (2017, p. 37) “a possibilidade de checar as imagens do CFTV remotamente é característica de um sistema bem planejado”. Existem algumas técnicas de análise de imagem autônoma avançadas, como, identificação das pessoas pela maneira como andam. A técnica adota uma abordagem holística, analisando sequências de caminhada sem a necessidade de modelos específicos (VIEIRA et al., 2009). Através desta técnica pode-se melhorar a segurança dos ambientes e por não necessitar de banco de dados com modelos pré-definidos permite maior barateamento desta tecnologia e assim maior aceitação no mercado. Completando as técnicas de segurança de baixo custo presentes na domótica são os porteiros eletrônicos, podendo ser apenas por meio de voz indo até porteiros com câmeras inclusas que permitem além da identificação por meio do contato da ligação, também a visualização da imagem garantindo assim a identificação mais assertiva, trazendo conforto e segurança na permissão de acesso a visitantes nas residências.

Para a domótica o entretenimento é um dos pilares que sustentam a crescente acei-

tação e expansão desse mercado. Esse aspecto é muito relevante para a população brasileira que com a popularização dos computadores e o crescente aumento da cobertura da internet obteve maior procura por essas tecnologias. Um ponto a ser considerado nesta área é a possibilidade de interatividade local que permite ao usuário através da smart tv o acesso ao conteúdo digital e a possibilidade de escolha através do controle remoto. Segundo Freitas et al. (2020, p.6) “na televisão digital, os telespectadores passam a ser denominado usuários, pois eles participam ativamente ao interagir com as emissoras e com as empresas provedoras do serviço”. Tornou se popular a interatividade, onde o poder de escolha do conteúdo fica na mão do telespectador através das televisões com acesso a rede de internet, o streaming (transmissão) que corresponde a um serviço de transmissão de conteúdo pela internet permitiu ao entretenimento associado a automação residencial proporcionar a sensação de um cinema dentro do lar, associado ao uso do home theater (cinema em casa) essa sensação é o impulso para a aceitação dessa tecnologia e a grande procura por parte dos brasileiros, todas essas oportunidades devem ser percebidas para que os equipamentos digitais de Áudio e Vídeo criem uma rede de entretenimento entre os diversos produtos e diversas marcas de equipamentos disponíveis dentro das casas das famílias brasileiras.

Existem também jogos ultramodernos que se associam a automatização das residências. De acordo com Mennicken, Vermeulen e Huang (2014, p.6) “o entretenimento de sistemas que podem ser encontrados em residências, como o Kinect, introduziram o controle por gestos para consumidores finais”. Esta tecnologia permite a captação de gestos e voz e as interpreta gerando a conexão entre o usuário e os jogos, tais aparelhos hoje já são tão populares e presentes nas casas pois seus custos tornaram se acessíveis sendo assim incorporados dentro do campo do entretenimento da domótica nos lares das famílias brasileiras.

A comodidade aliada ao conforto, devem ser considerados também, porque estão entre os diversos benefícios dos sistemas de automação residencial. Destaca se a comodidade por se tratar de, por exemplo, não se fazer necessário deixar o conforto do local onde o usuário encontra se para se levantar e ter que abrir a porta da casa deixando assim de se assistir à televisão ou interagindo com algumas das tecnologias presentes dentro do ambiente onde se reside.

As grandes empresas de acordo com Arun e Reza (2015, p. 272) “concentraram sua mão de obra e recursos em flexibilidade do sistema, conveniência do usuário e funcionalidade aprimorada”. Visando terem maior aceitação no mercado, garantindo assim que a automação residencial e suas tecnologias possam ter maior aceitação. Com essa abordagem tornou se mais barato adquirir os sistemas de domótica voltados para a comodidade nos diversos ambientes das residências, como por exemplo as cortinas automáticas, os trincos eletrônicos, as câmeras 360° com conectividade a internet e visualização na palma da mão por meio do aparelho de telefone, estes confortos já são realidades que existem dentro das diversas casas no Brasil, porém não são percebidas como automação residencial, por isso a necessidade de se realizar este estudo e demonstrar que essa realidade já não é mais algo do futuro mais sim uma realidade. Com essas possibilidades abri se uma oportunidade de monitorar as casas de forma remota, com a possibilidade de ao acessar sua casa pela Internet, visualizando seus ambientes, nesse sentido as pessoas escolha conveniência em vez de segurança se for dada a escolha, porque para a transmissão destes dados via rede de internet não se faz necessários muitos protocolos de segurança de dados, permitindo a comodidade de estando em qualquer lugar o proprietário possa visualizar seus ambientes de forma a garantir sua integridade, essa tecnologia é vendida nos diversos sites na internet de forma acessível e barata, sendo já um dos produtos com maior compra no mercado

brasileiro. Para unificar tudo isso as Interfaces são os dispositivos ou mecanismos como por exemplo o navegador de internet, celular, painéis, controles remotos, interruptores dentre outros que permitem ao usuário do ambiente visualizar as informações e interagir com o sistema de automação (CASADOMO, 2010).

De forma definitiva o mercado brasileiro se abriu para as novas tecnologias, com o crescimento do acesso a internet em uma sociedade interconectada, onde os aparelhos eletroeletrônicos estão dominando as residências dos brasileiros, não pode se deixar de salientar que a automação residencial já está presente nas diversas casas no território nacional.

Por parte da grande procura por dispositivos de segurança, entretenimento e conforto, além dos diversos eletrodomésticos já presentes nas residências percebe-se que o que falta seria apenas a interligação de todos esses sistemas e o reconhecimento de que eles compõem a automação residencial, entendendo como algo que já está presente. A qualidade de vida está associada ao bem-estar das pessoas (FERREIRA, 2010) percebe-se que a inclusão de tecnologias modernas dentro dos ambientes inteligentes tende a melhorar significativamente a vida dos usuários, observando que esses seguimentos vêm evoluindo a cada dia, abrindo o mercado brasileiro com o crescente interesse das famílias.

O Brasil hoje representa um grande potencial para a automação residencial, mesmo porque as bases para essa instalação já estão presentes dentro das casas, como um potencial a ser explorado em vista da conscientização de que a interação desses sistemas é apenas a constatação que as residências, mesmo que de forma singela já tem a domótica pré-estabelecida. Domótica é o sistema interrelacionado que permite, de uma forma simples, o controlar, através de um só equipamento, tudo o que diz respeito a uma habitação; (INFOPIEDIA, 2022). Nesse contexto temos como grande oportunidade levar o público brasileiro a esse reconhecimento e os benefícios desta interconexão para um melhor conforto, comodidade e segurança das famílias brasileiras com a automação residencial – domótica.

Defini-se então que o mercado brasileiro evoluiu de um mercado aberto a possibilidade de uma automatização para uma imersão as novas tecnologias tornando-se assim um mercado que vem absorvendo as novidades nesse cenário de expansão. Com base na constatação que as residências já possuem essas tecnologias e que apenas não se percebe que estas correspondem a domótica, este trabalho vem evidenciar esta realidade.

Com os sistemas de segurança, tipo cerca elétrica, câmeras 360° e controle de acesso por meio de porteiros eletrônicos. O entretenimento, com a smart tv, o home theater os canais de streaming e o vídeo game. Ambientes com controle de climatização e luminosidade com interruptores inteligentes e a possibilidade de controle do sistema de ar-condicionado. Todos esses sistemas existem nas casas dos brasileiros, comprovando através destes exemplos que a oportunidade da automação residencial é uma constatação pertinente e que apenas o reconhecimento de todas essas tecnologias será o passo definitivo para a domótica.

Referências

A CASA DOMÓTICA: **PRESENTE OU FUTURO?** Disponível em: <https://www.iberdrola.com/inovacao/domotica>. Acesso em: 28 de ago. de 2022.

ACCARDI Adonis, Eugeni DODONOV. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. **T.I.S.**, São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166, nov. 2012

ACEMOGLU Daron. **Artificial Intelligence, Automation and Work**. MIT Pascual Restrepo Boston University January 4, 2018.

- ALMEIDA, R. **A tecnologia por trás da mágica. novembro 2009.** Disponível em:
- ARUN Cyril Jose, REZA Malekian. **Smart Home Automation Security: A Literature Review.** Smart Computing Review, vol. 5, no. 4, August 2015.
- Aureside: **Automação Residencial - Riscos e Oportunidades.** Disponível em: <http://www.aureside.org.br/>. Acesso em: 22 de out. de 2022.
- CASA CIVIL. **Conectividade 90% dos lares brasileiros já tem acesso à internet.** Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil>. Acesso em: 23 out de 2022.
- CASADOMO. **Domótica - Introducción. Agosto 2010.** Disponível em:
- FERREIRA, V.Z.G. **A domótica como instrumento para melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência.** Trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba. João Pessoa, PB, 2010.
- FINDER. **O Mercado Brasileiro de Automação Residencial.** 2021. Disponível em: <https://www.findernet.com/>. Acesso em: 26 de out. de 2022
- FREITAS Claudio César Silva de; MESQUITA Brehme Dnapoli Reis de; PEREIRA Carlos Eduardo; FARIAS Valcir João da Cunha. **ARTIGO - AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – UMA ABORDAGEM EM RELAÇÃO AS ATUAIS TECNOLOGIAS E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.** Disponível em: www.researchgate.net. Acesso em: 26 de out. de 2022.
- histórico, definições e conceitos. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/fasciculos/automacao-residencial/> Acesso em: 22 de out. de 2022
- <http://quicaze.com/126/atecnologia-por-tras-da-magica>. Acesso em: 10 set. 2022.
- <http://www.casadomo.com>. Acesso em: 10 set. 2022
- INFOPÉDIA **DICIONÁRIO.** Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/dom%C3%B3tica>. Acesso em: 28 de ago. de 2022.
- INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (IRJET). **A NODEMCU BASED HOME AUTOMATION SYSTEM.** 06 | june-2018. Disponível em: www.irjet.net. Acessado em: 20 setembro. 2022.
- LABIOD, H., AFIFI, H., SANTIS, C., **Wi-fi, Bluetooth, ZigBee and WiMax**, 1 ed. Springer, 2007.
- MENNICKEN, Sarah; VERMEULEN, Jo; HUANG, Elaine May. **From Today's Augmented Houses to Tomorrow's Smart Homes: New Directions for Home Automation Research.** Zurich, 2014.
- MUJEEB PATEL, Syed; JILANI PASHA, syed. **Home Automation System (HAS) using Android for Mobile Phone.** International Journal of Scientific Engineering and Technology Research Volume.04, IssueNo.25. Índia, July-2015.
- MURATORI, José Roberto e Dal Bó Paulo Henrique. **Automação residencial:**
- SYED PATEL MUJEEB, SYED PASHA JILANI. **Home Automation System (HAS) using Android for Mobile Phone.** IJSETR - International Journal of Scientific Engineering and Technology Research Volume.04, IssueNo.25, July-2015.
- TEZA VANDERLEI RABELO. **Dissertação - ALGUNS ASPECTOS SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – DOMÓTICA.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO. Florianópolis, maio de 2002
- TÓFOLI, RICARDO JOSÉ; **CASA INTELIGENTE – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.** Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2014. 74 Pág
- VIEIRA, R. M. T., SALLES E. O. T., SALOMÃO J. M. **Identificação de indivíduos pela dinâmica do caminhar.** IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Brasília, 2009.
- WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. **Automação residencial:** Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGe T2005. [S.l.: s.n.], 2005.

10

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: DOMÓTICA *HOME AUTOMATION*

João Vítor Raposo Costa

Ronilson da Silva Santos

Jorge Luís Carvalho Maciel

Júlio Adriano da Silva Ferreira

Fernanda Leite Saraiva

João Tenório Britto Neto

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Tayssara Elizavieta Martins Varão

Resumo

Automação Residencial é tida como um agrupamento de serviços que tem por finalidade atender e cumprir as necessidades básicas de segurança, conforto, gestão de energia elétrica e tantas outras necessidades de uma habitação ou residência. Alguns autores defendem que a domótica (outro termo utilizado) tem a possibilidade de fazer a integração de tecnologias para que possibilitem o acesso à informação e ao entretenimento, além disto pode otimizar diversos processos. Inicialmente a domótica era vista como sinal de status, contudo, com o passar dos tempos pode-se perceber que além disto, a automação residencial contribui para a redução no consumo de energia elétrica, conforto dos seus usuários, proporciona mais segurança além de ser capaz contribuir para o aumento da acessibilidade. Com todas essas vantagens, estudos indicam que o mercado da automação residencial, no Brasil, tem crescido de forma significativa, o que de certa forma, mostra que as pessoas estão cada dia necessitando de conforto, segurança, redução de custos. Por fim, cabe destacar que quando o sistema de automação residencial é complexo e completo, ele se torna capaz de executar tarefas que contribui para economia dos mais variados recursos.

Palavras-chave: Automação, Economia, Gestão, Tecnologia, Conforto.

Abstract

Residential Automation is seen as a grouping of services whose purpose is to meet and fulfill the basic needs of safety, comfort, electrical energy management and many other needs of a dwelling or residence. Some authors argue that home automation (another term used) has the possibility of integrating technologies to enable access to information and entertainment, in addition to optimizing various processes. Initially, home automation was seen as a status sign, but over time, it can be seen that, in addition, home automation contributes to a reduction in electricity consumption, comfort of its users, provides more security in addition to being able to contribute to increasing accessibility. With all these advantages, studies indicate that the home automation market in Brazil has grown significantly, which in a way shows that people are in need of comfort, safety, and cost reduction every day. Finally, it is worth noting that when the home automation system is complex and complete, it becomes capable of performing tasks that contribute to the economy of the most varied resources.

Keywords: Automation, Economy, Management, Technology, Comfort.

1. INTRODUÇÃO

A Domótica ou Automação Residencial é a união de diversos serviços que tem como objetivo proporcionar a otimização, redução e satisfação das necessidades fundamentais do ser humano. Como exemplo pode-se citar: gestão de energia, segurança, comunicação e conforto na casa onde está implantada. Em outras palavras, pode-se dizer que a Domótica compreende a automatização e o controle de uma residência, usando para isso equipamentos que conseguem comunicar-se entre si e que podem ser programados para seguir instruções pré-estabelecidas pelo usuário.

Tendo em vista o aumento significativo de automatização em residências, este trabalho determina sua importância através de um estudo aprofundado sobre o tema, onde mostra-se a magnitude do processo de conhecimento e aplicação de sistemas automatizados na sociedade. E ainda, evidenciando como esta aplicação pode contribuir com a melhoria da qualidade de vida, aumento de segurança e conforto, redução do consumo de energia elétrica, além de contribuir com o auxílio a pessoas com deficiência (PCD).

Para além disto, é pertinente salientar que este estudo buscou compreender como um sistema pode ser utilizado a partir do comportamento de seus usuários, levando em consideração a necessidade, demanda e interesse de tais.

Considerando o cenário atual, esta pesquisa traz como problema: quais os principais impactos da domótica no aumento da segurança, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e na redução do consumo de energia elétrica? Que além de importante para apresentar às pessoas que ainda não a conhecem e seus benefícios para a segurança de seus lares, vem também aproximar a domótica às suas realidades, pois ainda carregam consigo tabus relacionado ao tema.

2. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – CONCEITOS, DEFINIÇÕES, OBJETIVOS E HISTÓRICO DA DOMÓTICA

A automação residencial pode ser definida como o agrupamento de serviços que tem o objetivo de atender e cumprir com as necessidades básicas de segurança, comunicação, conforto e gestão energética de uma residência ou habitação. Nessa contextura, vê-se como mais adequado a utilização usual do termo “domótica”, uma vez que em grande parte da Europa é empregado dessa maneira e com isso torna-se mais abrangente.

Em solo brasileiro é comum utilizar também a tradução literal do termo “*home automation*” vindo do inglês, como forma mais restrita. Porém, não é interessante a utilização – conceitualmente falando – pois o termo “automação” não abrangeria tudo o que, de fato, precisa ser englobado, como sistemas de comunicação em geral e sonorização.

De acordo com Wortmeyer (2005), Freitas (2005) e Cardoso (2005), o principal e inicial objetivo da automação residencial é integrar tecnologias que possibilitem o acesso à informação e entretenimento, além de otimizar negócios relacionados à internet, segurança e rede de dados, voz, imagem e multimídia. Tendo como meta principal o acesso ilimitado e o controle de equipamentos e dispositivos instalados na residência de qualquer lugar, perto ou longe.

Atualmente, pode-se observar que esse objetivo tem se cumprido. Hoje, através da domótica, consegue-se resguardar as casas através de câmeras de segurança a qualquer

distância, sendo possível fazer isso de dentro da própria residência ou em outro continente, apenas utilizando, por exemplo, uma rede de internet sem fio – Wi-Fi – para as câmeras de segurança e um celular com acesso à internet.

Durante o estudo de Wortmeyer; Freitas; Cardoso (2005), é possível observar que uma das principais queixas relacionadas e preocupações dos projetistas da época, era justamente o fato de que cada equipamento possuía seu próprio controle remoto isolado. À época, *Home-Theaters* não se comunicavam com o CFTV (Circuito Fechado de Televisão), ou seja, não havia integração. Atualmente, com o avanço da tecnologia é possível ver que um controle remoto pode atender a mais de um aparelho simultaneamente.

2.1 Breve histórico da automação residencial

Na literatura não tem registros especificando datas exatas de quando surgiu a automação em si e toda a sua tecnologia. O que se sabe é que a Revolução Industrial foi um movimento marcante que deu foi o pontapé para que a automação fosse difundida como objeto de mecanização no mundo, na qual vem sendo utilizada até os dias atuais em todas as esferas da sociedade, desde os lares até as grandes indústrias. Assim, desenvolveu-se a automação industrial em primeiro lugar, buscando controlar e supervisionar as linhas de produção. Seguidos de: automação de edifícios comerciais, área patrimonial, área institucional e somente depois e mais recente a automação residencial (WORTMEYER; FREITAS; CARDOSO, 2005).

Devido ao crescimento do mercado economicamente ativo e de outros fatores, a domótica ainda é um processo em ascensão, apesar de seu crescimento nos últimos anos terem aumentado significativamente (MURATORI; DAL BÓ, 2011).

A automação residencial teve a invenção das máquinas elétricas de lavar roupas, como importante marco datada em 1908. Depois disto, como salienta Pereira (2007), algumas iniciativas surgiram de forma isolada, como por exemplo, os detectores de palmas e assovios que permitiam que eletrodomésticos e lâmpadas acendessem e desligassem. Muratori e Dal Bó (2011), entram em debate afirmando que as primeiras incursões são datadas no final dos anos 70, dando exemplo como o conceito de PLC (*Power Line Carrier*), onde soluções simples eram empregadas com o objetivo de facilitar o dia a dia e, conseqüentemente, resolver situações particulares, tal como acender luzes e equipamentos de maneira remota.

A telefonia, videogames, rádio e televisão compõem a história da automação residencial. Ainda, cabe-se citar a televisão, os computadores pessoais e a internet como peças fundamentais para o que hoje é conhecido na automação residencial (PEREIRA, 2007) pois estes causavam ao mercado um certo apelo devido a aceitação pela tecnologia.

O desejo de automação em projetos de pequeno e médio porte com características comerciais ou residenciais começou a surgir, de acordo com Bolzani (2004) na década de 80. Recordando que as companhias como a *X10 Corp.* e a *Leviton* iniciaram o desenvolvimento de sistemas automatizados em 1996, permitindo que houvesse um número notável de oportunidades criadas pelo computador pessoal e pelo surgimento da internet, tais oportunidades culminaram com a cultura do acesso à informação digitalizada.

Pode-se notar que a automação vem sendo difundida por décadas e cada vez mais vem se tornando mais próximos de todos, atualmente é impossível pensar como seria a vida sem a automação pois tudo está cada vez mais conectado. Apesar de tudo isso, o potencial da automação residencial ainda não é tão difundido.



2.2 Automação residencial – domótica

A automação residencial é uma tecnologia nova que permite aos seus usuários a gestão de diversos recursos. A palavra domótica é resultado da união de “Domus”, palavra de origem latina que significa “casa” e “Robótica” que é o controle automatizado de algo. A automação é um processo que utiliza um sistema eletrônico carregado com uma pré-programação, não tendo, portanto, a necessidade do pensamento humano, ou seja, um pensamento consciente durante o funcionamento do sistema (FAZANO JR., 2013).

No dicionário, a definição de automação residencial (domótica) é “conjunto das técnicas e dos estudos tendentes a integrar no habitat todos os automatismos em matéria de segurança, de gestão de energia, de comunicação, etc.” (PRIBERAM, 2022). De acordo com essa definição é notório perceber a grande relevância que a domótica tem, pois, além de automatizar, traz benefícios como os já citados (gestão de energia elétrica, segurança...) e outros que também são muito importantes, dentre eles, o conforto para os seus usuários.

Bromley, Perru e Webb (2003) defendem que a automação residencial é um conjunto de integrações de tecnologias que facilitam a vida do usuário no dia a dia. Citando os mesmos autores, o termo automação também pode ser substituído por “Domótica”. A domótica é caracterizada como a construção de uma casa inteligente através de sistemas inovadores, básicos ou avançados. Com isso, uma casa para ser considerada inteligente é preciso estar totalmente equipada, confortável e moderna.

De acordo com Muratori; Dal Bó (2011, p. 70) a automação residencial é “um conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas”, essas necessidades podem ser de segurança, conforto, comunicação e de baixo consumo de eletricidade.

Tendo em vista todos os conceitos supracitados, é de fundamental importância ter em mente quais são os principais tipos de aplicação da automação no dia a dia, começar-se-á por automação de instalações elétrica que compreende os fornecimentos de atuadores, softwares de controle e supervisionamento capazes de identificar fumaça e gás, incêndios e possíveis fuga de tensão.

É possível, também, fazer a gestão de energia através de sistemas de gerenciamento do consumo de energia, é possível obter medição constante do consumo de gás e água e ainda aplicar proteção na rede elétrica. Cada dia mais, com o uso da domótica, o conceito de casas inteligentes se torna mais comuns e aceito pela sociedade.

Casa inteligente é definida como um ambiente que recebeu automatização e passa a ter interconexão entre os sistemas, permitindo que atividades que são feitas de formas repetitivas possam ser realizadas de forma automatizada, proporcionando conforto e segurança para os moradores, além de permitir a monitorização a distância. (ZBOROWSKI; LIMA, 2017). Uma casa inteligente deve ser equipada com vários sistemas que “conversam” entre si, como eletrodomésticos inteligentes e sensores.

O termo “*smart-home*” é usada para caracterizar residências que contém equipamentos que têm a capacidade de realizar interações entre si, podendo ser operados de forma remota por um sistema de controle. (MARTINS; MENEGUZZI, 2014). Outras literaturas afirmam que o conceito de casas inteligentes é dividido em dois grupos, o primeiro é a integração entre o ambiente inteligente e a residência, e o segundo dar-se pelas inter-relações entre o ambiente e o seu usuário (GHAFARIANHOSEINE, 2013).

Atualmente no mercado, encontra-se diversos aparelhos que funcionam como mediadores entre a casa e os produtos inteligentes, que após se interconectarem conseguem

fazer o controle de tudo que foi automatizado, e é neste momento que acontece a automação residencial de fato. Entre esses aparelhos, tem-se a *Amazon Echo* que é um dispositivo que funciona como um gerenciador central permitindo que os seus usuários consigam, por voz, controlar outros dispositivos como lâmpadas inteligentes, eletrodomésticos, e demais dispositivos automatizados. O *Google Home* tem funcionalidade bem parecida com a *Amazon Echo* (ZBOROWSKI; LIMA, 2017)

Como se pode notar, é possível fazer o controle de portões, alarmes, a temperatura dos ares-condicionados, iluminação da piscina, acesso à casa sem a necessidade de chaves, utilizando para isso biometria, reconhecimento facial e outros. Tudo isso se torna capaz devido ao advento da Internet das Coisas, que tornou possível a expansão da internet uma dimensão nova, conectando locais a objetos inteligentes, proporcionando assim, conectividade ao “cyber espaço” em que está presente, são esses objetos os responsáveis pela conexão entre o mundo físico e o virtual, proporcionando que as residências estejam cada vez mais automatizadas (ANDRADE, 2016).

O Brasil International Data Corporation - IDC BRASIL (2021), apresentou estudos que o mercado de equipamentos para automação residencial deveria ultrapassar a casa dos 291M de dólares em 2021, uma taxa de 21% a mais quando comparado ao ano de 2020. O estudo afirma ainda que nos anos seguintes, a taxa de vendas nos anos seguintes deve chegar aos 11,9%. Os principais dispositivos que elevam essa taxa são câmeras, lâmpadas, sensores e fechaduras eletrônicas. Dados como esses mostram como a automação residencial evoluiu nos últimos anos e o crescimento continua, pois cada dia mais as pessoas têm a necessidade de conforto e segurança, benefícios que a domótica traz.

É notório que a automatização de residências traz tranquilidade e segurança aos seus usuários, tudo isso através do advento da internet, da popularização de objetos inteligentes - que realizam interações entre si - e o avanço da tecnologia. Diante disto é possível concluir que “O uso da tecnologia em Casa Inteligente tem como principal função controlar todo o ambiente. Como no ajuste de luminosidade, temperatura, umidade, entre outros.” (MATA; SILVA, 2021, p. 2)

Diante do supracitado sobre os mais diversos conceitos de casas inteligentes, é de suma importância destacar os benefícios que a *smart-house* proporciona aos seus usuários. Economia de recursos energético, segurança, comodidade, conforto, entretenimento e confiabilidade são alguns dos benefícios, conforme Pereira e Camargo, 2006. Estes são alguns dos requisitos básicos que as pessoas procuram na sociedade atual, que está cada vez mais automatizada e conectada entre si. Portanto, espera-se que em breve a maioria das casas contenham sistemas inteligentes capazes de entender e se adaptar as diferentes realidades de cada residência.

3. AS VANTAGENS DA APLICAÇÃO DA DOMÓTICA

O advento da internet trouxe consigo a ampliação das casas inteligentes, através da utilização da Domótica (Automação Residencial), este aumento é notado pela necessidade do ser humano estar cada dia mais necessitado de requisitos básicos (segurança, economia, conforto, entre outros). A Automação Residencial consegue coordenar e ser gestora de ambientes que possuem equipamentos inteligentes instalados, fazendo assim que estes, comuniquem entre si, possibilitando a integração e o controle da casa, sem que os seus usuários estejam presentes no ambiente, ou seja, as “*smart-home*” podem ser controladas de qualquer lugar do mundo que tenha conexão com a internet. (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006)

Sabe-se que a Automação Residencial traz conforto aos seus usuários, além disto, as casas inteligentes, “consistem em cobrir algumas, não todas, necessidades domésticas, entre elas, aumentar a segurança, incrementar o conforto, melhorar as comunicações, fazer a gestão de energia [...]” (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006, pag. 21). Em outras palavras, quando se fala em Domótica, fala-se em melhorar a qualidade de vida, executando isto de forma econômica e sustentável.

Em anos passados, ter uma casa automatizada era sinal apenas de “*status*” e poucos poderiam ter, devido aos altos custos para a instalação e manutenção. Atualmente ter uma casa inteligente é ter um ambiente que consegue oferecer segurança e conforto, permitindo, neste caso, uma qualidade de vida desejável. Para mais além de ter uma boa qualidade de vida, a automação residencial permite que uma economia de energia seja possível, reduzindo custos (TEJEDOR; MOYA, 2010).

Um ambiente automatizado pode oferecer praticidades que contribuem com o alcance de resultados valiosos, gerando, assim, vantagens como comodidade e mais tempo livre na vida das pessoas, além destas, pode-se citar diversas vantagens a mais. Segundo Tejedor e Moya (2010), algumas das vantagens incluem:

- Consumo energético e climatização: com os recursos que a automação residencial traz, é possível programar o acionamento e o desligamento de todos os aparelhos conectados à rede elétrica (Ar-condicionado, lâmpadas e eletrodomésticos). Isso contribui para que a conta de energia tenha uma redução;
- Entretenimento, comunicação e conforto: pode-se conectar a casa de qualquer lugar do planeta e de qualquer dispositivo, desde que tenha conexão com a internet;
- Segurança: existem diversas maneiras com as quais a automação pode contribuir com a segurança do ambiente, entre eles, avisos de que a casa foi invadida podem ser enviados aos dispositivos dos proprietários no exato momento em que ocorreu, possibilitando que o proprietário possa tomar as devidas providências no mesmo momento. Outra forma de proporcionar segurança é através do controle de acesso à residência;
- Serviços comunitários: Com o dispositivo móvel conectado à rede, o usuário pode controlar a iluminação de todos os cômodos da casa, consegue ter o controle de quem entra e quem sai, entre tantos outros benefícios.

3.1 Áreas de aplicação da automação residencial

Mediante ao exposto acima, notou-se que as casas inteligentes possuem um leque de vantagens para quem as utiliza. Segundo Javier e Semblantes (2015) a Domótica pode ser aplicada em quatro grandes áreas: segurança; conforto; gestão de energia e comunicação.

As funcionalidades no âmbito da segurança garantem a proteção de bens e pessoas. Neste aspecto, é possível programar os equipamentos inteligentes para que ative um alarme quando houver presença ou contato em alguma área da residência; detectar fuga de gás e derramamento de água ocasionado por quebra de canos e outros; acionar a emergência quando os batimentos cardíacos de uma pessoa enferma se elevar, entre tantas outras funções que podem ser ativadas e programadas para a realidade de cada pessoa (JAVIER; SEMBLANTES, 2015).

A segurança das residências é um dos benefícios mais procurados quando se fala em “*smart-home*”. Essa seguridade permite que as pessoas tenham tranquilidade na hora de

viajar, pois o sistema dá a possibilidade de criar cenas, como programar para que as lâmpadas acendam e apaguem em horários determinados, desencorajando, assim, indivíduos de adentrar na residência (CARDOSO; FREITAS; WORTMEYER, 2005).

Ao falar de segurança, diversos autores defendem que é um quesito fundamental e indispensável por parte de toda a sociedade, quando aplicado dentro da domótica se faz necessário ter um sistema que abrangem soluções compatíveis e que sejam capazes de suprir o básico para o tipo de sistema, entre eles, detecção de ações invasivas dentro e um perímetro que aciona alarmes; reconhecimento de usuários definidos, além de ser capaz de prevenir ou dissuadir situações invasivas (RIBEIRO, 2018).

Quanto a segunda área de aplicação da Domótica, o conforto, JAVIER e SEMBLANTES (2015, pag. 11), afirmam que “Com um sistema domótico se pode ter o controle absoluto de instalação elétrica, podendo ativar ou desativar as funções programadas [...] por telefone.” Desta forma, entre tantas as possibilidades, pode-se controlar e programar como os eletrodomésticos irão funcionar, é perfeitamente possível, também, controlar a temperatura dos ares-condicionados, descer e subir as persianas das janelas e controlar a iluminação (JAVIER; SEMBLANTES, 2015).

O controle e gestão da energia elétrica - terceira área de aplicação da Domótica – é uma outra vantagem para a pessoa que tem ou deseja ter uma casa inteligente, a economia de energia elétrica, se dá pelo fato que esta é utilizada apenas quando se faz necessária, o que eliminam os gastos desnecessários deste recurso (CARDOSO; FREITAS; WORTMEYER, 2005).

Quando se fala de economia de recursos energéticos atrelado a automação residencial, é fundamental que se tenha um sistema completo que possa possibilitar a tomada de decisões inteligentes para que os parâmetros estipulados ao sistema sejam seguidos, desta forma é possível ter segurança e racionalização de forma contínua e automática da energia elétrica (RIBEIRO, 2018).

A quarta e última área de aplicação segundo o autor supracitado é a comunicação. A comunicação é uma das mais importantes áreas de aplicação, devido ao fato de que é por ela que o sistema consegue se comunicar com todos os dispositivos interconectados, enviando e recebendo dados em todos os segundos e fazendo integração para que as áreas de segurança, conforto, gestão de energia funcionem de forma eficaz

Existem, além das vantagens citadas, diversos outros benefícios que ajudam e corroboram para que a Automação Residencial seja cada vez mais conhecida e utilizadas pela sociedade. Dados afirmam que o setor tende a ter um crescimento exponencial nos próximos anos, o que significam que é uma área que tende a crescer cada dia mais, proporcionando, assim, a seguridade, o lazer, aumentando a autoestima das pessoas, entretenimento, eliminação de gastos desnecessário de energia, entre outros (CARDOSO; FREITAS; WORTMEYER, 2005).

Além das áreas de aplicação supracitadas, ainda é possível encontrar um leque de aplicações da domótica, como acesso à multimídia que permite ao usuário ter acesso, de qualquer lugar, seja em sua residencial seja em outro local, a eventos tendo a liberdade de escolher os horários que melhor se encaixe à sua rotina (RIBEIRO, 2018).

Uma casa inteligente, quando tem um sistema completo e complexo, é capaz de executar tarefas que além de promover o conforto tecnológicos, é capaz de prover mecanismos que promovam o ápice da utilização de gás e água, pois os sistemas podem controlar e gerenciar a quantidade de água e gás utilizada em determinado período, fazendo com que a economia seja capaz de ajudar o planeta que tanto sofre com as mais variadas for-

mas de desperdícios (RIBEIRO, 2018).

As vantagens supracitadas ainda são pouco conhecidas, pois como a automação residencial é uma novidade, por diversos motivos é tida como algo que pode ser caro, que representa *status* e modernidade. Contudo, tais benefícios serão priorizados como primeiro plano na valorização da tecnologia, contribuindo com o “preconceito” pré-existente (CARDOSO; FREITAS; WORTMEYER, 2005).

Como foi possível identificar diante dos expostos acima, a Domótica é uma área que possui um grande leque de vantagens que corroboram desde o conforto e o bem-estar até a segurança dos moradores das conhecidas casas inteligentes. Para Cardoso (2005), Freitas (2005) e Wortmeyer (2005), a automação está levando o conceito de que foi desenvolvida para as classes mais elevadas financeiramente, quando na verdade, a mesma traz vantagens que muito contribuem para o desenvolvimento da sociedade que está cada vez mais sedenta de tecnologias que promovam os benefícios supracitados.

4. EQUIPAMENTOS INTELIGENTES E PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

No ano de 1983, Saez Vacas formulou uma teoria para estudar e estratificar a complexidade que possuem os sistemas domóticos. O estudioso propôs uma hierarquia para a complexidade em três níveis: complexidade dos objetos individuais; nível da complexidade sistêmica e o nível da complexidade técnica (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006).

O nível dos objetos individuais trata de um estudo da complexidade de forma individual de elementos como sensores, atuadores, eletrodomésticos e outros. Os especialistas fazem frente a complexidade de cada elementos para que quando estes chegassem ao mercado não tivessem dificuldades para identificação por parte dos usuários (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006).

Como os elementos citados, em geral, não estão separados e sim fazendo uma interconexão com a finalidade de obter determinados objetivos, o estudo supracitado traz o nível da complexidade sistêmica que, quando aplicado à Domótica, estuda como será o controle dos sistemas automatizados, sistemas avançados de comunicação e redes multimídia. A partir da interação dos objetos citados no primeiro nível aparecem as interrelações que antes ou não eram conhecidos ou não faziam parte do interesse dos indivíduos e que agora servem para descobrir o comportamento do conjunto domótico que foi ou será aplicado nas residências, tornando-a inteligente (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006).

Para completar o estudo, existe o terceiro nível - complexidade técnica – que estuda as interfaces dos sistemas, a aceitação social da tecnologia, o impacto econômico da nova inovação tecnológica. Diante disto, sabe-se que a domótica está presente nos três níveis, quando se fala do terceiro nível, sabe-se que a Domótica já consegue demonstrar a sua aceitação social, o impacto econômico positivo que traz aos seus usuários e que através dela é possível obter diversos benefícios (VACAS; DOMÍNGUEZ, 2006).

Sabe-se que existem diversos objetos que, quando conectados entre si, conseguem tornar uma casa em casas inteligentes, estes objetos são de fundamental importância para o funcionamento da automação residencial e sem eles, não seria possível obter as vantagens trazidas pela Domótica.

4.1 Sensores e atuadores

Quando se faz o estudo de sistemas domóticos, é de extrema necessidade a determinação das condições (ou variáveis) do sistema. Com isso, é possível obter as informações físicas a ser monitorado no ambiente, e este trabalho é feito pelos sensores (WENDLING, 2010).

Pode-se definir sensor como “aquilo que sente”. No campo da eletrônica sensores são tidos como componentes ou um circuito eletrônico que corrobora com a análise de uma condição do ambiente, que pode ser desde a temperatura até a luminosidade. Além disto, os sensores são tidos como um certo tipo de transdutor – equipamento que transforma um tipo de energia em outro (WENDLING, 2010).

Este tipo de equipamentos é dividido em dois tipos, os analógicos e os digitais. O primeiro são os mais comuns, geralmente os sensores analógicos recebem sinais, como o próprio nome diz, analógicos. Estes tipos de sinais, podem assumir infinitos valores (PATSKO, 2006).

Quanto ao segundo tipo de sensores, os digitais, são baseados em níveis de tensão definidos, ao contrário do analógicos que são infinitos. Estes níveis são tidos como Alto ou Baixo, do inglês *High and Low*. Basicamente, os sensores digitais fazem a utilização de lógica binária, ou seja, “0” e “1” (PATSKO, 2006).

Quando aplicado dentro da automação residencial, é possível utilizar os sensores em diversos casos. Como se sabe, o processo de automatização utiliza os sensores, entre tais, sensores de movimento, que são utilizados para a medição de força de rotação e de aceleração; sensores de ambiente, que faz aferição de parâmetros ambientais (temperatura, umidade etc.) e sensores de posição, que faz uma análise da orientação e do campo magnético dos dispositivos (BRITO, 2019).

Enquanto os sensores são dispositivos capazes de medir as grandezas físicas do meio e, como visto acima, transformar um sinal elétrico para que consigam ser processados e interpretado por equipamentos que têm esta finalidade, os atuadores são também conhecidos como transdutores, entretanto, fazem o inverso dos sensores, pois esses transformam os sinais elétricos em grandezas físicas com a capacidade de realizar diversas ações que têm por objetivo modificar o ambiente em que estão abrigados (LONGO, 2015).

Segundo Brugnai e Maestrelli (2010, p. 25 apud LONGO, 2015) “os atuadores atendem a comandos que podem ser manuais ou automáticos, ou seja, qualquer elemento que realize um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada [...]. Com isto, percebe-se a grande importância que os sensores e atuadores desempenham dentro de uma casa automatizada, enquanto um manda um sinal o outro executa tal, fazendo assim a integração de todos os equipamentos que compõem a domótica.

4.2 Protocolos de comunicação em automação residencial

Os protocolos de comunicação são tidos como as diversas linguagens que podem se comunicar com os dispositivos inteligentes. Com o envio e recebimentos de informações para que sejam processadas sem qualquer inconveniente, neste caso, pode-se afirmar que a comunicação entre dispositivos inteligentes deve ocorrer em formato de linguagem (MELÉNDREZ; PÉREZ, 2017).

É possível encontrar três tipos de protocolos no mercado, os privados, os abertos e os abertos normalizados ou padronizados. Os protocolos privados são aqueles que são criados por empresas para uso exclusivo dos seus clientes, já os abertos são os protocolos públicos tanto para empresas quanto para clientes, além de proporcionar as informações

necessárias para a sua implementação e os abertos padronizados ou normalizados são aqueles que pertencem a um grupo de pessoas que estudaram sobre o protocolo e prestam serviços para que haja o pleno funcionamento (MELÉNDREZ; PÉREZ, 2017).

Existem diversos protocolos que são utilizados na Automação Residencial, destes alguns foram adaptados para a utilização nesta área e outros foram desenvolvidos, especificamente, para o uso em domótica. Protocolos, em via geral, são “regras e convenções utilizadas para que dispositivos heterogêneos consigam se comunicar” (DODONOV; ACCARDI, 2012, p. 161).

Os protocolos de comunicação muitos contribuem para a automação residencial, tornando casas inteligentes e proporcionando segurança, conforto e economia de recursos energéticos aos seus usuários.

A Automação Residencial faz uso de diversos protocolos, como supracitado, dentre eles, *X-10*, *CEBus*, *LONWorks*, *BACNET*, *HomePHA*, *Ethernet* e *Zigbee*. São estes os responsáveis pela comunicação entre os equipamentos heterogêneos, permitindo, assim, que aja de fato a automação residencial.

4.2.1 Protocolo X-10

O protocolo *X-10* é o mais antigo e popular dentro da Domótica, desenvolvido em 1978 pela *Pico Eletronics*, empresa da Escócia, passou a ser comercializado um ano depois, 1979. Alguns anos se passaram e a patente da empresa escocesa expirou, possibilitando que diversas empresas comesçassem a desenvolver produtos com este protocolo. Este protocolo é tido como protocolo de uma única mão, ou seja, apenas faz envio de informações e utiliza a rede elétrica como meio de comunicação (DODONOV; ACCARDI, 2012).

A *Pico Eletronics* começou a desenvolver o projeto *X-10* com a ideia de obter um circuito que poderia ser inserido em um sistema maior e controlado de forma remota. Em parceria com uma outra empresa, especialista em sistemas de áudios, a *Pico* começou a construção de dispositivos *X-10*. O primeiro módulo fabricado podia controlar qualquer dispositivo através da rede elétrica doméstica, modulando pulsos de 120 KHz (MERINO; MARTINEZ, CUEVAS, 2002).

São vários os dispositivos que existem no mercado que fazem o uso do protocolo *X-10*, dando a oportunidade de fazer adaptações a praticamente todas as necessidades, por outro lado, quando parte para o ramo da inteligência do sistema, há uma falta de solução por parte do protocolo que já se tornou obsoleto e antiquado devido aos anos que já possui (MERINO; MARTINEZ, CUEVAS, 2002).

4.2.2 Protocolo CEBus

Conhecido como um protocolo muito poderoso, robusto e complexo, o *CEBUs* (*Consumer Electronics Bus*) foi criado no ano de 1984. Este, segue o modelo OSI que contempla os níveis físicos, lógicos, rede e de aplicação. O protocolo em questão é ambicioso pois além de se comunicar com a rede elétrica, suporta, também, par traçado, infravermelhos, rádio frequência e fibra óptica. O *CEBus* foi transformado em padrão internacional no ano 1995 (DODONOV; ACCARDI, 2012).

4.2.3 Protocolo Ethernet

Padronizado com A IEEE 802.3, o protocolo *Ethernet*, é uma tecnologia que faz a comunicação em rede local, como meio de transmissão compartilhado. É uma tecnologia estar em constante evolução e permite que taxas de transmissão chegue a 10 Giga *Bits* por segundo.

Datado de 1972, o protocolo Ethernet é bastante utilizado em empresas, e mais recentemente, nas residências automatizadas. O grande avanço deste protocolo dar-se pela facilidade de implementação, do baixo custo e da alta escalabilidade (SILVA, 2014).

Um dos grandes benefícios deste protocolo, é a disponibilidade das redes. Em outras palavras, o *Ethernet* está sempre disponível e com os seus padrões dentro da idealidade, isso ocorre devido as redundâncias que o protocolo utiliza. O protocolo *Ethernet* são bastante utilizados para fazer o controle, o mantimento e o gerenciamento de conexões protegidas das redes ethernet (SILVA, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação, conforme citada no escopo deste, não possui registro sobre a data de surgimento, o que se sabe é que a Revolução Industrial foi um marco importante para que seus conceitos começassem a serem difundidos. Após a difusão da automação industrial e da automação de edifícios, surgiu a automação residencial. De acordo com as pesquisas levantadas durante este trabalho, a automação residencial é uma tecnologia que surgiu para permitir que os usuários conseguissem realizar a gestão de diversos recursos, por exemplo, recursos energéticos. Outro termo utilizado para se referir a automação residencial é a domótica.

A domótica é caracterizada como a construção de uma casa inteligente, utilizando para isso, sistemas inovadores que vão do básico ao avançado, tornando-a equipada, confortável e moderna. Tais características as casas inteligentes foram conquistadas devido ao leque de benefícios que a domótica proporciona aos seus usuários, o que viabiliza a instalação, fazendo com que cada dia possa ser mais conhecida e aderida pela sociedade. Entre os benefícios oferecidos aos adeptos das *Smart-Home* estão a economia de energia elétrica causado pela desligamento automático ou programado dos eletrodomésticos que compõe a residência quando não há a presença de pessoas; a segurança que é uma das vantagens mais procuradas quando se quer automatizar casas, pois os seres humanos estão cada dia mais necessitados de tal; a possibilidade de fazer o monitoramento da casa de qualquer lugar, estando apenas conectado à internet; e conforto que a automação residencial traz aos adeptos.

Para que essa tecnologia funcione e proporcione os benefícios supracitados, é de suma importância que utilizem equipamentos inteligentes, que são os responsáveis por fazer todo o controle da casa, entre estes, os sensores e atuadores compõem a parte fundamental dos sistemas domóticos. Contando com os mais diversos protocolos de comunicação, a automação residencial consegue realizar os mais diversos tipos de tarefas, que permite que o conforto, a segurança, e a redução de gastos sejam aproveitados ao máximo nas casas onde está instalada.

]

Referências

- ANDRADE, J. P. B. **Uma Abordagem Com Sistemas Multiagentes Para Controle Autônomo De Casas Inteligentes**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2016.
- ARCIERI, D. **Predictions Brazil 2021**. IDC BRASIL, 2021.
- AVIER, D.; SEMBLANTES, C. Implementación de un módulo didáctico de control domótico para aplicaciones prácticas en la carrera de ingeniería en electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2013. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2968> Acesso em 09 de outubro de 2022.
- BRITO, J. D. G. **APERFEIÇOAMENTO DA INTEGRAÇÃO DE SENSORES DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NA DOMÓTICA**. 2019. 76 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática). Instituto Universitário de Lisboa, Portugal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/20273> Acesso em: 23 de outubro de 2022.
- BROMLEY, K.; PERRY, M.; WEBB, G. **Trends in Smart Home Systems, Connectivity and Services**, 2003.
- CARDOSO, L.; FREITAS, F.; WORTMEYER, C. **Automação Residencial: Busca de Tecnologias visando o Conforto, a Economia, a Praticidade e a Segurança do Usuário**. AEDB-Associação Educacional Dom Bosco, 2005. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/256_SEGET%20-%20Automacao%20Residencial.pdf Acesso em 09 de outubro de 2022.
- CASADOMO. **Domótica** - Introducción. 2010. Disponível em: <http://www.casadomo.com/>. Acesso em 23 de novembro de 2022.
- DA SILVA, D. De A.P.; DA MATA, G. A. O Uso Da Tecnologia Em Casas Inteligentes. **Revista Eletrônica da Faculdade Invest de Ciências e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 18-18, 2021.
- DODONOV, E.; ACCARDI, A. **Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos**. Revista TIS, São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-266, novembro de 2012. Disponível em: <http://revistatis.dc.ufscar.br/index.php/revista/article/view/27/30>. Acesso em 23 de outubro de 2022.
- EDITEX. **INICIACIÓN A LA DOMÓTICA**. Disponível em: <https://docplayer.es/103333041-Iniciacion-a-la-domotica.html>. Acesso em 20 de outubro de 2022.
- FAÇA VOCÊ MESMO. **BENEFÍCIOS DA DOMÓTICA**. Disponível em: facavocemesmo.net/beneficios-da-domotica/. Acesso em 20 de outubro de 2022.
- FAZANO JR., P. V. P. **Projeto Domótico Para Ambientes Inteligentes Baseado Nas Tecnologias Arduino E Google Android**. Fundação Educacional do Município de Assis–FEMA–Assis, 2013.
- LONGO, L. **INTERNET DAS COISAS: USO DE SENSORES E ATUADORES NA AUTOMAÇÃO DE UM PROTÓTIPO RESIDENCIAL**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação). Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14643>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.
- MELÉNDREZ, E. A. C.; PÉREZ, H. S. M. **IMPLEMENTACIÓN DE DOS MÓDULOS TÉCNICOS PARA PRÁTICAS DE DOMÓTICA E INMÓTICA MEDIANTE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN X10 Y HDL BUSPRO**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Eletrônica de Controle e Redes Industriais) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. Disponível em: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/7588>. Acesso em 27 de outubro de 2022.
- MERINO, P.; MARTÍNEZ, J.; CUEVAS, J. C. **EL PROTOCOLO x10: Una solución Antigua a Problemas actuales**. Simposio de Informática y Telecomunicaciones SIT'02. Espanha, 2002. Disponível em: https://sistemamid.com.ar/panel/uploads/biblioteca/2013-09-08_11-01-17566_art.pdf. Acesso em 23 de outubro de 2022.
- MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. **Capítulo I Automação residencial: histórico, definições e conceitos**. O Setor elétrico, p. 70-77, 2011.
- NETO, M. P. **Automação Residencial. 2009**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade São Francisco, Campinas, 2009. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1735.pdf>. Acesso em 17 de setembro de 2022.
- PATSKO, L. F. **TUTORIAL APLICAÇÕES - FUNCIONAMENTOS E UTILIZAÇÃO DE SENSORES**. Maxwell Bor, 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/63024458/Tutorial-Eletronica-Aplicacoes-e-Funcionamento-de-Sensores> . Acesso em 23 de outubro de 2022.

PEREIRA, L. A. M. **Automação Residencial: rumo a um futuro pleno de novas soluções. Congresso Internacional de Automação, Sistemas e Instrumentação - São Paulo.** 2007. Disponível em: <http://www.luizantonio pereira.com.br/downloads/publicacoes/AutomacaoResidencial-ISA2007.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

RIBEIRO, C. E. **DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Centro Universitário Sul de Minas, Varginha – MG. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/651>. Acesso em 27 de outubro de 2022.

SILVA, V. L. **PROTOCOLOS DE PROTEÇÃO ETHERNET.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Segurança da Informação). Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana - SP, 2014. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/1045>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.

TEJEDOR, R. J. M.; MOYA, J.M.H. **Manual de Domótica.** CREACIONES COPYRIGHT, Espanha. 2010.

VACAS, S. F.; DOMÍNGUEZ, M. H. **Domótica: Un enfoque sociotécnico.** Fundación Rogelio Segovia, Madri, Espanha, 2006.

WENDLING, M. **SENSORES.** UNESP, 2010. Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.

WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. **Automação Residencial: Busca de Tecnologias visando o Conforto, a Economia, a Praticidade e a Segurança do Usuário.** II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGeT2005, 2005.

ZBOROWSKI, F. A.; LIMA, R.S. **SGCI-Sistema de Gerenciamento de casas inteligentes.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2017. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/a/9240/1/CT_COSIS_2017_1_2.pdf. Acesso em 28 de agosto de 2022.

11

BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL ASSOCIADA À ENERGIA FOTOVOLTAICA

*BENEFITS OF HOME AUTOMATION ASSOCIATED WITH
PHOTOVOLTAIC ENERGY*

Thalyson Ramon Godinho Carneiro

Resumo

A automação residencial e autoprodução elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos têm se popularizado no Brasil desde a segunda década do século XXI. Contudo, de sistemas inteligentes podem promover uma casa mais autônoma e melhorar a eficiência energética ao associar a automação e controle também no sistema fotovoltaico. O objetivo geral desse trabalho foi discutir, através da revisão de literatura, os benefícios da automação de sistemas de autoprodução de energia elétrica que utilizam painéis fotovoltaicos. Conclui-se que quando a autoprodução de eletricidade a partir de painéis fotovoltaicos é associado a um sistema de automação e controle, utilizando aplicativos de automação como Alexa e Google Assistant, tecnologia Power Line Carrier (PLC), Wi-fi e ZigBee, por exemplo, torna-se possível não apenas aproveitar e monitorar melhor essa tecnologia, é possível ainda harmonizá-lo com o consumo eficiente nos sistemas domóticos associados, promovendo melhor aproveitamento da autoprodução elétrica, maior segurança e conforto dos usuários com custos otimizados.

Palavras-chave: Domótica, Sistema Fotovoltaico, Automação. Controle.

Abstract

Home automation and electrical self-production from photovoltaic systems have become popular in Brazil since the second decade of the 21st century. However, smart systems can promote a more autonomous home and improve energy efficiency by associating automation and control also in the photovoltaic system. The general objective of this work was to discuss, through a literature review, the benefits of automation of self-production systems that use photovoltaic panels. It is concluded that when the self-production of electricity from photovoltaic panels is associated with an automation and control system, using automation applications such as Alexa and Google Assistant, Power Line Carrier (PLC) technology, Wi-fi and ZigBee, for example, it becomes possible not only to take advantage of and better monitor this technology, it is also possible to harmonize it with efficient consumption in the associated home automation systems, promoting better use of electrical self-production, greater safety and user comfort with optimized costs.

Keywords: Home automation, Photovoltaic System, Automation. Control.

1. INTRODUÇÃO

A automação residencial designa um conjunto de dispositivos eletrônicos que visa centralizar a gestão de equipamentos e serviços. Esta centralização permite o controle remoto, mas também e principalmente a automação de certas funções que consomem maior quantidade de energia elétrica.

Ao mesmo tempo, a natureza intermitente da energia solar demanda soluções que possam favorecer seu uso no momento de sua produção, uma vez que sistemas de armazenamento ainda têm alto custo e muitas vezes estão longe da realidade do mino e micro produtores residenciais. Para otimizar o seu consumo, é necessário aproveitar ao máximo os períodos de produção fotovoltaica. O importante no autoconsumo é adaptar o consumo da casa à produção instantânea de painéis solares.

Com a associação dessas duas tecnologias, ou seja, produção fotovoltaica e automação residencial se torna possível aproveitar ao máximo a eletricidade produzida pelos painéis solares fotovoltaicos para aumentar o aproveitamento no autoconsumo e tornar mais rapidamente o retorno de ambos os investimentos e otimização dos sistemas.

Neste sentido, esta pesquisa pode colaborar para que engenheiros de controle e automação, assim como profissionais da área afins, para que possam ter um material de apoio que possibilite o compêndio dos conhecimentos básicos sobre a automação de sistemas de autoprodução elétrica a partir de painéis solares, assim como sua aplicabilidade analisando projetos de automação já instalados no país.

A automação residencial é a utilização de dispositivos inteligentes que combinam Tecnologia da Informação (TI), eletrônica e telecomunicações. Por sua vez, os painéis solares de autoconsumo são adequados para projetos que objetivam produzir e consumir a própria eletricidade, oriunda das chamadas fontes sustentáveis. Então questiona-se: quais benefícios podem ser alcançados ao combinar a automação residencial com autoprodução de eletricidade a partir de painéis solares?

Assim, o objetivo geral desse trabalho foi discutir, através da revisão de literatura, os benefícios da automação de sistemas de autoprodução de energia elétrica que utilizam painéis fotovoltaicos. Como objetivos específicos, foram definidos: revisar os conceitos e aspectos técnicos ligados à produção de energia fotovoltaica; conhecer as aplicações das tecnologias de automação residencial; e, apontar as tecnologias de automação e controle que podem ser utilizados para automatizar a microprodução fotovoltaica residencial no Brasil.

Foi realizada uma revisão de literatura, sendo selecionadas as publicações produzidas em português, cujo conteúdo estava integralmente disponibilizado nas bases de eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO) e foram publicadas nos últimos dez anos (2012-2022).

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO FOTOVOLTAICOS

Os combustíveis fósseis, que durante todo o século XX foram utilizados como convencionais, estão se esgotando gradualmente. Por isso, as opções consideradas como não convencionais e renováveis têm sido as opções de geração de energia, para atender as crescentes demandas de eletricidade em muitos países do mundo nos anos iniciais do século XXI, por terem como característica um potencial considerado como ilimitado, de

modo que as tecnologias de produção e utilização estão passando por constantes avanços decorrentes de pesquisas e desenvolvimento (AGRA, 2018).

Os sistemas solares fotovoltaicos têm ganhado cada vez mais popularidade, pois são usinas de energia que funcionam convertendo energia solar em eletricidade, trazendo convenientes para as micro instalações, como a possibilidade de dimensionamento e construção de estruturas que possam atender em parte ou no todo as próprias demandas de consumo do produtor, além da possibilidade de injetar o excedente nas redes das concessionárias locais (MEDEIROS, 2015).

A capacidade total instalada de usinas fotovoltaicas no mundo ultrapassa 600 GW, excluindo os sistemas solares concentrados. É a segunda maior fonte de eletricidade renovável depois dos parques eólicos. Desde o final da década de 2010, essa tecnologia vem liderando a velocidade de construção de novas usinas, sendo o dobro dos parques eólicos e mais do que os combustíveis fósseis e as usinas nucleares combinadas (FORTES, 2018).

Somente em 2020, a capacidade fotovoltaica instalada estava planejada para aumentar em 140 GigaWatts (GW). Dada a disponibilidade de recursos, potencial de mercado significativo e competitividade, espera-se que as tecnologias fotovoltaicas continuem a liderar o campo das energias renováveis na maioria das regiões do mundo na próxima década. De acordo com as previsões da International Renewable Energy Agency (IRENA), o número de novas usinas solares fotovoltaicas poderá aumentar 5 vezes com a geração de energia solar aumentando 30 vezes, de 0,8 bilhão de Megawatt-hora (MWh) em 2019 para 22 bilhões de MWh em 2050 (PRIOTTO, 2022).

O mercado global de energia solar é dominado pela Ásia, que responde por mais da metade da nova capacidade fotovoltaica do mundo. Em 2019, a China adicionou mais de 30 GW de capacidade instalada, enquanto a União Europeia adicionou 16 GW e os Estados Unidos adicionaram 13,3 GW. As projeções mostram que a Ásia continuará liderando em capacidade fotovoltaica instalada com 65% da capacidade total até 2030 (PRIOTTO, 2022).

No Brasil, a matriz elétrica é considerada como uma das mais renováveis entre os países do mundo, uma vez que a eletricidade gerada por hidroelétricas atende a mais de 65% das demandas do país. Destaca-se que nos anos iniciais do século XXI o país passou por dificuldades em manter a segurança energética elétrica devido a grandes secas que demonstraram os riscos de uma matriz elétrica tão dependente de uma única fonte, a hidroelétrica. Nesse interim, o governo brasileiro começou a criar estratégias para que a matriz fosse diversificada, a base principalmente também de outras fontes renováveis (TONIN, 2017).

Energia produzida por biomassa, eólica, gás natural e solar tem então crescido como fontes importantes da matriz elétrica nacional. Entre as razões para o interesse dos investidores em energia renovável estão as crescentes preocupações com as mudanças climáticas, os impactos na poluição do ar, a questão da segurança e acessibilidade energética e as flutuações nos preços da energia de hidrocarbonetos (FREITAS, 2019).

Verifica-se que a partir dos leilões de eletricidade promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem havido um interesse de diversas empresas internacionais em investir no crescimento especialmente da produção de eletricidade a partir das fontes fotovoltaica e eólica (GAZOLI; VILLALVA, 2018).

O crescimento da microprodução elétrica também tem sido verificado no país. A produção para autoconsumo em prédios industriais, comerciais e residenciais tornou a produção de módulos solares uma das indústrias mais promissoras do país, posto que a incidência de energia solar no país tem um potencial de geração durante todas as estações do ano e em todas as regiões, mesmo com potenciais diferentes (SILVA, 2019).

O desenvolvimento da energia solar é impulsionado pela redução de custos, avanços tecnológicos, investimentos constantes em pesquisa e desenvolvimento, maior aceitação e conscientização da população quanto aos benefícios de uso de fontes renováveis, além da organização de diversos setores correlatos, como produtores de células solares e demais dispositivos de instalação, automação e controle (FREITAS, 2019).

Embora as instalações em grande escala dominem o Brasil em 2022, aponta uma tendência de crescimento de adesão mais rápida aos sistemas fotovoltaicos distribuídos impulsionados por políticas e incentivos governamentais apropriados e pelo interesse dos indivíduos em reduzir seus custos elétricos, pois as tarifas sofrem constantes alterações e há períodos no ano que ainda há a incidência da taxa de bandeira vermelha, ou seja, taxa decorrente da menor produção das fontes hidroelétricas e portanto maiores custos de produção por outras fontes (AGRA, 2018).

2.1 Produção de energia fotovoltaica

A energia solar é conhecida por ser vital para a vida na Terra, determinando a temperatura da superfície do planeta e garantindo o fluxo de muitos processos de vida. Algumas outras estrelas são enormes fontes de energia na forma de raios X e sinais de rádio, mas o Sol emite a maior parte de sua energia na forma de luz visível. No entanto, a luz visível é apenas parte do espectro eletromagnético (TOLMASQUIM, 2016).

Quase toda a energia do Sol está na faixa de comprimento de onda de 2×10^{-7} a 4×10^{-6} metros. Cada comprimento de uma onda eletromagnética corresponde a uma certa frequência e energia. Quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência e mais energia carrega. Por exemplo, a luz vermelha está na extremidade de baixa energia do espectro visível, enquanto a luz violeta está na extremidade oposta do espectro de alta energia (ZILLES et al., 2018).

Na parte invisível do espectro eletromagnético, a mesma dependência opera, ou seja, a luz ultravioleta tem alta energia e a luz infravermelha tem baixa energia. Portanto, a radiação na região do infravermelho, que é percebida como calor, contém menos energia do que a radiação na região do visível (GAZOLI; VILLALVA, 2018).

As células solares respondem de forma diferente as ondas de luz de diferentes comprimentos de onda. O silício cristalino usa o espectro visível e parte do espectro infravermelho. Mas a quantidade de energia no espectro infravermelho é muito pequena para gerar eletricidade. No entanto, a luz que contém muita energia não pode ser usada eficientemente pelas células solares para gerar eletricidade. A principal razão é que essa energia é convertida em calor (FREITAS, 2019).

A superfície do Sol irradia aproximadamente 63.000.000 Watts por metro quadrado (W/m^2). Cada metro quadrado na Terra recebe do Sol uma potência de 1400 W. Por essa potência recebida na Terra, determina-se a luminosidade do Sol em 4.1026 W. No entanto, a Terra absorve e reflete parte dessa radiação, incluindo a maioria dos raios-x e raios ultravioleta. Mesmo assim, a quantidade de energia solar que atinge a sua superfície a cada hora excede a quantidade total de energia que a humanidade usa em um ano (REIS; PHILIPPI Jr, 2016).

Cerca de 20 a 30% dessa energia é refletida pela atmosfera e superfície? Essas perdas de energia dependem da espessura da atmosfera pela qual a energia solar deve passar. A energia radiante que atinge o nível do mar ao meio-dia com céu claro em latitudes temperadas é de $1000 W/m^2$ (PINHO; GALDINO, 2014).

À medida que o Sol se move, a luz viaja através de uma camada crescente de ar, per-

correndo uma distância maior, desperdiçando mais energia. Como o Sol está apenas em seu zênite por um curto período de tempo, a energia disponível em regra fica bem abaixo desses 1.000 W/m^2 (MEDEIROS et al., 2015).

Assim, a fração de energia solar que atinge a superfície da Terra é suficiente para gerar eletricidade solar. Deve-se ter em mente que parte da radiação solar é direta e a outra é difusa. A distinção entre os dois tipos de radiação solar é extremamente importante (TOLMASQUIM, 2016).

Algumas usinas solares podem usar os dois tipos, porém os sistemas de concentração da luz solar em células fotovoltaicas só podem funcionar com feixes diretos. A luz direta inclui a radiação vinda diretamente do Sol que não é refletida por nuvens, poeira, superfície da Terra ou outros objetos. A radiação perpendicular ou direta atinge a superfície de um módulo fotovoltaico em um ângulo de 90 graus (REIS; PHILIPPI Jr, 2016).

É mais difícil para a luz difusa atingir um módulo do que para a luz solar direta. A luz difusa não pode ser focalizada pela ótica dos concentradores. A radiação solar total é definida como a quantidade total de radiação solar que incide sobre uma superfície horizontal (SILVA, 2019).

Em geral, uma usina de energia solar é um sistema simples e prático que permite gerar eletricidade. Além dos módulos fotovoltaicos, a construção de usinas solares inclui a instalação de cabos, instalação e configuração de equipamentos elétricos que convertem os parâmetros da eletricidade gerada em valores de rede, conexão de baterias e dentre outros dispositivos (TONIN, 2017).

Os painéis são um conjunto de células solares responsáveis por captar a radiação solar e convertê-la em energia elétrica. É a parte mais importante e de maior custo de qualquer sistema fotovoltaico. A intensidade da radiação solar em diferentes dias pode variar significativamente (MEDEIROS et al., 2015).

Em alguns dias, as células fotovoltaicas operam com potência mínima, enquanto em outros, o excesso de luz solar sobrecarrega a usina solar. O controlador é um dispositivo eletrônico que controla a quantidade de energia elétrica proveniente dos painéis, evitando que a planta fique sobrecarregada devido ao excesso de radiação solar (TOLMASQUIM, 2016).

As células fotovoltaicas geram corrente elétrica contínua, mas a grande maioria dos aparelhos elétricos funciona com outro tipo de corrente, a corrente alternada. Um inversor é um dispositivo que converte a corrente contínua dos painéis solares em um tipo de energia que pode ser usada e transmitida a longas distâncias. As baterias ou acumuladores, como em qualquer outro sistema, são responsáveis por armazenar energia elétrica quando a fonte de radiação solar não está disponível (GAZOLI; VILLALVA, 2018).

As usinas de energia solar podem ser vistas nos lugares mais isolados da Terra e no coração das maiores cidades. Existem vários tipos de sistemas, entre os quais: on-grid (ligados à rede), off-grid, à bateria, com gerador de backup, híbridos, etc. Os sistemas solares fotovoltaicos off-grid produzem eletricidade independentemente da rede elétrica (ZILLES et al., 2018).

Em alguns casos, os sistemas fotovoltaicos fora da rede são uma solução mais econômica do que as extensões alternativas da rede. São considerados particularmente adequados para altas demandas ambientais, linhas de energia remotas, como em parques nacionais. Nas áreas rurais, pequenas usinas fotovoltaicas fora da rede geralmente alimentam a iluminação doméstica, sistemas de segurança elétrica e bombas de água solares. A maioria deles está equipada com baterias recarregáveis (PINHO; GALDINO, 2014).

Para garantir a máxima eficiência, a maioria dos sistemas fotovoltaicos é conectada a uma rede elétrica central. Durante as horas em que o consumo de energia é inferior à capacidade de produção do sistema, parte da eletricidade gerada é fornecida à rede elétri-

ca. Por outro lado, o sistema extrai energia da rede quando a capacidade das fotocélulas é insuficiente. Este tipo de sistema elimina a necessidade de baterias de alto custo, embora a conexão à rede possa ser difícil (AGRA, 2018).

Os sistemas híbridos atendem às necessidades energéticas dos consumidores combinando várias soluções para armazenar o excesso de energia produzido em um determinado momento. Além dos sistemas fotovoltaicos, incluem geradores a diesel, geradores eólicos, pequenas centrais hidrelétricas e outras fontes de energia elétrica, levando em consideração a localização geográfica e os recursos energéticos disponíveis (FREITAS, 2019).

Esses sistemas híbridos são considerados a melhor solução para alimentar consumidores remotos, como estações de comunicação, instalações militares e cidades afastadas ou isoladas. Em todo o mundo são amplamente utilizados para alimentar estações de medição sísmica localizadas, por exemplo, no meio do oceano. A eficácia das soluções híbridas depende da precisão da análise preliminar das características específicas de uma determinada aplicação, incluindo o consumo de energia, os recursos energéticos disponíveis e o preço equivalente ao seu uso (TOLMASQUIM, 2016).

3. AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE SISTEMA DOMÓTICOS

Domótica é o conjunto de técnicas de eletroeletrônica, automação, computação e telecomunicações utilizadas em edifícios, mais ou menos interoperáveis que permitem centralizar o controle dos diferentes sistemas e subsistemas residenciais e comerciais (aquecimento, persianas, porta da garagem, portão de entrada, tomadas elétricas etc.). A automação residencial visa fornecer soluções técnicas para atender às necessidades de conforto (gerenciamento de energia, otimização de iluminação e aquecimento), segurança (alarme) e comunicação (controles remotos, sinais visuais ou sonoros etc.) que podem ser encontrados em residências, hotéis, locais públicos etc. (MARTINS, 2017).

Na sociedade moderna, a automação doméstica e de escritório se tornou cada vez mais importante, oferecendo maneiras de interconectar vários eletrodomésticos e aparelhos eletroeletrônicos. Essa interconexão resulta em uma transferência mais rápida de informações dentro de casa/escritórios, resultando em melhor gerenciamento doméstico e melhor experiência do usuário (MURATORI; DAL BÓ, 2013).

A automação residencial, em essência, é uma tecnologia que integra vários sistemas elétricos de uma casa para proporcionar maior conforto e segurança. Os usuários podem controlar de forma conveniente e completa todos os aparelhos eletroeletrônicos/ambientes e são dispensados das tarefas que antes exigiam controle manual (TÓFOLI, 2014).

A tecnologia evoluiu ao longo do tempo e as décadas iniciais do século XXI está na vanguarda do desempenho. A automação residencial, frequentemente chamada de “casa conectada” ou “casa inteligente”, engloba muitos sistemas e tecnologias que permitem que os dispositivos eletroeletrônicos de uma residência se comuniquem uns com os outros e executem as mais diversas tarefas de forma autônoma (DOMINGUES; PINA FILHO, 2015).

Inclui todas as técnicas que podem automatizar a casa e, assim, torná-la “conectada”. A automação residencial e a casa conectada são, portanto, termos semelhantes, embora o segundo vise mostrar a evolução do setor. No entanto, observa-se que a automação residencial também inclui dispositivos que ainda requerem intervenção humana, como um sistema de obturador elétrico centralizado que exigirá pressionar um botão para operar (ALVES NETO, 2016).

Por sua vez, uma casa conectada é uma residência onde alguns dispositivos e equipamentos são orquestrados e controlados por meio de uma conexão à Internet ou rádio para

serem programados e controlados de acordo com os hábitos dos usuários (programação por horários), movimentos (detecção de presença) e também para distância (via smartphone quando o usuário não estiver mais em casa). O lar conectado tem como objetivo tornar a casa “inteligente”, que neste caso antecipa o comportamento habitante de acordo com seus hábitos, através da coleta e análise de dados (BELVEDERE, 2018).

Quando a instalação estiver concluída, a casa conectada se adaptará aos desejos e necessidades de seus usuários/habitantes. É facilmente controlada usando o sistema escolhido que pode ser um aplicativo via smartphone, tablet dedicado ou até mesmo computador. Essa será a escolha do sistema que atende às preferências e necessidades daqueles que usufruirão das comodidades trazidas pelo sistema. Alguns modelos são muito intuitivos e outros mais complexos vêm com assistência para programar tudo e responder às perguntas do usuário para adaptar o sistema à novas demandas (TÓFOLI, 2014).

Seja uma casa em construção, uma reforma ou uma casa onde o morador não deseja automatizar a maioria das tarefas cotidianas, ainda é possível torná-la uma casa conectada com um sistema adequado. Em uma casa em construção, pode-se adotar um sistema com fio que permitirá uma solução muito bem-sucedida, porém em uma construção já concluída, pode ser preferível uma conexão sem fio fácil, devido a facilidade de instalação (BELVEDERE, 2018).

Para implementá-lo, é necessário estabelecer uma ou mais redes de comunicação entre os diferentes dispositivos que devem ser controlados. As marcas fabricantes geralmente oferecem seu próprio sistema que controla apenas seus produtos, mas existem caixas de automação residencial consideradas um agregador de serviços domésticos conectados, ou seja, que possibilita o diálogo de objetos conectados da casa de diferentes marcas, a fim de simplificar o uso de dispositivos de automação residencial, reunindo os cinco protocolos presentes no mercado (REBOUÇAS, 2020).

Para isso existem muitas formas: o WIFI, as ondas de rádio ou a rede elétrica, por exemplo. É possível centralizar todos os dispositivos em um único suporte, como um computador, um smartphone, um tablet ou uma tela de toque conectada a uma parede para controlá-los (VASCONCELOS, 2017).

O objetivo de qualquer investimento em um projeto de automação residencial continua sendo o acesso a recursos úteis para a residência. Por exemplo, quando um morador sai de casa, pode pressionar um botão no controle remoto, desligar todas as luzes da casa, desligar os dispositivos de áudio e vídeo, fechar as cortinas, coloca o aquecedor no modo econômico e ligar o sistema de alarme (FEITOSA, 2022).

Com sensores de automação, uma casa pode se tornar autossuficiente. Por exemplo, a estação meteorológica no telhado de uma casa detecta uma chuva e fecha todas as janelas, a piscina é coberta por si mesma, a rega automática do gramado é cortada etc. É possível realizar qualquer função, sendo o limite a questão de capacidade de investimento do proprietário de uma residência (DOMINGUES; PINA FILHO, 2015).

As vantagens de uma casa de automatizada são múltiplas. Em primeiro lugar, a automação residencial permite um ganho significativo de energia, pois podem ligar/desligar segundo uma programação ou comando online, reduzindo o consumo de energia de dispositivos que permanecem ligados quando um morador sair de casa, gerencia de remoto de aquecimento, abre ou fecha as venezianas de acordo com a posição do sol para refrescar os ambientes no verão e aproveitar cada raio de inverno, todas essas funções trazem um considerável ganho de energia (ABRANTES, 2017).

A domótica também oferece, além de conforto, ajuda incomparável para idosos ou

deficientes. Melhor acessibilidade permitindo maior autonomia, otimizando espaço, facilidade de comunicação e melhorando a segurança de uma residência, são ativos que melhoram as condições de vida dessas pessoas (ALVES NETO, 2016).

Com a evolução das tecnologias, a automação residencial tende a ser cada vez mais aplicada nas residências. Além de sua aparência prática e do conforto que traz, pode ser de grande ajuda para os idosos ou deficientes. Uma desvantagem, a automação residencial tem um preço, mas existem muitas tecnologias com sistemas adaptados para a necessidade e capacidade de investimento de cada indivíduo (FEITOSA, 2022).

O preço de uma instalação irá variar dependendo da necessidade, das tecnologias utilizadas, do tamanho da instalação, dentre outros. Com o crescimento deste ramo, a casa do futuro é sem dúvida é uma a casa que utiliza dispositivos e sistemas de automação doméstica (REBOUÇAS, 2020).

Domótica pode gerenciar a segurança de uma casa, seus ocupantes e das propriedades, controlando alarmes, permissões de acesso por reconhecimento de voz ou cartão magnético, códigos digitais, intercomunicadores, detectores de movimento e dispositivos antirroubo, antincêndio e inundação, entre muitos outros exemplos (DOMINGUES; PINA FILHO, 2015).

A automação residencial também atua na segurança e pode, por exemplo, acionar o alarme em caso de intrusão ou simular a presença de moradores (ligando a luz e abrindo as persianas), para eventualmente desestimular furtos e invasões a uma habitação que esteja desocupada por um período do dia, ou mesmo em situações em que os moradores se ausentam por mais tempo (REBOUÇAS, 2020). Então, a Figura 1 mostra uma visão geral de algumas aplicações domóticas mais convencionais.

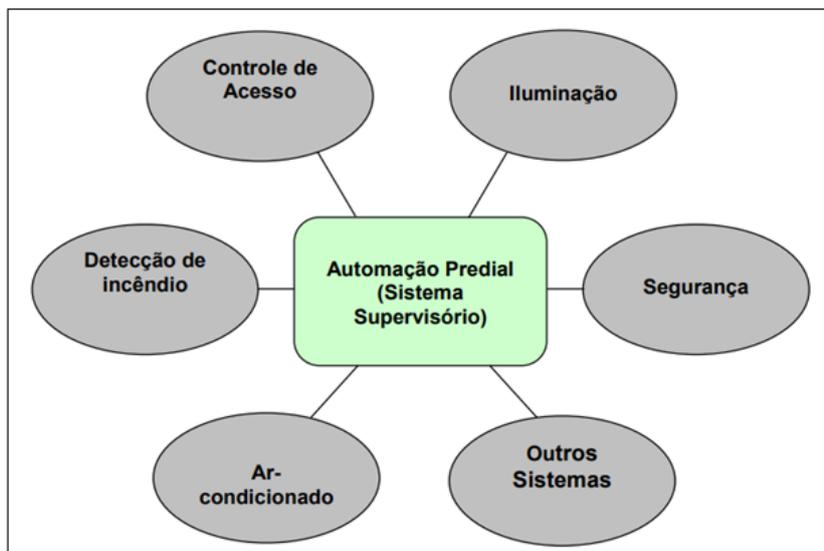


Figura 1 – Principais sistemas de automação de uma casa/edifício inteligente

Fonte: Adaptado de Feitosa (2022)

Segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE, 2019) o mercado brasileiro de domótica tem apresentado crescimento desde 2014, quando um valor estimado de \$ 5,77 bilhões foi investido no país, com a perspectiva de chegar a \$ 12,81 bilhões em 2020. Contudo, observa essa mesma associação que quatro nichos principais são direcionados à automação residencial.

As áreas em que este tipo de automação são aplicados são: saúde, incluindo telessaúde, telemedicina etc; segurança, abrangendo configuração de alarmes, câmeras IP ou outro equipamento para monitoramento remoto; conforto pela automatização de atividade da

vida cotidiana, como rega de jardins, abertura de persianas; economia de energia pela regulação do aquecimento, controle de determinadas tarefas dispendiosas em energia durante os horários de pico; e controle de sistemas de autogeração de energia elétrica (COSTA, 2020).

O princípio da domótica está em suas funções de programar, controlar e automatizar, remotamente ou localmente, todos os dispositivos domésticos integrados na rede, que pode ser com ou sem fio, para receber e transmitir dados entre diferentes pontos de controle e dispositivos a serem controlados. Na direção oposta, cada dispositivo pode se comunicar em seu estado operacional com os pontos de controle (FEITOSA, 2022).

Por isso, a automação residencial reúne as diferentes técnicas que controlam, programam e automatizam uma residência, congrega e utiliza os campos da eletrônica, ciência da computação, telecomunicações e automação e opera em um vasto campo técnico e de informática (BELVEDERE, 2018).

O uso de aplicativos de automação residencial facilita o gerenciamento e controle desses dispositivos elétricos. Assim, o aplicativo residencial conectado é o elemento central de toda a instalação de automação residencial. Porque é a partir desta ferramenta que se torna possível automatizar o funcionamento dos dispositivos domésticos. Como resultado, a unidade de controle reúne as funcionalidades dos equipamentos em um único ponto (MERÇON, 2022).

Os vários aparelhos elétricos da casa são conectados em rede e controlados centralmente. É então possível gerir estes comandos através de uma interface de controle (ecrã tátil) e, por vezes, até remotamente (através de um computador ou de um smartphone), se a solução de domótica estiver ligada à rede Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), ou Linha Digital Assimétrica (ABRANTES, 2017).

Entre os aplicativos de automação residencial mais populares do mercado, o Alexa também é o que oferece mais funcionalidades. Oferecido pela Amazon, este aplicativo doméstico conectado permite configurar todos os dispositivos compatíveis com Alexa. Com uma interface fluida e intuitiva, o aplicativo de automação residencial também é simples de usar, pois permite configurar ações automáticas para todos os seus equipamentos conectados, mas também controlar seus aplicativos multimídia (DIAS JUNIOR, 2022).

A vantagem deste aplicativo doméstico conectado é sua compatibilidade com muitas marcas de equipamentos de automação residencial, além do Alexa está disponível para os sistemas operacionais Android, iOS, iPhone e iPad. Portanto, é a capacidade de interação por voz que é a força desse aplicativo doméstico conectado Alexa. De fato, esse recurso permite que todos os membros de uma família ou grupo de usuários gravem sua voz para poder ditar comandos que permitem controlar os objetos conectados (MERÇON, 2022).

Tuya Smart Life é um aplicativo doméstico conectado que usa rede WiFi ou ZigBee, dependendo das marcas de dispositivos de automação residencial que o usuário adota. No entanto, o ecossistema que o aplicativo Tuya Smart Life é capaz de gerenciar é vasto, com vários equipamentos de automação residencial compatíveis com o aplicativo doméstico conectado, como soquetes, lâmpadas conectadas, guirlandas e fitas de LED conectadas, mas também sensores de segurança, sistemas de sprinklers e disjuntores (INSTITUTO INFORMATION MANAGEMENT, 2019).

Este aplicativo para casa conectada também oferece a função de programação, que é particularmente útil para criar cenários diretamente do aplicativo de automação residencial. De fato, esse recurso permite programar antecipadamente o ligar e desligar de suas luzes, por exemplo, ou ainda o acionamento automático do monitoramento sistemático no fechamento do portão (FEITOSA, 2022).

O Google Home é um aplicativo que funciona em conjunto com o Google Assistant,

o software de reconhecimento de voz. Depois de instalar e configurar este aplicativo para residências conectadas em seu smartphone ou tablet, o usuário tem a opção de ditar o comando de voz pelos alto-falantes do Google Home. Este aplicativo é relativamente acessível e simples de usar, mas também compatível com a maioria dos dispositivos domésticos conectados, inclusive equipamentos conectados de diferentes marcas (DIAS JUNIOR, 2022).

Além disso, a maior vantagem do Google Home está em sua associação com um assistente pessoal inteligente. O alto-falante é composto por 6 microfones, dependendo do modelo, e promove interações entre os dispositivos conectados. Além dessa função de comando de voz, também pode ser usado como alto-falante clássico, para ouvir música, por exemplo. Além disso, é compatível com os sistemas operacionais mais populares, como: Android, iOS e iPad (MERÇON, 2022).

Embora suas funções sejam diversas e variadas, a automação residencial é essencialmente projetada para esse fim. Ao permitir otimizar a gestão de iluminação, aquecimento, motorização de um certo número de tarefas manuais, desenvolvendo a comunicação (controle remoto) ou fornecendo mais segurança aos ocupantes da habitação, a domótica permite constantemente facilitar a vida do homem nos lugares que ele ocupa ou frequenta (residência, mas também lugares públicos e hotéis) (FEITOSA, 2022).

Se a casa conectada pode realizar quase todas as atividades de forma automatizada, ela também tem seus limites. Além de alguns feitos que ainda não podem ser alcançados pelas tecnologias já desenvolvidas, pode-se lidar com uma interrupção fornecimento de eletricidade ou Internet que impedirá o envio de comandos para os dispositivos, embora todos permaneçam operacionais manualmente. Em caso de quebra, algumas caixas têm uma bateria que assume o controle (VASCONCELOS, 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma sociedade que está cada vez mais fazendo uso da automação residencial ou objetos conectados para residências visando promover segurança, economia e controle dos usuários em seus espaços, ao mesmo tempo em que é prevalente uma visão da necessidade de uso de fontes sustentáveis para gerar energia, a trajetória lógica é que essas duas tendências, automação residencial e autoprodução, associem as tecnologias disponíveis para alcançar os maiores benefícios aos usuários.

O mercado de autoprodução energética no Brasil tem se desenvolvido exponencialmente, com destaque para o aproveitamento da energia solar para gerar eletricidade de forma limpa. No entanto, essa é uma fonte intermitente de energia, dependente das condições climáticas, da hora do dia e da localização geográfica da instalação do projeto. Ao utilizar a automação residencial, é possível contornar esta dificuldade e melhorar a funcionalidade das instalações fotovoltaicas residenciais.

Assim, o mercado precisa de profissionais capacitados para atender as demandas desses clientes, fornecendo soluções de baixo custo e alta eficiência, sendo o conhecimento sobre essas duas áreas indispensável, de modo que este trabalho foi importante por buscar aprofundar o conhecimento sobre as aplicações das tecnologias disponíveis.

Conclui-se que quando a autoprodução de eletricidade a partir de painéis fotovoltaicos é associado a um sistema de automação e controle, utilizando aplicativos de automação como Alexa e Google Assistant, tecnologia Power Line Carrier (PLC), Wi-fi e ZigBee, por exemplo, torna-se possível não apenas aproveitar e monitorar melhor essa tecnologia, é possível ainda harmonizá-lo com o consumo eficiente nos sistemas domóticos associados, promovendo melhor aproveitamento da autoprodução elétrica, maior segurança e conforto dos usuários com custos otimizados.

Referências

- ABRANTES, M. F. **Projeto e Instalação de Sistemas Domóticos em Edifícios** - Sistemas de Domótica, Energia e Iluminação. 2017. 102f. Dissertação (Mestrado - Engenharia de Automação e Comunicações em Sistemas Industriais) – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra, 2017.
- AGRA, G. C. **Automação em sistemas de potência: arquitetura de chaveamento considerando disponibilidade de fontes, demanda e prioridade de cargas**. 2018. 98 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2018.
- ALVES NETO, A. **Automação Predial, Residencial e Segurança Eletrônica**. São Paulo: SENAI-SP, 2016, 240 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL (AURESIDE). **A Automação Residencial alavanca a demanda por eficiência**. São Paulo: AURESIDE, 2019.
- BELVEDERE, P. **Automação predial, residencial e segurança eletrônica (Eletroeletrônica)**. São Paulo: SENAI-SP, 2018. 327 p.
- DIAS JUNIOR, G M. **Automação de Ar Condicionado residencial utilizando Arduino e Android**. 2022. 47 p. Trabalho Conclusão de Curso (Especialização - Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí/GO, 2022.
- DOMINGUES, R. G.; PINA FILHO, A. C. A importância da domótica para a sustentabilidade das cidades. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 2, n. 2, p. 303-315, 2015.
- FEITOSA, M. E. C. **Uma análise de implantação de projetos de automação residencial no mercado de São Luís-MA**. 2022. 101 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente/CCET) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 2022.
- FORTES, R. R. A. **Propagação de harmônicas produzidas por inversores fotovoltaicos e transformadores assimetricamente magnetizados na geração distribuída**. 2018. 203f. Tese (Doutorado - Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, 2018.
- FREITAS, R. S. de. **Análise do desempenho de microcontroladores para sistemas de controle**. 2019. 154f. Tese (Mestrado - Engenharia de Computação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.
- GAZOLI, J.; VILLALVA, M. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2018.
- INSTITUTO INFORMATION MANAGEMENT (IIMA). **Assistentes digitais de voz podem ser protagonistas para automação residencial**. Instituto information management, 2019.
- MARTINS, F. O. C. **Projetos de casas inteligentes e Design Thinking: geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras**. 2017. 158f. Dissertação (Mestrado - Metrologia para Qualidade e Inovação). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Rio de Janeiro, 2017.
- MEDEIROS, I. P. M.; FONTES, F. A. O.; LIMA, C. M.; BARBOSA, C. R. F.; VALCACER, S. M.; SANABIO, R. G.; DANTAS, V. B. Uso de sistemas automatizados para otimizar a captação de energia em painéis solares. *In: Anais do Congresso Nacional de Matemática Aplicada à Indústria* [Blucher Mathematical Proceedings, v.1, n.1]. São Paulo: Blucher, 2015.
- MERÇON, V. de A. **Sistema de controle de iluminação e monitoramento de consumo elétrico residencial via aplicativo**. 2022. 100 f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Controle e Automação). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.
- MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. **Automação Residencial** - Conceitos e Aplicações. São Paulo: Educere, 2013.
- PINHO, T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB, 2014.
- PRIOTTO, M. A. **Análise dos fatores que influenciam a adoção dos painéis fotovoltaicos no Brasil**. 2022. 188f. Tese (Doutorado - Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau/SC, 2022.
- REBOUÇAS, E. P. **Análise do Mercado de Casas Inteligentes no Brasil: Uma Pesquisa Exploratória por meio de Surveys**. Dissertação (Mestrado - Gestão e Tecnologia Industrial). Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2020.
- REIS, L. B.; PHILIPPI Jr, A. **Energia e sustentabilidade**. Barueri – SP: Manole, 2016.
- SILVA, F. B. F. **Automatização da captação de raios solares para sistemas fotovoltaicos através do mape-**

amento da trajetória do sol. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado - Sistemas de Energia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Sistemas de Energia, Curitiba, 2019.

TÓFOLI, R. J. **Casa inteligente** – sistema de automação residencial. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado – Engenharia Elétrica). Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2014

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável:** Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

TONIN, F. S. **Caracterização de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica na Cidade de Curitiba.** 2017. Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica, Programa de PósGraduação em Sistemas de Energia (PPGSE), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2017.

VASCONCELOS, N. F. M. de. **Sistemas de controlo de domótica para moradias multiprotocolo.** 2017. 60f. Dissertação (Mestrado Integrado- Engenharia Eletrotécnica e de Computadores). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2017.

ZILLES, R. et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2018.



12

A UTILIZAÇÃO DO DISPLAY NEXTION COM ARDUINO EM IHM VEICULAR

USING DISPLAY NEXTION WITH ARDUINO IN VEHICLE HMI

Jorge Luis Carvalho Maciel

Fernanda Leite Saraiva

Hugo Alves Velozo

João Victor Raposo Costa

Juan Carlos Pereira Silva

Júlio Adriano da Silva Ferreira

Lilian Pereira Barros

Ronilson da Silva Santos

Resumo

Este estudo discorre a respeito de uma tecnologia recém desenvolvida, o *display* Nextion que é uma tela sensível ao toque, que possuem processador e memória tudo embutido em uma única placa, é capaz de reproduzir pequenos vídeos e imagens, se trata de uma IHM, que pode ser facilmente conectada a um computador e programado, em integração com o Arduino foi demonstrado sua utilização no veículo. O estudo se faz importante devido ao dispositivo Nextion ainda ser pouco conhecido no meio acadêmico, podendo nortear novas pesquisas, beneficiando a comunidade acadêmica e sociedade interessada a aprimorar as formas de utilização, gerando inovação nos desenvolvimentos de projetos buscando demonstrar as sinalizações e comandos importantes. Este trabalho tem como objetivo geral revisar a literatura científica a respeito da aplicação do *display* Nextion com Arduino para criação de IHM veicular. No decorrer da pesquisa foi apresentado o Nextion *display*, sua integração com o Arduino e aplicação no veículo. Este trabalho demonstrou através dos fatos citados a eficiência do IHM usando como recurso de intermeio o *display* Nextion integrado com Arduino, proporcionando maior facilidade e segurança ao condutor, podendo ser uma realidade presente para gerações futuras. Contudo ainda são necessários mais estudos nesta área.

Palavras-chave: Arduino, Display Nextion, IHM, Veículos.

Abstract

This study discusses about a newly developed technology, the Nextion display which is a touch screen, which has a processor and memory all built into a single board, is capable of playing small videos and images, it is an HMI, which can be easily connected to a computer and programmed, in integration with Arduino, its use in the vehicle has been demonstrated. The study is important because the Nextion device is still little known in the academic environment, being able to guide new research, benefiting the academic community and society interested in improving the ways of use, generating innovation in the development of projects seeking to demonstrate the important signals and commands. This work has the general objective to review the scientific literature regarding the application of the Nextion display with Arduino to create a vehicular HMI. During the research, the Nextion display was presented, its integration with Arduino and application in the vehicle. This work demonstrated, through the cited facts, the efficiency of the HMI using the Nextion display integrated with Arduino as an intermediary resource, providing greater ease and safety to the driver, and may be a present reality for future generations. However, further studies are still needed in this area.

Key-words: Arduino, Display Nextion, HMI, Vehicles.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade vivemos imersos a tecnologia, com a rápida globalização a Indústria 4.0 que representa a automação industrial e a integração de diferentes tecnologias como a inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem fizeram com que o ser humano se habituasse com as facilidades proporcionadas por estes recursos. A utilização de celulares, computadores, tablets, relógios inteligentes e outros meios tecnológicos proporcionaram uma interação homem máquina, tornando as atividades de vida diária mais simples. Uma tecnologia recém desenvolvida pela empresa Nextion é *liquid crystal display* (LCD) sendo *touch screen* tela sensível ao toque (TFT), que possuem processador e memória tudo embutido em uma única placa, que é capaz de reproduzir pequenos vídeos ou imagens, logo se entende que se trata de um interface homem máquina (IHM), que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via *Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) trazem a interação do homem com a máquina que se deseja operar. Sabendo da existência desse dispositivo e unindo a necessidade de realizar um *retrofit* no painel de instrumentos de veículos houve a ideia de desenvolver este estudo para demonstrar a utilização de um IHM veicular.

O estudo se faz importante devido ao dispositivo Nextion ainda ser pouco conhecido no meio acadêmico, podendo nortear novas pesquisas, beneficiando a comunidade acadêmica e sociedade interessada a aprimorar as formas de utilização, bem como trazer inovação e gerar desenvolvimentos de projetos buscando demonstrar as sinalizações e comandos importantes que promovem a segurança pra quem está utilizando o veículo.

Devido ao avanço da tecnologia houve necessidade de implementar melhorias nos painéis de veículos, como forma de upgrade melhorando a confiabilidade e a segurança destes veículos. Neste contexto o dispositivo Nextion em integração ao Arduino foi desenvolvido para auxiliar o condutor a obter melhor interação com seu veículo. Dessa forma pergunta-se como deverá ser o uso deste dispositivo Nextion IHM nos veículos?

Desde modo este trabalho tem como objetivo geral “Revisar a literatura científica a respeito da aplicação do *display* Nextion com Arduino para criação de IHM veicular”. Quanto aos específicos, “Apresentar o Nextion LCD-TFT IHM *Display*.” e “Discorrer a respeito da integração do Nextion LCD-TFT IHM *Display* com o Arduino e “Expor a aplicação do Nextion no veículo”.

O método científico, desta pesquisa, terá caráter básico, com abordagem qualitativa, em relação aos objetivos é caracterizada como pesquisa descritiva e, de acordo com os procedimentos, é uma revisão de literatura com levantamento bibliográfico e documental. Os meios para coleta de dados serão pesquisados através de livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados SciELO, Google Acadêmico, PubMed e ScienceDirect. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 20 anos, as palavras-chave utilizadas na busca serão: *Display* NEXTION, IHM, ARDUINO e VEICULAR.

2. CONHECENDO DISPLAY NEXTION LCD-TFT IHM

A tecnologia no decorrer dos anos vem em constante avanço e a busca contínua por praticidade, conforto e segurança, vem se tornando realidade na vida da população, auto-



mações de ligar e desligar através de simples toque de telas e botões ou comando por voz principalmente em veículos se torna real nos dias atuais.

2.1 Breve histórico

Segundo Ferreira (2010), em meados do século XX, inventaram uma forma de controlar vários edifícios via *liquid crystal display* (LCD), onde era possível monitorar em tempo real todas as informações do dispositivo.

Interfaces e telas estão cada vez mais presentes, sejam em celulares e tablets pessoais ou na indústria. Um estudo do mercado global de IHM (MORDOR INTELLIGENCE, 2019) mostra que o seu valor em 2019 foi cerca de U\$3,71 bilhões, com previsão de atingir U\$7,24 bilhões até 2025 de investimentos neste seguimento. De acordo com o relatório, o investimento em automação é uma tendência que acelera a expansão do mercado de IHM, como forma de aumento de eficiência operacional.

De acordo Gundim (2007), a popularidade dos computadores pessoais e da invenção da internet e de telefones celulares e outras tecnologias foi o estopim para a aceitação das tecnologias em diversos segmentos.

Em seu trabalho Santos (2015), afirma que os novos sistemas de interface homem-máquina vêm mudando o modo como as pessoas se relacionam com as máquinas e sistemas. Dois componentes são necessários em uma interface homem-máquina. O primeiro é uma entrada, no qual o usuário humano precisa de alguma forma para dizer à máquina o que ela deve fazer. O segundo é a saída, em que a máquina precisa de alguma forma mostrar o que mesma fez. Esses componentes podem ser físicos ou virtuais.

A automação em um automóvel, por exemplo é uma ferramenta muito útil e prática, pois oferece uma grande variedade de funções e pode ser acessada através de uma IHM, agilizando ao máximo a execução de cada função. Podemos ter diversos tipos de controladores que facilitam processos e garantem a qualidade e precisão de comandos e sensoriamento, que estarão sempre associados a recursos visuais promovendo uma interação mais precisas com o usuário.

2.2 Display Nextion

O Nextion é uma tela sensível ao toque resistiva de alta resolução sendo uma ótima solução para monitorar parâmetros que promove a criação de uma interface gráfica, dessa forma sendo aplicada principalmente para aplicativos visuais na criação de painéis de controle. A vantagem do Nextion é que a interface gráfica é criada no computador e enviada para a tela, que não precisa de nenhum tipo de processamento, o que torna a aplicação mais simples e eficiente (MORAES, 2020).

Segundo Bento (2021) o Nextion é composto por um *display* gráfico de alta resolução, um microcontrolador integrado e uma interface de comunicação serial. O *display* gráfico é um transistor de película fina (TFT) de alta resolução que pode exibir gráficos, textos, imagens e vídeos. O microcontrolador integrado é um microcontrolador *Acorn Risc Machine* (ARM) Cortex-M0 que pode ser programado para controlar o *display*. A interface de comunicação pode ser usada para se comunicar com um *Personal Computer* (PC) ou outro dispositivo.

O *display* Nextion é um LCD, no qual foi fabricado para garantir uma melhor integra-

ção homem máquina, existem tamanhos variáveis de *displays* Nextion, podendo atender diversas finalidades, variam 2.4" a 7.0", tendo resoluções de 320 x 240 a 800 x 480 *pixels* e também diversas memórias internas, que vão de 4 MB a 16 Mb (POSSAMAI, 2018).



Figura 1 – Nextion

Fonte: Nextion (2022)

Segundo Sutil et al. (2019) Nextion é uma ferramenta para uso profissional e educacional, que pode ser aplicada em diversos tipos de projetos, como por exemplo pequenas máquinas, equipamentos automotivos e automação residencial.

O Nextion, agrega muitas vantagens, tornando a operação do equipamento mais fácil e intuitiva. Todas as funções são auto explicativas, como o Nextion editor possui esses aspectos, sua comercialização e aplicabilidade é facilitada (ROCHA, 2021).

Na imagem abaixo nós temos uma visão geral do Nextion Editor, expondo o Menu Principal, Componentes, Bibliotecas de imagens e fontes, Área de exposição, Área de saída de compilação, Área de eventos, Área de páginas e Área de edição de atributos (KOYANAGI, 2018).

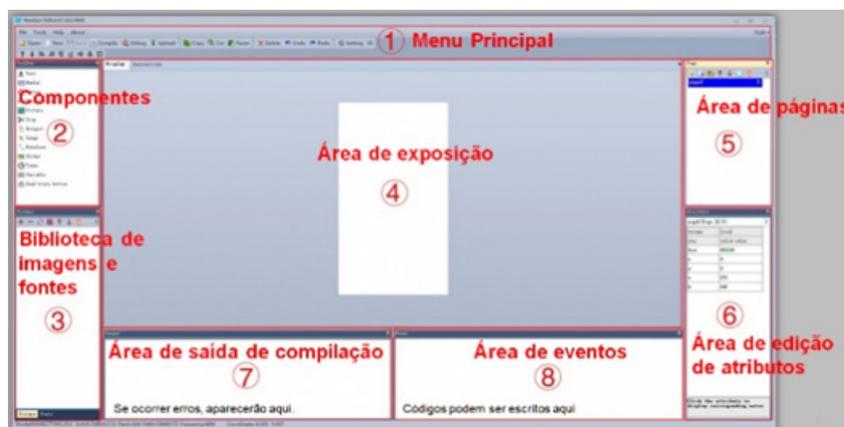


Figura 2 – Nextion Editor

Fonte: Fernandok (2018)

Bento (2021) informa que durante a criação de um novo projeto o editor de tela do Nextion solicitará informações, como o tipo de dispositivo, tamanho e *layout* da tela, se deverá ser vertical ou horizontal. Dependendo da necessidade do projeto é necessário selecionar o modelo adequado, para evitar alterações posteriores, podendo causar retrabalho para adequar o projeto e seus elementos a um novo *layout* da tela.

Na barra superior, encontra-se o menu principal com diversas ferramentas e opções de configuração de tela dos tipos de fonte utilizados, *layout* entre outras possibilidades.

O interessante é a possibilidade de um tipo específico de fonte para o texto, permitindo a combinação de diferentes tipos de características.

No primeiro conjunto de objetos no canto superior esquerdo, encontrasse os componentes, no qual estão disponíveis os objetos que devem ser arrastados para a tela principal, que fica no centro do projeto, existem diferentes tipos de ferramentas como: caixas de texto, figuras, números, *slides*, botões, *timer*, *checkbox*, ou seja, várias opções de objetos que normalmente são usados em linguagens de programação, como o *Microsoft Visual Studio*.

Logo abaixo da caixa de componentes localiza-se a biblioteca de imagens e fontes, as imagens são incluídas ao fazer *upload* dos arquivos para o Nextion Editor, ao arrastar um objeto ou figura, por exemplo, é necessário informar o código do objeto, caso a figura que foi carregada no editor, desta forma é realizado o *link* do objeto imagem, com a figura desejada, após selecionar a figura, pode ser necessário fazer ajustes de configuração para a posição e *layout* na tela. Outro componente importante do menu superior é o ícone *debug*, no qual é possível verificar o projeto em funcionamento, como se estivesse em funcionamento no controlador, para que o desenvolvedor possa desenvolver o teste de funcionamento do IHM antes de colocar o projeto em produção, assim evitando uma grande perda de tempo, pois todo projeto é necessário carregá-lo no *display* Nextion.

Na barra superior existe ainda outro ícone para compilação, este objeto permite criar o pacote de soluções IHM, que deve ser carregado no *display* Nextion, utilizando um MicroSD, este processo deve ser realizado com o *display* desligado, é necessário manter o MicroSD no *slot* do *display* Nextion, quando ligado, deve iniciar o *upload* do código, mostrando a porcentagem, após o carregamento, o *display* Nextion precisa ser reiniciado com o MicroSD devidamente removido (BENTO, 2021).

De acordo com Wahlbrinck (2017) através do Nextion ainda é possível se comunicar com o Arduino com uma porta serial TX-RX para fornecer notificações de eventos em que o *Microcontroller Unit* (MCU) periférico pode atuar diminuindo assim consideravelmente a quantidade dos condutores entre os *hardwares*.

O MCU periférico pode atualizar facilmente o progresso e o status de volta ao monitor Nextion utilizando simples texto *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) baseado em instruções. Por meio do *software* Nextion Editor, os componentes são baseados em texto ASCII, desde modo reduz drasticamente as cargas do trabalho de desenvolvimento do projeto IHM. O Nextion é a solução IHM de melhor equilíbrio entre custo e benefício e a facilidade de aprendizado (NEXTION, 2021).



Figura 3 – IHM Nextion modelo TFT 4.3”

Fonte: Nextion (2021)

No caso da Figura 3, temos o exemplo visual de como é o dispositivo Nextion, a tela possui as seguintes características:

- a) Tela resistiva, sensível ao toque, TFT com resolução de 480 x 272 *pixels*;

- b) Tamanho 4.3”;
- c) Coloração RGB 65.000 cores;
- d) Memória *flash* de 16 Mbytes;
- e) Memória RAM de 3584 Byte;
- f) Suporte para cartão MicroSD. Utilizado para guardar informações do supervisor.

3. DEFINIÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO E INTEGRAÇÃO COM O NEX-TION IHM

O Arduino surgiu em 2005, na Itália, com um professor chamado Massimo Banzi, que queria ensinar eletrônica e programação de computadores a seus alunos de design, para que eles usassem em seus projetos de arte, interatividade e robótica, porém, percebeu que ensinar eletrônica e programação para pessoas que não são da área, não era uma tarefa simples, e outra dificuldade era a inexistência de placas poderosas e baratas no mercado. Foi pensando nisso que Massimo e David Cuartielles decidiram criar sua placa própria, com a ajuda do aluno de Massimo, David Mellis, que ficou responsável por criar a linguagem de programação do Arduino. Assim várias pessoas conseguiram utilizar o Arduino e fazer coisas incríveis, surgindo deste modo virou uma febre mundial da eletrônica (ROBÓ-TICA, 2012).

A plataforma eletrônica Arduino é baseada na facilidade de uso da parte de *hardware* que é o circuito eletrônico programável físico de um *software* do IDE que é utilizado para programação e controle da própria placa. Por ser de código aberto, sendo permitido compartilhá-lo e reorganizá-lo para criar novas plataformas. A parte mais importante desta plataforma é o microcontrolador (PRSKALO, 2020).

O *hardware* Arduino é baseado em um microcontrolador ATMEL AVR, acoplado sendo um micro chip mínimo para um microprocessador e uma unidade de armazenamento de dados. Informações, que são tratadas por barramentos de dados, endereços e controle (GUTIÉRREZ; ESTEFANÍA, 2018).

O microcontrolador Arduino é desenvolvido em uma placa eletrônica onde se pode adicionar Shields que são placas de expansão que melhoram as capacidades das diferentes placas existentes, através de pontos de entrada e saída da placa escolhida (GUTIÉRREZ; ESTEFANÍA, 2018).

Aplicação de microcontrolador geralmente relacionados à leitura de dados de fora ou controle de equipamentos externos. Um exemplo de aplicação muito simples é ligar e desligar um *light emitting diode* (LED) (IKBAL, 2019).

O microcontrolador, dependendo das tarefas que irá realizar, precisa ser programado. A plataforma Arduino mais comumente usa um chip de 8 *bits* fabricado pela ATMEL. O código do programa para a própria plataforma é escrito em linguagem C e C++ na ferramenta gratuita de *software* Arduino IDE escrita em Java. O *software* é executado em todos os sistemas operacionais. A comunicação e transferência do código do programa do computador para o Arduino é feita através de uma conexão USB (PRSKALO, 2020).

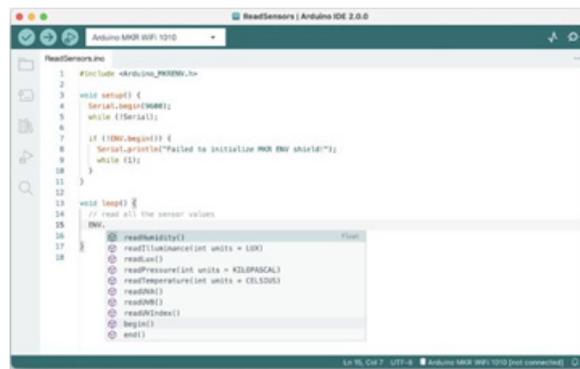


Figura 4 – IDE Arduino

Fonte: Arduino (2021)

Pode-se dizer que o Arduino é uma plataforma de *hardware* e *software* livre que permite realizar projetos eletrônicos de maneira fácil e simples, que foi criado para aprender eletrônica de forma interativa, sendo uma plataforma tão eficiente foi posteriormente comercializada, que se tornou a mais vendida no mercado (ARDUINO, 2015).

O Arduino é uma placa de controle de entrada de dados *input*, como sensores, e saída de dados *output*, como motores e *leds*, com cristal oscilador de 16 Mhz, um regulador de tensão de 5 volts, botão de reset, plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns *leds* para facilitar a verificação do funcionamento (ROBÓTICA, 2012).

3.1 Alimentação do Arduino

O Arduino pode ser alimentado pela conexão USB ou com uma fonte externa, a entrada de alimentação é selecionada automaticamente. Alimentação externa (não USB) pode ser tanto por uma fonte como por baterias. A fonte pode ser conectada plugando um conector de 2,1mm, com positivo no centro, na entrada de alimentação. Cabos vindos de uma bateria podem ser inseridos nos pinos terra (Gnd) e entrada de voltagem (Vin) do conector de energia (ROBÓTICA, 2012).

A placa pode operar com alimentação externa entre 6 e 12 volts, no entanto, se a tensão estiver menos de 7 volts o pino de 5 volts poderá fornecer menos de 5 volts e a placa pode ficar instável. Com mais de 12V o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa. A faixa recomendável é de 7 a 12 volts.

Em um estudo exibido por Robótica (2012) Os pinos de alimentação são os seguintes:

- VIN: Relacionado à entrada de voltagem da placa Arduino quando se está usando alimentação externa (em oposição aos 5 volts fornecidos pela conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada). É possível fornecer alimentação através deste pino ou acessá-la se estiver alimentando pelo conector de alimentação.
- 5V: Fornecimento de alimentação regulada para o micro controlador e outros componentes da placa.
- 3V3: Uma alimentação de 3,3 volts gerada pelo *chip* FTDI. A corrente máxima é de 50 mA.
- GND: Pinos terra.

3.2 Entradas e saídas

De acordo com Medeiros (2015) cada um dos pinos digitais do Arduino pode ser usado como entrada ou saída. Eles operam a 5 volts. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40 mA e possui um resistor interno de 20-50 K Ω .

Há um *led* conectado ao pino digital 13, quando o pino está em *high* o *led* se acende. O Atmega 2560 tem 256 KB de memória *flash* para armazenamento de código dos quais 8KB são usados pelo *bootloader*, 8 KB de Memória de Acesso Randômico Estática (SRAM) e 4 KB de *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM).

O uso do Arduino para sistemas embarcados é uma alternativa barata, e de fácil customização. Respeitando-se os limites impostos pela plataforma, podem-se realizar medições com erros aceitáveis e ter uma confiável coleta de dados. Não existe um Arduino específico pois é uma placa eletrônica de prototipagem genérica.

Os modelos apresentados abaixo (figuras 5 e 6) foram assim classificados por possuírem algumas características que são essenciais para que se tenha esse sistema. Os modelos devem atender a alguns requisitos como tamanho, memória disponível, alimentação, e consumo de energia (MEDEIROS, 2015).

3.3 Arduino UNO

Segundo Medeiros (2015) o Arduino Uno é uma placa que utiliza o ATmega328P. A placa em si possui 14 pinos de entrada/saída digital 6 dos quais podem ser usados como saída *Pulse Width Modulation* (PWM), 6 entradas analógicas, cristal de quartzo de 16 MHz, porta USB, tomada de força, botão de reset e outras peças mostradas na figura 5. Arduino Uno também contém uma porta Receptor Transmissor Assíncrono Universal (UART). O UART consiste em pinos RX e TX. RX é usado para receber dados e está localizado no pino digital 0, e TX é usado para enviar dados e está localizado no pino digital 1. Cada um dos 14 pinos digitais pode ser usado como saída ou entrada usando a função `pinMode()`. Quando o pino é definido como *output* com a função anterior usando a função `digitalWrite()`, ele é definido como *high* (5V) ou *low* (0V). Os pinos operam com tensão de 5V, podendo fornecer ou receber corrente de 20mA até um máximo de 40mA.



Figura 5 – Arduino uno

Fonte: Arduino (2021)

Arduino UNO, é o mais popular e tem o melhor preço do mercado, podendo ser encontrado com facilidade. Suas características são modestas com relação a corrente de saída das portas digitais, contudo não é um fator impeditivo para o uso (MEDEIROS, 2015).

3.4 Arduino MEGA 2560

Na Figura 6 podemos observar a parte física do cartão Arduino Mega 2560 que possui 54 pinos, 14 deles podem ser usados como Saídas PWM, 4 portas para comunicação serial de *hardware*, 16 entradas analógicas, 18 pinos que podem ser usados como entradas ou saídas digitais e uma porta para Comunicação I2C. Além disso, você pode ver os pinos de alimentação do Arduino 2560 que são 3,3V e 5V, um regulador de 3,3V, um regulador de 5V e um terminal para conectar fontes externas de 7 a 12 V. Possui também botão de *reset*, cristal de 16 MHz e um conector USB tipo B que permite carregar a programação do compilador Arduino (RICON, 2017).

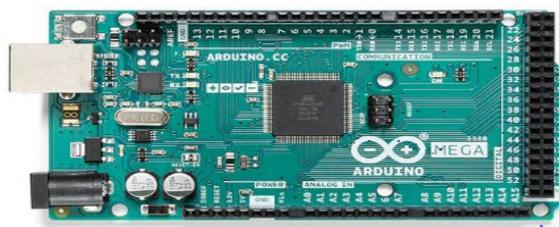


Figura 6 – Arduino MEGA 2560

Fonte: Arduino (2021)

Na figura 6 está representando a localização dos pinos de Entrada/Saída Digital, as entradas analógicas, as portas de alimentação, entradas de comunicação serial, entre outros. (ROBÓTICA, 2012).

3.5 Conexão do Nextion ao Arduino

O *display* IHM é uma interface customizada que apresenta os dados processados ao operador e através do qual o operador gerencia e monitora o processo. Existem vários tipos de telas, de 2,4" a 7". O modelo mais utilizado pelo custo-benefício é NX3224T024 com dimensão de 2,4" e resolução de tela de 320x240 *pixels* (SOUSA, 2021).

A tela é sensível ao toque o que permite mais agilidade ao operador sobre o que se ocorre no *status* do veículo. Levando assim informações importantes sobre a devida automação de processos e controles. Trazendo conforto e segurança a operação.

O Nextion usa sua própria memória *flash* para salvar o arquivo, que precisa ser conectado a uma fonte de tensão de 5 volts, aterrada através de um pino GND, e então o pino RX do *display* deve ser conectado ao pino TX do Arduino e o pino TX do *display* ao pino RX do Arduino. A plataforma Arduino e a tela se comunicam via comunicação serial. A biblioteca Nextion deve ser incluída no código do programa em sua IDE. Para criar a aparência da tela e utilizar suas funcionalidades, é utilizado o *software* Nextion Editor, que gera um arquivo que é gravado na memória *flash* da própria tela através do cartão SD (SOUSA, 2021).

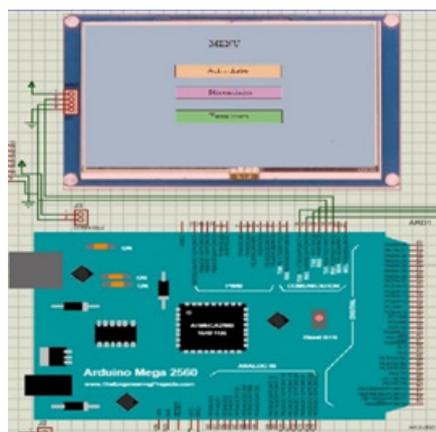


Figura 7 – Nextion com Arduino Mega

Fonte: Cutiérrez; Estefanía (2018)

Bento et al. (2018) em seu estudo defendem que o *display touchscreen* Nextion foi utilizado em seu projeto por apresentar vantagens em comparação com outros dispositivos, com um IDE proprietário, em seu *hardware* possui um número reduzido de cabos de conexão, com seu expressivo tamanho reduzido, e capacidade de armazenamento e processamento, é superior a outros modelos no mercado e sua direta conexão ao Arduino se torna um diferencial.

4. APLICAÇÃO DO NEXTION NO VEÍCULO

O Nextion é uma tela TFT com superfície sensível ao toque, que são produzidas pela fabricante Itead localizados na cidade Shenzhen na China. O maior modelo para uma tela Nextion possui 7 polegadas é o NX8048T070. Possui interface gráfica gravada na memória *flash* na tela e não no microcontrolador (Arduino) que cuida do sistema com isso a atualização da tela é mais rápida. A sua comunicação serial pode se adaptar a um microcontrolador podendo ser um Arduino do uno ao mega. (RICON, 2017)

Em sua estrutura apresenta *driver red, green, and blue* (RGB), *slot* para cartão SD, memória *flash*, sensor de toque, RGB *Buffer* e uma porta serial para comunicação com o computador ou Arduino. Tais características se tornam sua aplicação em veículos muito útil e versátil perante suas funcionalidades e recursos (RICON, 2017).

4.1 Eletrônica na construção da IHM em veículos

As tendências atuais no desenvolvimento de automóveis concentram-se em materiais leves, mobilidade e sustentabilidade, o que fez com que a eletrônica tivesse grande importância. Atualmente, a eletrônica de consumo tem devido ao fato de os utilizadores apresentarem cada vez mais exigências em termos de comunicações, controle e segurança (AMBROSIO; SÁNCHEZ, 2017).

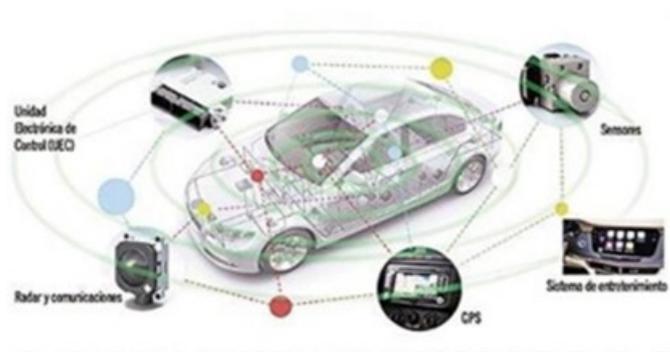


Figura 8 – Eletrônica em veículos

Fonte: Ambrosio; Sánchez (2017).

A Figura 8 mostra a unidade de controle eletrônico e suas comunicações com a tela IHM, onde pode ser visto que várias partes do carro funcionam graças à eletrônica, a unidade de controle eletrônico é o cérebro de um veículo graças às suas múltiplas funções, em si existem inúmeros computadores operando dentro do veículo.

Segundo Ambrosio; Sánchez (2017), existem cerca de 35 microcontroladores em um carro econômico e cerca de 100 microcontroladores em carros de luxo.

4.2 Sensores veicular

De acordo com Medina (2018) sensores são dispositivos capazes de detectar ações ou estímulos e emitir uma resposta. Um sensor recebe informações do ambiente em que opera e mede essas informações de magnitudes físicas para posteriormente transformá-las em sinais elétricos de fácil compreensão e manipulação com o auxílio de um microcontrolador. Atualmente, os veículos carregam consigo um grande número de sensores.

Para sinal de saída elétrica do sensor, não é considerado apenas como um sinal de corrente ou tensão, mas, além disso, suas amplitudes, valores de frequência, período, fase e outros parâmetros elétricos como resistência, indutância e capacitância são levados em consideração (MEDINA, 2018).

Segundo Medina (2018), os sensores veiculares são classificados de acordo com as diferentes características que possuem, tais como:

- a) Função e aplicação: de acordo com isso, podem ser classificados em sensores de função, que são focadas em tarefas de comando.
- b) Sensores cujo objetivo é fornecer segurança, entre os mais comuns existem os sensores anti-roubo.
- c) Sensores para fins de monitoramento e varredura de magnitudes de consumo, entre outros.

De acordo com o sinal de saída os sensores podem ser classificados em os que indicam um sinal analógico como o de um sensor de vazão ou ainda a aqueles que fornecem um sinal do tipo digital, como aqueles causados pela comutação de um dispositivo. Dispositivos que apresentam sinais em forma de pulso, como sensores indutivos.

4.3 Aplicação do IHM no desenvolvimento de veículos

Loor e Bonilla (2021) em seus experimentos de estudo destacam que para visualização de todos os sensores e funcionamentos do veículo, foi escolhido um painel Nextion, que se comunica automaticamente serialmente a um Arduino mega 2560 este controlador Arduino constantemente envia informações para a interação dos eventos que ocorre entre ambos, tendo como *feedback* a tomadas para as diferentes páginas que enviarão os estados para visualizar o gráficos referentes à ignição, luzes, limpadores de pára-brisa e o estado do portas, como mostrado na Figura 9.



Figura 9 – Painel Nextion

Fonte: Loor; Bonilla (2021).

Todo o processamento dos sinais oriundos de sensores e atuadores são realizados com o Arduino mega 2560 para a interação com a tela Nextion, onde o estado dos ícones será alterado entre um *bit* lógico positivo e uma borda negativa. Foi desenvolvido com uma tela Nextion e Arduino, a integração e processamentos eletrônicos do veículo e demonstrado ao operador ou condutor através do IHM.

Em um projeto de veículo Autônomo desenvolvido por Zaro (2019), foram instalados periféricos para atender uma demanda especial e facilitar aos usuários o uso do produto. Podemos dividir em três etapas: controle da direção, *Radio Frequency Identification* (RFID) e IHM. O controle de direção é responsável por receber os dados interpretados pelo microprocessador e realizar os comandos de direção. Através destes comandos o veículo realiza as curvas para a direita ou esquerda, independente do sistema em operação ser através do GPS ou linha.

Nos testes realizados não houve problemas com a prática da direção, apresentando resultados satisfatórios para o objetivo solicitado a cada função. Dessa forma, todo o sistema de direção do veículo passou de mecânico do projeto original para totalmente eletrônico. Na tela foram retornadas instantaneamente informações, de usuário liberado para uso, erro de direção do veículo, bem como a distância entre o ponto do *global positioning system* (GPS). Havia um letreiro exibindo em qual modo o veículo estava, em condução ou parado. Foi instalado também botão de emergência podendo ser acionado fisicamente a qualquer momento em caso de incidente, desligando o veículo por completo.

O Arduino Mega 2560, cuja função é agir como um “cérebro” do sistema, recebe e interpreta os comandos do veículo, foram utilizados cinco sensores ultrassônicos HC-SR04 na identificação de presença de pessoas e objetos dentro do seu campo de visão. O sistema RFID é um periférico adicional ao grande projeto do veículo elétrico autônomo (VEA). apenas pessoas habilitadas podem utilizar e operar o produto. Para garantir essa possibilidade, foi instalado o leitor RFID de frequência 13,56 MHz, que garante a operação do

sistema apenas a cartões cadastrados. O sistema foi instalado próximo ao painel do IHM Nextion. Pensando em um acesso mais interativo ao usuário, foi incorporado no projeto veicular o IHM Nextion que possui tela *touch*, na qual o operador poderá executar algumas ações direto da tela, como ligar o veículo, verificar localização, escolher a rota e desligar o VEA (ZARO, 2019).



Figura 10 – Layout da IHM Nextion montada no VEA

Fonte: Zaro (2019).

As linhas de comando permitem executar e realizar as tarefas desejadas para o veículo, obedecendo o objetivo principal do projeto. Essa etapa é fundamental, pois todas as situações e eventuais comandos permitidos devem ser contemplados, possibilitando que o veículo execute a rota e o movimento correto.

Segundo Silveira (2019) Para o desenvolvimento do equipamento, adquiriu-se um Arduino Mega 2560, um ELM 327, um módulo HC 05, uma tela LCD Nextion 3,5" 480x320 *pixels*, modelo NX4832T035, uma placa *protoboard*, três resistores de 33 ohms, dez *jumpers* do tipo macho-macho e um cabo USB. A função de cada componente no equipamento montado pode ser verificada conforme mostrada na figura 11.

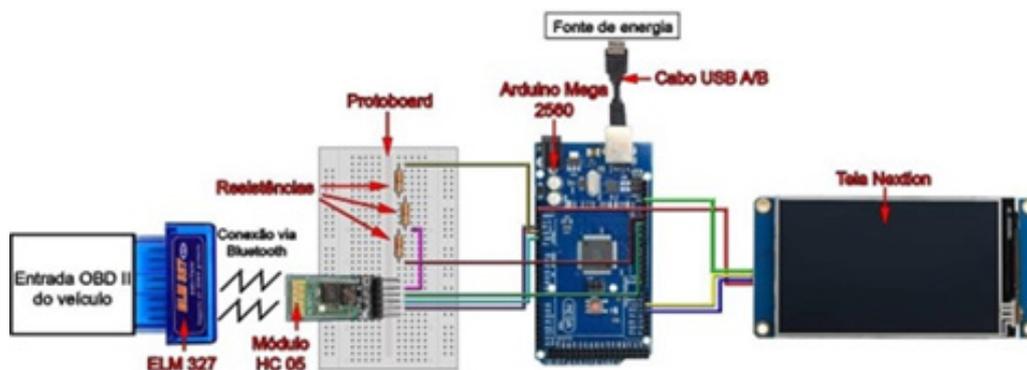


Figura 11 – Montagem dos equipamentos

Fonte: Silveira (2019).

Para o desenvolvimento do código implementado no Arduino, inicialmente determinou-se que seriam lidos os parâmetros de uma rede *Controller Area Network* (CAN) que seguia a norma SAE J1939. Justifica-se esta escolha pelo fato dele ser utilizada por grande parte das maiores montadoras de veículos do mundo, como é o caso da Volkswagen, Hyundai, Citroën, entre outras. Conseqüentemente, isso facilitou o acesso a veículos com tal protocolo para a execução dos testes.

Já definida a norma a ser seguida, efetuou-se a conexão entre o módulo HC 05 e o ELM 327 para quando ativados parearem-se automaticamente via *Bluetooth* e transmitissem informações ao Arduino Mega 2560. Ao solicitar as respostas dos parâmetros escolhidos a serem lidos que respectivamente referem-se a carga calculada do motor, temperatura do líquido de arrefecimento, rotação do motor, velocidade do veículo, nível de combustível e

o consumo de combustível identificar os valores respondidos; corrigir os valores e mostrar no painel Nextion IHM, sendo o período demandado pelo código de aproximadamente 2 segundos. Destaca-se que o programa criado não causa risco nenhum ao veículo analisado, uma vez que somente executa o procedimento de leitura, ou seja, não modifica a operação da central eletrônica (SILVEIRA, 2019).



Figura 12 – Equipamentos

Fonte: Silveira (2019).

Na figura 12 observa-se, da esquerda para a direita, o veículo utilizado nos testes, o ELM 327 conectado na entrada OBD II, o equipamento conectado no Arduino mega 2560 com o *display* IHM Nextion exibindo os valores medidos solicitados.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a respeito de um recuso tecnológico pouco conhecido, o *display* Nextion TFT, sua integração com o Arduino explanando sobre sua estrutura, tipos e funcionalidades aplicados aos veículos para facilitar a integração homem máquina, lhe proporcionando conforto, comodidade, segurança e precisão. No desenvolvimento do estudo foram demonstrados os diversos tipos de Arduino que podem ser integrados ao *display* Nextion se adequando a sua aplicabilidade, podendo ser utilizados no meio automobilístico sendo ele nos setores industriais ou em veículos autônomos.

A realização desta pesquisa proporcionou a demonstração da utilização de diversos dispositivos e tecnologias já existentes em uma determinada aplicação, pois o avanço da automação nos veículos proporcionou um aumento das possibilidades. Foi possível no decorrer do estudo apresentar as características do Arduino, bem como configurações completas de sensores e alimentação de energia que já utilizam o *display* Nextion. A integração do Arduino com o *display* Nextion se mostrou adequada para o uso em veículos. As características econômicas, facilidade de aquisição e uso são considerações importantes para seu emprego nesta área.

Durante a pesquisa houveram algumas dificuldades primeiramente em encontrar estudos que demonstrassem a utilização do Nextion em veículos, outra dificuldade encontrada, foi o número reduzido de estudos em língua portuguesa, foram achados mais estudos em língua estrangeira, desde modo se tem a necessidade de estímulo e demonstração deste recuso para incentivar a criação de novos projetos que possam ser desenvolvidos com esta ferramenta que funciona como um IHM de fácil aprendizado em programação. Mesmo encontrando poucos estudos nesta área todos os descobertos demonstraram resultados positivos com a utilização do Arduino em integração do *display* Nextion.

Este trabalho demonstrou através dos fatos citados a eficiência da integração homem máquina usando como recurso de intermeio o *display* Nextion integrado com Arduino podendo ser uma realidade presente para gerações futuras. Contudo ainda são necessários mais estudos nesta área.

Referências

- AMBROSIO, R. & SÁNCHEZ. A importância da eletrônica no desenvolvimento automovel. **Conhecimento e Ciências**: 2017 Disponível em: <https://saberesyciencias.com.mx/2017/06/04/la>. Acesso em: nov.2022.
- ARDUINO. **Arduino** [S. l.]: 2021. Disponível em: <https://store-usa.arduino.cc/collections/boards/products> Acesso em: out. 2022.
- ARDUINO CL. (outubro de 2015). **Arduino Mega 2560**. Recuperado de <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>.
- BENTO, A. **Nextion Tft Development an Experimental Survey for Internet of Things Projects**. [S. l.]: Researchgate, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346647939_Nextion_Tft_Development_an_Experimental_Survey_for_Internet_of_Things_Projects. Acesso em: 26 out. 2021.
- BENTO, A.C et al. An Experiment with 3 Layers Development for IoT with NodeMCU12e+ Nextion. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 5, n. 11, p. 268244, 2018.
- CERVANTES, F. I; BONILLA. D.A. **Diseño y elaboración de un módulo que simule la BCM de un vehículo de gama media**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso.
- FERREIRA, V. Z.G. **A domótica como instrumento para a melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência**. 2010. 30p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Tecnologia de Automação Industrial) – Departamento de Ensino Superior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2010.
- GUNDIM, R.S. **Desenvolvimento e aplicação de metodologia para auxílio da engenharia em Automação Residencial – MAEAR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP. 2007.
- GUTIÉRREZ, P; ESTEFANÍA, V. **Desarrollo de un sistema electrónico de comunicación aumentativo y alternativo para personas con deficiencia en el habla**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Quito.
- HETPRO. **Screen-nextion-arduino**: 2015. Disponível em: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/pantalla-nextion-arduino/> Acesso nov de 2022.
- IKBAL, Muhammad Nur; GUNADI, Isnain. Pemrograman Mesin Bor Otomatis Berbasis Atmega 328 Yang Terintegrasi Lcd Touchscreen Nextion 3, 2 Inchi. **Berkala Fisika**, v. 22, n. 4, p. 144-152, 2019.
- KOYANAGI, F. **Display Nextion com Arduino Uno**. [S. l.]: 2018. Disponível em: <https://www.fernandok.com/2018/05/display-nextion-com-arduino-uno.html>. Acesso em: 25 set. 2022.
- MEDEIROS, J. G. **Sistemas de telemetria embarcada com Arduino para coleta de dados em um minifoguete experimental**. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil, 2015.
- MEDINA, S. (2018). Sensores automotivos. **INAOE**, 1(1), 1-75. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/A_Medina Acesso em: out. 2022.
- MORAES, C. **Transistor Mosfet como Chave**: Circuito de Comando Não Isolado. Eletrônica de Potência, 22 de novembro de 2020. Disponível em: <https://eletronicadepotencia.com/circuito-de-comando/>. Acesso em 10 de set de 2022.
- MORDOR INTELLIGENCE. **Human machine interface market - growth, trends, and forecasts (2020-2025)**. 2019. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/human-machine-interface-market-industry>. Acesso em: 20 set.2022.
- NEXTION. **Nextion Introduction** [S. l.]: 2021. Disponível em: <https://nextion.tech/>. Acesso em: out. 2021.
- POSSAMAI, M. **Estudo com protótipo do efeito do vácuo no processo de decantação**: eta saneago – Anápolis. 2018. 103 Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade UNIEVANGÉLICA, ANÁPOLIS, 2018.
- PRSKALO, H et al. SMART GREENHOUSE BASED ON THE ARDUINO PLATFORM. **Annals of DAAAM & Proceedings**, v. 7, n. 1, 2020.
- RICON Engenharia. **Tela-próximo**: 2017. Disponível em: <https://www.rinconingenieril.es/pantalla-nextion-de-itead-y-arduino/> Acesso em: out. 2022.
- ROBÓTICA, Grupo. **Introdução ao arduino**. Notas de aula, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, p. 10, 2012.
- ROCHA, S.T.K et al. **Modelo de referência para interface homem máquina no CLP**. 2021.

SANTOS, J.M. **Projetar um banco de teste polivalente para verificação da qualidade final de veículos automotivos.** 2015.

SILVEIRA, P.H.R. **Análise da influência do modo de condução em um veículo de passeio via a leitura da rede CAN 2.0 com o uso de Arduino.** 2019.

SOUSA, A.T.A. **Controlador Integrado Para Veículos Elétricos Até 7kW AC Monofásico.** 2021. Tese de Doutorado.

SUTIL, J.C et al. DESENVOLVIMENTO DE CONTROLADORA UNIVERSAL DE AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO. **Revista TechnoEng**-ISSN 2178-3586, v. 1, n. 2, 2019.

WAHLBRINCK, F. **Tratador semiautomático de baixo custo para engorda de bovinos.** 2017. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade do Vale do Taquari, Univates, Lajeado, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/1945>.

ZARO, E. **Veículo elétrico autônomo para ambiente industrial controlado por gps de baixo custo.** 2019.



13

AUTOMAÇÃO ATRELADA AOS SISTEMAS SUPERVISÓRIOS *AUTIMATION LINKED TO SUPERVISORY SYSTEMS*

Denis Frazão Cardoso

Resumo

Esse trabalho tem uma abordagem referente aos métodos e avanço dos sistemas de automação industrial, concentrando uma verificação em técnicas que tende a ser capazes de contribuir para a construção de sistemas supervisórios e de fatores com potencial de gerar melhorias para o controle de processos industriais. Com definições que envolvem a relevância da participação desses sistemas para compor estratégias inteligentes a fim de elaborar um sistema com capacidade de efetuar várias ações e soluções em benefício ao ambiente industrial. O estudo busca enfatizar funções de qualidade e segurança com o uso dessa tecnologia e evidenciar também outras questões que favorecem o uso da associação dessas ferramentas de automação com dispositivos inteligentes e da computação por meio de programações específicas para uso em etapas do processo produtivo por meio da leitura de parâmetros fundamentais para as formas de trabalho. Para a construção desse estudo será efetuada uma revisão de literatura, onde tem-se uma pesquisa aprofundada em projetos, livros e trabalhos científicos realizados.

Palavras-chave: Automação industrial, Controle, Sistemas Supervisórios. SCADA.

Abstract

This work has an approach referring to the methods and advancement of industrial automation systems, focusing on techniques that tend to be able to contribute to the construction of supervisory systems and factors with the potential to generate improvements for the control of industrial processes. With definitions that involve the relevance of the participation of these systems to compose intelligent strategies in order to develop a system with the ability to perform various actions and solutions for the benefit of the industrial environment. The study seeks to emphasize quality and safety functions with the use of this technology and also to highlight other issues that favor the use of the association of these automation tools with intelligent devices and computing through specific programs for use in stages of the production process through reading of fundamental parameters for the forms of work. For the construction of this study, a literature review will be carried out, where there is an in-depth research on projects, books and scientific works carried out.

Keywords: Industrial automation. Control. Supervisory systems. SCADA.



1. INTRODUÇÃO

A indústria é denominada como um setor de grande relevância, estando presente em determinadas características que agregam melhorias no cotidiano das pessoas, sendo um espaço composto por processos importantes para gerar qualidade de vida. A indústria concentra também vários desafios no detalhamento de atividades de trabalho que requerem alto nível de precisão. Essa condição tende a buscar colaboração de inovações capazes de potencializar as condições de trabalho durante processos de operações industriais, efetuando monitoramento e agindo na detecção de possíveis falhas.

Compreende-se que os sistemas de automação e controle contém meios potenciais e eficientes para colaborar de forma positiva com a qualidade de processos industriais, os dispositivos e equipamentos que representam essa tendência se comportam de forma significativa na operação e quando são atrelados aos sistemas supervisórios fornecem inúmeros elementos habilitados para contribuir com dispositivos de supervisão da planta, visualização das etapas do processo, condições de operação dos equipamentos, comandos a distância, identificação de falhas e geração de relatórios.

É imensamente importante estudos direcionados a esses sistemas, pois eles representam fatores fundamentais para beneficiar o desempenho dos setores industriais. Elaborando funções capazes de intensificar questões relacionadas à segurança, obter harmonia na funcionalidade, identificar os pontos críticos com mais rapidez, agilidade na solução de problemas, monitoramento em tempo real, coleta e armazenamento de dados.

Esse estudo tem como finalidade efetuar uma observação teórica sobre os sistemas de automação e controle, os sistemas supervisórios e suas contribuições positivas para promover benefícios em processos industriais e como ponto inicial esse estudo tem como problema a seguinte questão: Diante da complexidade existente no ambiente de trabalho industrial e dos diversos processos que envolvem o meio de produção, é possível obter melhorias através da implementação dos sistemas de automação e controle atrelados aos sistemas supervisórios?

Na expectativa de decifrar o problema apresenta-se como objetivo geral deste estudo em “apresentar os benefícios gerados pela utilização dos sistemas supervisórios e dos dispositivos de automação e controle capazes de melhorar e efetuar o monitoramento, controle e comunicação dos processos industriais”. Enquanto os objetivos específicos têm destaque em: descrever os benefícios da automação industrial; apresentar a definição e estrutura dos sistemas supervisórios; e destacar as características que promovem melhorias através das tecnologias citadas.

O desenvolvimento deste presente estudo é efetuado através de revisão de literatura, onde a busca por informações para compor ideias se dá por meio de consultas em livros, apostilas, teses, monografias, dissertações, artigos e revistas científicas disponíveis na biblioteca da Faculdade como também na plataforma digital Google Acadêmico e Scielo e Science.gov. Os trabalhos usados devem atender ao critério de terem sido publicados nos últimos 40 anos. Os descritores a serem utilizados serão: Automação e Controle, Automação Industrial, Sistemas Supervisórios, sensores, atuadores e controladores.

2. BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Evidencia-se que desde o princípio da humanidade era notável na indústria a fre-

quente busca por componentes capazes de facilitar o cotidiano e fortalecer o ambiente de trabalho, para que assim também, fosse provável disponibilizar produtos com mais excelência. A competitividade do mercado, a oferta de itens de ampla qualidade fabricados em períodos curto de tempo, são outros fatores que fizeram despertar o interesse em ampliar as técnicas e inovações nos processos produtivos (ROSARIO, 2009).

O aperfeiçoamento de outras ferramentas tornou viável a exploração dos acessos para chegar à automação, esse movimento teve início com a participação da mecanização, a grande conquista da substituição de mão de obra por moinho hidráulico, utilização do regulador de velocidade, maior domínio com a eletricidade. Já o surgimento do transistor e da eletrônica promoveu a construção das primeiras máquinas de computação, chegando até os microprocessadores, habilitando os mais sofisticados processos (GOEKING, 2010).

Menciona-se que a automação teve suas primeiras aparições em projetos direcionados a elaboração de elementos capazes de efetuar o controle de equipamentos, com a intenção de melhorar o cotidiano das linhas de produção nas indústrias (ROSARIO, 2009).

Assim, a automação foi sendo modelada e ganhando forma, começando a está presente em diversos ambientes proporcionando melhorias e contribuindo com uma enorme fonte de benefícios através de suas soluções, atribuídas a processos que envolviam variados setores. Essa particularidade elimina o fato de se cogitar sobre a possibilidade de viver com a ausência dessa tecnologia (DE CAMARGO, 2014).

Descreve-se o termo automação como o elemento enriquecido de competência para conduzir processos com o mínimo possível da interrupção humana. Sendo que esses processos podem ser capazes de atuar de forma independente, com ações programadas para realizar tarefas em determinados momentos e obter *feedback* do estado atual do ambiente (RIBEIRO, 1999).

Em uma definição mais específica Lamb (2015, p. 02) cita que “a automação é o uso de comandos lógicos programáveis e de equipamentos mecanizados para substituir as atividades manuais que envolvem tomadas de decisão e comandos-resposta de seres humanos.

Um conceito mais abrangente de automação pode ser definido como a integração de conhecimentos substituindo a observação, os esforços e as decisões humanas por dispositivos (mecânicos, elétricos e eletrônicos, entre outros) e softwares concebidos por meio de especificações funcionais e tecnológicas, com o uso de metodologias (ROSARIO, 2009, p. 23).

Outro autor enfatiza que a automação é a condição que possibilita criar ambientes de troca de funções, ao introduzir artifícios habilitados para minimizar a ação humana em inúmeras tarefas de trabalho, substituindo-as por máquinas e equipamentos dotados de inteligência para efetuar o controle de processos (RIBEIRO, 1999).

A condução de trabalho desses equipamentos é coordenada através do uso contínuo de instruções lógicas, devidamente programáveis para direcionar as funções que são executados pelos equipamentos. Onde todas as etapas do processo dispensam as intervenções manuais e passam a corresponder apenas os comandos do sistema (LAMB, 2015).

Geralmente nas indústrias, a automação é empregada como um fator chave para aperfeiçoar o desempenho de algumas etapas. Nesse processo, determinados equipamentos de diferentes setores, fornecem sinais que são encaminhados para os computadores onde ocorre a verificação do estado dessas variáveis e em seguida a lógica estipula um novo sinal de correção (ROSARIO, 2009).

Em outros casos, a indústria opta pela atuação da automação para absorver funções de esforço repetitivo, gerando benefícios para possibilitar condições de produtividade livre

de interrupções (DE CAMARGO, 2014). O autor ainda cita que, a busca da indústria por um processo automatizado está diretamente atrelada a expansão de eficiência na operação, aumentar o padrão de elementos fabricados com o mínimo de energia, ampliar as ferramentas de segurança e garantir que esse processo ou equipamento minimize a necessidade de interferência humana.

De acordo com Lamb (2015), ao se tratar do termo automação vale ressaltar algumas vantagens relevantes com o uso dessa tecnologia, melhorias que fazem da automação um item importante na cadeia de processos industriais, que são:

- a) A substituição de operadores humanos em determinadas tarefas pesadas, que apresentam riscos e que são monótonas;
- b) A substituição de operadores humanos em áreas delicadas, que apresentam altas temperaturas, elementos radioativos e até mesmo elementos tóxicos, evitando o contato dos humanos com esses componentes perigosos;
- c) Melhorias na condução de tarefas com características extremas, facilidade no transporte de itens grandes e pesados, como também, o manuseio de componentes minúsculos e os requisitos necessários para fabricar um produto de acordo com a sua necessidade;
- d) Em comparação aos meios manuais, a automação tem a facilidade de produzir em grandes quantidades com menos período de tempo e menores gastos em mão de obra;
- e) A verificação na produção dos produtos ocorre de forma mais imediata, identificando rapidamente os produtos que apresentam defeitos e que estão fora do modelo ideal; e
- f) Os sistemas de automação não têm desgaste físico, não se cansam e não adoecem.

A automação industrial pode ser verificada dividida em duas categorias, sendo elas classificadas de acordo com o tipo de processo que as representam, essas categorias são denominadas de processos de manufatura e processos contínuos. Nos processos de manufatura existe maior fluxo de trabalho mecânico, com a presença de robôs, esteiras transportadoras e demais sistemas, e verificação de variáveis de velocidade, força e deslocamento (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Já os processos contínuos correm com a mínima participação mecânica, os parâmetros são regulados por meio da análise de sinais de vazão, pressão e temperatura (RIBEIRO, 1999).

É relevante destacar que a automação industrial também é classificada diante da composição que o processo é direcionado, geralmente encontra-se dividida da seguinte forma: automação programável, flexível e rígida (DE CAMARGO, 2014).

A automação programável é representada por um sistema que estipula as ações dos equipamentos para obedecer a uma sequência de comandos e instruções. Baseia-se em determinar fatores fundamentais para atribuir as mudanças necessárias e específicas para a fabricação de determinado produto (ROGGIA; FUENTES, 2016). Esse tipo de sistema é relevante em casos em que é necessária a fabricação de produtos com propriedades divergentes (DE CAMARGO, 2014).

Tem-se na automação flexível habilidades para a fabricação de distintos tipos de produto, com precisão estabelecida para a mudanças no tipo de produto a ser fabricado. A escala de trabalho geralmente é mínima e os esforços se concentram em máquinas instruídas por um computador que determina as funções através de uma linguagem específica (DE CAMARGO, 2014).

Diferente das demais, a automação rígida está associada a fabricação de um produto em especial, mantendo sua operação com uma montagem fixa e apresentando alta escala de produção desse produto (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Para conduzir de forma satisfatória essas ações e gerar benefícios para a indústria, a automação recebe o auxílio de um componente muito importante, que é da computação e das redes de comunicação. O computador se porta como uma peça fundamental na construção e execução das técnicas de automação, por ser um dispositivo capaz de construir a lógica de operação e efetuar o armazenamento das informações geradas através dos equipamentos que fazem parte do processo (ROSARIO, 2009). As redes que norteiam a estrutura da automação industrial são ferramentas capazes de efetuar toda a comunicação entre as plataformas e dispositivos que estão interagindo dentro do sistema.

Para desempenhar bem suas funções e atuar de forma expressiva entre os setores de uma indústria, a automação também conta com colaboração de um item crucial que integra todas as dimensões do ambiente, onde tem-se a construção de todo o diagnóstico necessário para alcançar eficiência na produtividade (GOEKING, 2010). Esse elemento por sua vez é definido como pirâmide da automação, onde encontram-se definidos os fundamentos a serem integrados dentro da indústria.

Todos os fatores de composição da automação identificados na pirâmide da automação são essenciais, pois são eles definem as características do sistema e padrão de orientação a ser empregado para realizar o trabalho em conjunto a linha de produção na indústria de processos. Contribuindo com benefícios relacionados a coordenação das etapas de produção, monitoramento, modificar e mencionar a forma em que as máquinas estão operando, avaliando a qualidade do processo e do produto que está sendo executado (GUTIERREZ; PAN, 2008).

Na Figura 1, é viável verificar todos os elementos integrados na pirâmide da automação, sendo eles capazes de reunir grandes referencias para a composição de estratégias e desenvolvimento eficaz das atividades no setor industrial

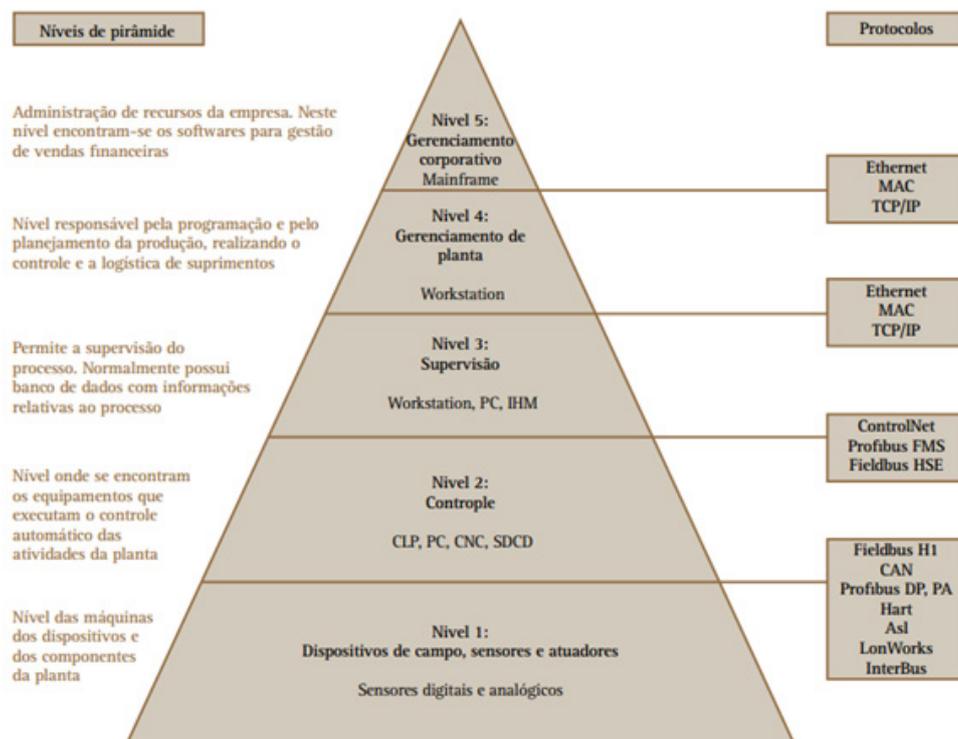


Figura 1: Pirâmide da automação.

Fonte: Goeking (2010).

Na figura 1 observa-se que os níveis obedecem a uma hierarquia bem definida, onde a estrutura é posicionada de acordo com a função de cada nível e sua importância para o processo industrial.

O papel da pirâmide da automação tem como principal objetivo melhorar a compreensão sobre cada nível importante para o processo e como ocorre a colaboração de modo individual para que todo o conjunto de técnicas alcance resultados positivos (DE CAMARGO, 2014).

O constante avanço tecnológico possibilita maior frequência no surgimento de métodos e recursos capazes de melhorar e colaborar com as atividades de determinados ambientes. No próximo capítulo veremos que os métodos dos sistemas de automação associados aos sistemas supervisórios causam efeitos significativos nos processos industriais.

3. ESTRUTURA DOS SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

O ambiente industrial geralmente engloba etapas de processos complexas e detalhadas, com inúmeros cálculos de precisão e cuidados minuciosos, sendo fundamental para esse setor a grande oferta de ferramentas capazes de contribuir com funções significativas que cooperam com o decorrer dessas atividades.

Tem-se a necessidade de obter também o maior número de informações e dados de forma instantânea, a fim de efetuar as tarefas com mais eficiência em tomadas de decisões essenciais para o processo. Em meio a essa questão, os sistemas supervisórios são um conjunto de elementos e técnicas capazes de observar e controlar os processos industriais, esse sistema obtém informações, avalia e exhibem ao responsável pela operação de forma interativa para que medidas sejam tomadas assim que forem solicitadas (BAYER *et al.*, 2011).

Define-se como supervisórios aqueles sistemas que têm como base habilidade para monitorar e dominar as etapas de trabalho de uma planta industrial, trata-se de um *software* inteligente que coordena as funções dos equipamentos e dispositivos que compõe o processo, tendo como referência de atuação a aquisição de dados (BRANQUINHO *et al.*, 2014).

A utilização destes sistemas é muito comum em indústrias de processos contínuos, tais como petroquímicas, indústrias de alimentos e bebidas e indústrias de açúcar e álcool. Este fato é consequência da própria natureza destes processos que exigem monitoramento e controle em tempo real (JUNQUEIRA, 2003, p. 100).

Considera-se a aquisição de dados um fator predominante desse sistema, essa função efetua a coleta de informações relevantes para o processo, armazena e em seguida disponibiliza para o operador verificar e determinar uma ação no momento necessário (RIBEIRO, 1999).

É importante destacar que as inovações e avanços dos computadores foram fundamentais nessa jornada, pois esse dispositivo é a chave para direcionar as técnicas e funções do sistema de aquisição e dados. Para que ocorra a comunicação, coleta e armazenamento de dados é necessário a utilização dos computadores, são eles que possibilitam a visualização das condições da planta de forma interativa, os itens presentes no processo e a análise dos parâmetros em tempo real, viabilizando as ações primordiais para controle das funções introduzindo os valores desejáveis (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Os sistemas supervisórios são também denominados de SCADA (*Supervisory Control*

and Data Acquisition), esses sistemas são capazes de facilitar diversas operações efetuando o monitoramento e rastreamento de informações essenciais para o comportamento de todo o processo ao qual está interligado (DA SILVA; SALVADOR, 2005). Segundo Constain *et al.* (2011, p. 07) “os sistemas SCADA são sistemas que utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar o monitoramento e o controle de processos industriais”.

Essa condição tende a acelerar o acesso a informações sobre o estado no qual os equipamentos estão operando, podendo assim facilitar a coleta de informações de equipamentos localizados em setores muito afastados (CONSTAIN *et al.*, 2011). O que tornam esses sistemas competentes para facilitar a verificação de todo o comportamento de atuação dos equipamentos, dispositivos e máquinas envolvidos no processo. Essas informações são apontadas de forma gráfica interativa, sobre os aspectos de medições representando como aquele equipamento está reagindo as atividades de operação (DE CAMARGO, 2014).

Os sistemas SCADA atuam de modo estabelecer três funções específicas, que são funções de supervisão, funções de operação e funções de controle. Essas funções que estabelecem a qualidade e boa funcionalidade do sistema no processo produtivo industrial (CONSTAIN, 2011).

3.1 Elementos que integram a estrutura do sistema SCADA

A estrutura de um sistema SCADA é determinada pela união de vários componentes que facilitam o desempenho desse sistema. De acordo com Constain (2011) esses elementos são os instrumentos de campo, as redes de comunicação, estações remotas, estação central e interface de comunicação entre o operador e máquina e o operador.

Referem-se os instrumentos de campo como aqueles dispositivos que estão conectados aos equipamentos e máquinas, com a função de efetuar o método de monitoramento e controle, transmitindo as informações solicitadas pelo *software* supervisor (BRANQUINHO *et al.*, 2014). Sendo eles capazes de efetuar no processo as funções do sistema SCADA, que oferecem qualidade para o desenvolvimento das atividades do processo.

Os sensores são dispositivos que atuam na operação da planta e são denominados pela pirâmide da automação como dispositivos de campo. Esses dispositivos são capazes de efetuar medições sobre a situação em que os equipamentos se encontram e avaliam o grau de atividades físicas que estão no ambiente como temperatura, vazão, nível e pressão (RIBEIRO, 1999).

Esse dispositivo é altamente delicado e compatível para detectar as funções físicas que estão variando de estado dentro do ambiente. Destaca-se que os sensores podem ser de dois tipos, digitais que efetuam monitoramento dos acontecimentos na planta e atuam no estado *on* e *off*, já os analógicos observam a extensão de valores das variáveis em uma linha de cálculo entre os menores e maiores níveis e de acordo com a grandeza analisada estipulam um valor relativo (ROGGIA; FUENTES, 2016)

Os atuadores por sua vez efetuam as ações de controle no sistema, são os dispositivos que trabalham para modificar uma variável de maneira física, manuseando até atingir a posição desejada (ROGGIA; FUENTES, 2016). Tendo assim a atividade de controlar as variáveis medidas pelos sensores.

Os atuadores recebem instruções dos controladores para efetuar uma ação no sistema controlado, tem-se nesses dispositivos o exercício do trabalho em altos níveis de potência, esses dispositivos podem ser identificados como reles, válvulas, cilindros, motores, solenoides (THOMAZINI; DE ALBUQUERQUE, 2020).



A correta interação desses dispositivos é que agrega fatores positivos que tendem chegar ao propósito do processo. Essa relação entre os sensores e atuadores depende diretamente das redes de comunicação industriais, esse método encontra-se qualificado para essa função (BAYER *et al.*, 2011).

As redes de comunicação são as responsáveis por conduzir os dados coletados no processo e transmiti-los ao sistema, com o intuito de promover a comunicação direta entre todos os componentes encaixados na estrutura. Os dados podem ser conduzidos com a utilização de cabos, linhas dedicadas ou rede *wireless* (BOARETTO, 2008).

A escolha da rede de comunicação é determinada de acordo com o tipo específico de estrutura que ela irá atender e o fluxo de dados que irá suportar de acordo com cada subsistema, esse padrão de comunicação integra mais agilidade ao processo controlado, possuindo vantagens em relação a menores custos de implantação e manutenção (LUGLI; SANTOS, 2010).

Os subsistemas são partes específicas do sistema controlado no processo produtivo, cada uma dessas partes comporta um tipo de rede que atenda suas necessidades de acordo com as funções que precisam ser realizadas. Sendo que essas redes precisam conter requisitos importantes como o desempenho em tempo real, fatores de segurança e confiabilidade, fluxo de dados, suportar as questões ambientais e padrões de conexão (BAYER *et al.*, 2011).

Tem-se as estações remotas que são definidas como RTU (Unidade Terminal Remota), CLP (Controlador Lógico Programável) ou PLC (*Programmable Logic Controller*) e IED (Dispositivo Eletrônico Inteligente), essas ferramentas operam de modo a estabelecer o nível de controle do processo (CONSTAIN, 2011).

As RTU's são dispositivos que integram funções de controle para monitorar e agir em dispositivos que se encontram instalados distante da estação central, sua principal função está na execução de atividades relacionadas a coleta de informações desses equipamentos que encontram-se afastados e envia-los para a estação central (BRANQUINHO *et al.*, 2014). Essa estação central é considerada o núcleo do sistema, ambiente para o qual todas as informações são enviadas, para que ocorra a avaliação dos dados e tomadas de decisões no sistema de acordo com a descrição dos acontecimentos (BOARETTO, 2008).

O CLP é uma espécie de computador que contém uma lógica programável para desempenhar funções de controle no processo, essas funções são relacionadas a altos tipo e níveis de padrões e a linguagem de programação ao qual esse dispositivo obedece é ao *ladder* (RIBEIRO, 1999).

Essa linguagem de programação é que determina as funções a serem executadas pelo controlador e que podem ser matemáticas de lógica e aritmética, controle de temporização, contagem e outras. Esse dispositivo tem orientação interna específica para receber os dados coletados em suas entradas e conduzir uma saída para ativar inúmeros modos de processos e dispositivos presentes no sistema (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Já o Dispositivo Eletrônico Inteligente atua de forma mais específica, esse dispositivo concentra em suas ações a aquisição de dados de equipamentos e dispositivos de energia e estão habilitados a executar atividades de controle em desajustes fatores de frequência, corrente e tensão, buscando estabelecer o valor correto para manter o trabalho (BRANQUINHO *et al.*, 2014).

As IHM's (Interface Homem - Máquina) são dispositivos utilizados para verificar os dados provenientes dos dispositivos de campo, informando ao operador sobre as condições e mudança de estado das variáveis presentes no processo. Seus componentes estão habi-

litados a facilitar a interação entre o operador e o sistema (ROSARIO, 2009).

Esse dispositivo é formado por elementos de *hardware* e um *software*, esse conjunto de técnicas associadas é que permitem o operador visualizar e controlar determinado processo, alterar padrões numéricos com o *setpoint* e interromper de forma manual as etapas de controle automáticos em eventualidades delicadas (CONSTAIN, 2011).

As Interfaces Homem-Máquina apresentam atributos importantes para compor o sistema SCADA, existem aqueles menos sofisticados até aqueles com tecnologias mais desenvolvidas para tratamento de dados, com *touch-screen* e alta qualidade de diálogo (BRANQUINHO *et al.*, 2014).

A participação dos sistemas supervisórios tem se tornado cada vez mais frequente, em diversos setores de produção industrial que são dotados de automação e apresentam uma importante característica que é representada pela excelente interação entre o sistema e o operador (ANDRADE, 2007).

O operador também comporta relevância nesse processo, ele é a pessoa na qual está apto a visualizar as condições da planta e dialogar com o sistema SCADA e através da sua leitura conduzir as ações de controle no sistema supervisório (CONSTAIN, 2011).

Cada dispositivo que participa da construção do sistema SCADA são fundamentais para a correta interação e o funcionamento das ferramentas que estão determinadas na planta do processo, sendo elas as responsáveis por tornarem esse sistema capacitado para a supervisão e controle de processos industriais. O capítulo a seguir aborda as melhorias com a utilização das tecnologias citadas.

4. BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS CITADAS

Diante da complexidade existente no ambiente industrial, as tecnologias que efetuam ações de aquisição de dados de um processo de forma segura geram grandes benefícios na qualidade do processo. Elas tendem a tornar o alcance dessas informações de maneira acelerada, sem importa-se com o local em que os itens que fazem parte do sistema estão instalados (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Evidencia-se que a necessidade de estabelecer uma organização bem detalhada do processo afim de envolver todos os pontos da indústria e com respostas mais rápidas, facilitou a busca por inovações para compor soluções por meio de *softwares* atrelados aos sistemas de automação (GUTIERREZ; PAN, 2008).

Logo que, tem-se na essência dessas ferramentas a viabilidade de conduzir processos de forma mais dinâmica, tanto para a supervisão e controle, como também para calibração e configuração remota dos equipamentos dispersos em campo (GUTIERREZ; PAN, 2008). Sendo que os dispositivos de automação são ferramentas bem eficientes para a industrial de processos ao trabalhar na realização de atividades avançadas, que demandam alto grau de precisão e precisam ser efetuadas de modo que favoreça a qualidade em relação ao tempo (LAMB, 2015).

Sendo que, essa vantagem só torna-se praticável por meio do diálogo existente entre o operador e o processo, o sistema habilita o operador a verificar todas as ocorrências fundamentais para o processo e atuar quando for necessário (BAYER *et al.*, 2011).

Ao se evidenciar a concentração dos métodos relacionados aos processos de automação alguns benefícios são diretamente destacados, como as fontes de melhorias no aumento da eficiência dos equipamentos, obtenção de mais segurança, menores gastos e

aumento da produção (SILVEIRA; LIMA, 2003). Os dispositivos de automação ferramentas que auxiliam na produção industrial e integrados aos sistemas supervisórios criam condições benéficas para a qualidade do processo industrial.

Já os sistemas supervisórios geram benefícios que envolvem a disponibilização de informações instantâneas, diminuindo o período de paradas na produção, apresenta informações com alto grau de exatidão, detecta possíveis falhas que podem ser originadas no processo e já apresenta medidas para os ajustes de precisão e impõe intensos fatores de produtividade e qualidade (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Teve-se com a utilização dos sistemas supervisórios a ampliação de diversas oportunidades para melhorar o ambiente industrial, as etapas da operação ficaram mais eficientes e confiáveis com o conhecimento minucioso sobre o ambiente de trabalho e a vasta oferta de dados, essas condições também beneficiaram a geração dos relatórios fundamentais para favorecer o processo (PAIOLA, 2012).

O uso dessa tecnologia SCADA é favorável pela função de supervisionar processos com características críticas, no qual foca diretamente na previsão de erros. Já os benefícios com o *hardware* são indicados pelo seu atributo de robustez, abriga formas excessivas e que consegue resistir a fatores de temperatura, vibração e tem particularidades elétricas (GUTIERREZ; PAN, 2008).

Esse sistema conduz uma avaliação minuciosa de todas as funções que estão presentes na planta, disponibilizando respostas por meio de gráficos de tendências, indicações esquematizadas e pontos de comparações para medições com base nos relatórios apresentados e armazenados no sistema (PAIOLA, 2012).

E pode impactar de forma positiva através da condição de habilitar o controle do processo, disponibilizando funções ao operador para a verificação de ajustes de falhas, aprimoramento do processo, organização de documento e isso configura em melhorias na segurança da operação, com mais qualidade de produção e benefícios na trajetória da funcionalidade operacional (BAYER et al., 2011).

Esses métodos de visualização dos elementos da planta através das ilustrações do sistema, emitem sinais que simplificam a apresentação da forma em que determinado equipamento está se comportando na operação, se ele está ativo (operando) ou desativado, gerando comodidade a plataforma de operação e eficiência nas ações de controle (DE CAMARGO, 2014).

Os benefícios dessas tecnologias podem ser facilmente verificados através das funcionalidades de cada equipamento destacadas no capítulo anterior, que promovem melhorias em prol da qualidade do processo produtivo da operação industrial. Os autores Da Silva e Salvador (2005), citam os componentes que colaboram para as ações do sistema, sendo que cada um corresponde ao processo de acordo com sua solução específica. Entre eles estão o núcleo de processamento, a forma de estabelecer a comunicação com PLCs/RTUs, gerenciamento de alarmes, histórico e banco de dados, *scripts* de controle, interfaces gráficas, emissão de relatórios, comunicação com outras modalidades de estações SCADA e comunicação com outros sistemas externos.

O modo de alarme é uma função bastante significativa, é uma tendência que monitora o desajuste dos parâmetros existentes no processo, como por exemplo o de temperatura (BOARETTO, 2008). Ele protocola o momento do acontecimento, identificando data e hora, qual o tipo de variável alterada, valor exato no momento do alarme e em seguida registra também os aspectos de normalização do evento (CONSTAIN, 2011).

No histórico são registrados no banco de dados os eventos mais importantes da plan-

ta, ela apresenta de forma detalhada todos os acontecimentos e classifica aquelas que são mais importantes para o processo, as tendências mais avaliadas são as de atividades de métodos de controle, partidas e paradas e questões de comportamento dos equipamentos (CONSTAIN, 2011).

Segundo Gutierrez e Pan (2008, p. 212) “os dados provenientes do campo são formatados e apresentados ao operador, podendo ser gravados em sistema de histórico, de forma a permitir futuras análises de tendência e auditoria.

Os scripts de controle trata-se da lógica e comandos que fazem parte do sistema, é o método no qual estarão disponíveis as táticas de controle para agir sobre determinado equipamento no processo (SILVA, 2017).

A interfaces gráficas ocorre pela maneira direta de visualização do operador com os equipamentos presentes na planta por meio de textos e imagens, ela ocorre de forma interativa sendo o espaço de representação das técnicas de supervisão controle do processo. Na interface é possível visualizar em tempo real o valor que cada variável presente nas atividades da planta (CONSTAIN, 2011).

De modo geral os relatórios apresentam informações sobre todo o processo, sendo um item muito importante para compor estratégias para a melhoria do ambiente, apresenta as condições do estado da planta, como está ocorrendo a produção, as ocorrências com alarmes, histórico de aquisição de dados, manutenção, controle da qualidade do processo, cálculos e entre outros (CONSTAIN, 2011).

A comunicação desempenha um papel fundamental em todo o processo, pois sua correta distribuição é que qualifica toda a condução do sistema. A comunicação é um benefício enorme para a produção, pois nela que percorrem todos os dados com valores significativos para o processo.

Essas tendências são alinhadas para melhorar as condições do ambiente industrial e caminhando em sentido a esse foco, esses sistemas contribuem de forma relevante na administração da produção, através de métodos que favorecem a comunicação de todas as áreas da empresa, amplia as condições para gerar um planejamento eficiente, melhor identificação dos pontos de ordem para o desenvolvimento do trabalho, melhor compreensão com o estoque de matéria prima e produtos esgotados e melhores estratégias de manutenção dos equipamentos presentes na planta (BOARETTO, 2008).

Os dados recebidos pelo sistema ficam armazenados para que o operador tendo a possibilidade de examinar todos os eventos, possibilitando verificar as condições do processo e disponibilizando o relato de comparações dos valores sobre a correção dos erros, otimização das etapas do processo e documentação (BAYER *et al.*, 2011).

Essa documentação representa uma condição importante, ela consiste em padrões e parâmetros do projeto, as etapas que a supervisão irá atender, os pontos de controle presentes na operação, é a sistematização de todo o projeto que será ordenado pelo sistema de automação. Esse documento pode ser apresentado de forma impressa como através de arquivo eletrônico (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Dentro do SCADA o sistema mostra também algumas etapas de forma gráfica ao operador, apresentadas por meio dos mecanismos que elevam a supervisão do processo. Que podem ser denominadas como telas de visão geral do sistema, as telas de grupos específicos, telas de malha, telas de tendência, telas de manutenção, registro de falhas e as telas de relatórios (BAYER *et al.*, 2011). O que facilita a visão do operador sobre pontos individuais do sistema como da plataforma geral de coleta de dados.

Essas telas demonstram todo o aspecto da planta industrial em tempo real, as informações são expostas para auxiliar de diversas formas na condução do processo, elas podem ser acessadas da sala de operação, porém com o avanço da tecnologia foram habilitados acessos remotos, o que proporciona maior comodidade e disponibilidade de dados ao operador e demais componentes da gerência (PAIOLA, 2012).

As telas de visão global apresentam o sistema como um todo em uma única tela, nelas estão expostas as informações mais significantes sobre o processo, assim como os equipamentos e os valores de trabalho que eles apresentam naquele determinado momento (BAYER *et al.*, 2011).

As demais telas são de funções que operam de forma individual e com ações específicas, seja ela na ativação e desativação de equipamentos e etapas de controle, como as que verificam os parâmetros dos equipamentos e suas alterações, como as que medem valores numéricos, programam o tipo de manutenção de acordo com o diagnóstico dos dados e as que apresentam relatórios e histórico de falhas (BAYER *et al.*, 2011).

Essas telas podem apresentar de acordo com algumas particularidades e são destacadas pelos aspectos que representam, a tela do operador é diferente da tela apresentada para a gerência. Cada setor visualiza aquilo que corresponde as suas atribuições, o operador é o responsável em tratar das ações que mantem o exercício da operação, enquanto a gerência articula meios para potencializar o processo (PAIOLA, 2012). Os sistemas SCADA desempenham um papel altamente relevante na indústria e são vistos como uma ferramenta que participa de forma positiva para a operação, como também para a gerência, que utiliza dessas informações para compor melhorias

Essas funcionalidades do sistema SCADA são compatíveis para a geração de melhorias no processo, o *software* disponibiliza determinadas funções para integrar nos espaços métodos que potencializem formas de qualidade (CONSTAIN, 2011). São essas medidas que proporcionam orientações para manter a estabilidade do sistema e gerar melhorias para o ambiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado um estudo de revisão bibliográfica referente a definição e avanço dos sistemas de automação para o setor industrial, com uma observação a respeito das técnicas e dispositivos que envolvem a construção dos sistemas SCADA, evidenciando as funções desses métodos que tendem em atrelar ações de melhorias para o ambiente industrial.

Os sistemas de automação com dispositivos dotados de inteligência integram elementos de qualidade em processos produtivos, com funções que atrelam estabilidade e um correto funcionamento das etapas. Utiliza-se a automação para encaixar soluções com respostas rápidas e significativas para os processos, sendo que, esse método pode auxiliar em diversas atividades.

Os sistemas SCADA dimensionam ferramentas de precisão, segurança e facilitam o monitoramento dos equipamentos em tempo real, os dispositivos de comunicação operam em conjunto para definir o equilíbrio de atividades minuciosas e complexas.

De acordo com o desenvolvimento desse estudo, comprova-se que essas tecnologias vinculadas fortalecem melhorias para as atividades de processos industriais, introduzindo mais qualidade e o correto funcionamento dos equipamentos através do monitoramento constante. Tem-se a constatação de que a utilização dessas tecnologias é viável para o am-

biente industrial e gera impactos positivos para o comportamento de toda a planta.

Neste estudo, a definição dessas tecnológicas demonstra os itens que favorecem o setor de produtividade, os pontos positivos e os dispositivos que se integram para a formação desses sistemas. Para conduzir as etapas do estudo, a pesquisa foi direcionada com o intuito de observar e explorar ideias com embasamento nem trabalhos científicos, livros e revistas publicadas. Espera-se que esse estudo possa servir também para a construção de demais estudos na área de Engenharia e que sirva de base acadêmica para compor novos projetos.

As etapas desse estudo proporcionaram um aspecto positivo em função ao aproveitamento teórico com base nos assuntos observados durante o curso de Engenharia de Controle e Automação, se transformando em uma etapa fundamental para minha formação profissional.

Referências

- ANDRADE, Alexandre Acácio de. **Desenvolvimento de sistema especialista com operacionalidade de aprendizado para operar em tempo real com sistemas industriais automatizados**. PhD Thesis. Universidade de São Paulo. 2007.
- BAYER, Fernando Mariano *et al.* **Automação de sistemas**. Santa Maria-RS: Rede Etec Brasil, 2011.
- BOARETTO, Neury. **Sistemas supervisórios**. Joinville: Instituto Federal Santa Catarina. 2008.
- BRANQUINHO, Marcelo Ayres *et al.*, **Segurança de automação industrial e SCADA**. Elsevier Brasil, 2014.
- CONSTAIN, Nicole Beatriz Portilha *et al.* **Integração de sistemas SCADA com a implementação de controle supervisório em CLP para sistemas de manufatura**. 2011.
- DA SILVA, Ana Paula Gonçalves; SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios?** São Paulo, 2005.
- DE CAMARGO, Valter Luís Arlindo. **Elementos de automação**. Saraiva Educação AS, 2014.
- GOEKING, Weruska. **Da máquina a vapor aos softwares de automação**. Portal O setor elétrico, Santa Celília, SP, 2010.
- GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; PAN, Simon Shi Koo. **Complexo eletrônico: automação do controle industrial**, 2008.
- JUNQUEIRA, Gustavo Santos. **Análise das possibilidades de utilização de sistemas supervisórios no planejamento e controle de produção**. Tese de Doutorado. Universidade de Sabão Paulo. 2003.
- LAMB, Frank. **Automação industrial na prática-série Tekne**. AMGH Editora, 2015.
- LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Redes Industriais para Automação Industrial- As-I, Profibus e Profinet**. Saraiva Educação AS, 2010.
- PAIOLA, Carlos EG. **O papel do supervisório no atual contexto tecnológico**. 2012.
- RIBEIRO, Marco Antônio. **Automação industrial**. Salvador: [sn], 1999.
- ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Automação industrial**. Santa Maria: E-tec Brasil, 2016.
- ROSARIO, Joao Mauricio. **Automação industrial**. Editora Baraúna, 2009.
- SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 16, 2003.
- SILVA, Fabricio Roosevelt Mela da. **Implantação e desenvolvimento de uma rede de automação industrial e sistema SCADA para estação de tratamento de água purificada**. Dissertação de Mestrado. Brasil. 2017.
- THOMAZINI, Daniel; DE ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. Saraiva Educação AS, 2020.

14

AUTOMATIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA *AUTOMATION OF IRRIGATION IN AGRICULTURE*

Júlio Adriano da Silva Ferreira

João Vítor Raposo Costa

Jorge Luís Carvalho Maciel

Joshiclayton Lopes Rego

Juan Carlos Pereira Silva

Ronilson da Silva Santos

Fernanda Leite Saraiva

Resumo

A automação está presente nos mais diversos setores na sociedade, na indústria, nas residências, nas escolas, nas organizações governamentais, como também na irrigação, em todos esses locais a automação tem contribuído para a sustentabilidade, a economia, a geração de lucros e ao meio ambiente em geral. Falar em automação é falar em economia e praticidade, pois a automação compreende técnicas que visam a construção de sistemas ativos que são capazes de fazer uma atuação com um elevado grau de eficiência. Quando aplicada à irrigação – atividade que visa suprir a demanda de água que as plantações necessitam para sua sobrevivência – a automação desempenha o papel de reduzir desperdícios tanto da água quanto da plantação pois é preciso fazer uma análise do solo para entender e tomar a decisão de irrigar ou não e isto é feito por microprocessadores e microcontroladores integrados a sistemas que possuem sensores e atuadores. Este trabalho visa o estudo da viabilidade da automação nos sistemas de irrigação e faz um estudo detalhado a respeito do tema em questão.

Palavras-chave: Automação, Irrigação, Estudo, Economia.

Abstract

Automation is present in the most diverse sectors of society, industry, homes, schools, government organizations, as well as irrigation, in all these places automation has contributed to sustainability, the economy, the generation of profits and the environment in general. Talking about automation is talking about economy and practicality, because automation comprises techniques aimed at building active systems that are capable of performing with a high degree of efficiency. When applied to irrigation – an activity that aims to supply the water demand that plantations need for their survival – automation plays the role of reducing both water and plantation waste, as it is necessary to carry out a soil analysis to understand and make a decision to irrigate or not and this is done by microprocessors and microcontrollers integrated into systems that have sensors and actuators. This work aims to study the feasibility of automation in irrigation systems and makes a detailed study on the subject in question.

Keywords: Automation, Irrigation, Study, Economy.



1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da quinta geração de telefonia móvel, o 5G, que traz consigo uma melhora significativa na conexão de internet, possibilitara uma troca de informação mais rápida entre equipamentos, assim retornando uma resposta com mais rapidez fazendo com que o sistema opere com mais eficácia. Diante disto a automatização da irrigação no cultivo de alimentos visando o menor consumo de água torna-se possível e imprescindível, haja vista que a agricultura é uma atividade que mais consome água.

Tendo em vista que a água é um recurso natural de extrema importância para a sobrevivência de vida orgânica no planeta Terra, este trabalho pretende mostrar a importância da automatização da irrigação na agricultura, haja vista que em um sistema de irrigação não automatizado podem ocorrer irrigações desnecessárias, assim havendo desperdício com essas que podem ser contornadas pela automatização delas.

Levando em consideração o cenário atual, esta pesquisa tem como problema: quais os principais impactos da automatização da irrigação na redução do consumo de água na agricultura? Além de apresentar as pessoas que ainda não conhece para acerca do tema supracitado e mostrar os benefícios para a redução do consumo de água na irrigação das culturas de alimentos que é precioso e precisa ser conservado.

Este trabalho tem como objetivo geral “analisar os benefícios da automatização da irrigação na agricultura. Referentes aos específicos, “conceituar o que é automação”, “analisar o consumo de água com irrigação na agricultura” e “entender de que forma os usuários podem ser beneficiados pelo uso da automação na agricultura no que diz respeito a automatização da irrigação”.

No que se refere a metodologia desenvolvida, nesta pesquisa, de cunho descritiva, foi realizada como uma revisão bibliográfica, no qual foi pesquisada em fontes como livros, dissertações, artigos científicos e demais matérias de cunho científicos publicados no período dos últimos 22 anos, onde foram coletadas por meio de pesquisa em banco de dados de ferramentas de busca como Google Acadêmico, Periódicos CAPES, ScienceDirect e SciELO.

2. AUTOMAÇÃO – CONCEITOS E DEFINIÇÕES AO LONGO DA HISTÓRIA

Para Roggia e Fuentes (2016, p. 15) é necessário que se conheça a diferença entre mecanização e automação, para que se haja a devida compreensão sobre o conceito de automação, a mecanização baseasse na utilização de máquinas para a substituição do esforço físico em determinadas tarefas que antes demandavam para realização, que agora não mais necessitam, porém não necessariamente é executada de forma automática que é o caso da automação na qual possibilita fazer uma tarefa por meio de máquinas que são controlada automaticamente.

Ainda segundo Roggia e Fuentes (2016, p.15) a automação pode ser definida de forma simples como um sistema de controle no qual os equipamentos verificam de forma autônoma a sua operação, através de sensores que efetuam medições, e por meio deste introduzem correções, sem a necessidade de intervenção humana.

Desde a pré-história o homem vem criando meios para que a sua vida fique cada vez mais fácil, como quando, por exemplo, o ser humano inventou a roda d'água, o moinho de

vento e a roda, inventos nos quais foram grandes feitos para a época, pois por meio deles foram proporcionadas mudanças significativas em alguns trabalhos. Não há um registro histórico especificando quando, como e onde surgiu a automação propriamente dita, é de conhecimento que para o surgimento da automação ocorreram vários acontecimentos que acarretarão para a criação da automação como é hoje em dia.

Por volta do final do século XVII e início do século XIX, quando ocorreu a Primeira Revolução Industrial, houve uns dos primeiros registros histórico, que se tem registro na história da humanidade, de um dispositivo automatizado é o invento do famigerado regulador de esferas de James Watt, desenvolvido em 1769, dispositivo mostrado na Figura 1, o qual servia como ferramenta para o controle de velocidade de um motor movido a vapor, que era utilizada em uma das principais invenções da Primeira Revolução Industrial a Máquina a Vapor, e o modo como ela funcionava era através dos princípios da força centrífuga exercidas sobre duas esferas, e que com o aumento da força centrífugas, provocado pelo aumento da velocidade do motor movido a vapor, as esferas tendiam a moverse para fora, que, conseqüente impulsionava o mecanismo para cima que o deslocamento deste dispositivo obstruía parcialmente a passagem de ar quente, vapor, através da válvula que em consequência a esse processo fazia com que a velocidade de rotação do motor diminuísse e quando havia essa redução na velocidade do motor ocorria a desobstrução da válvula havia aumento de pressão provida do aumento de vapor na câmara fazendo com que a velocidade da máquina aumentasse. Esse processo fazia com que houvesse o controle de velocidade do motor (DE MEDEIROS, 2003).

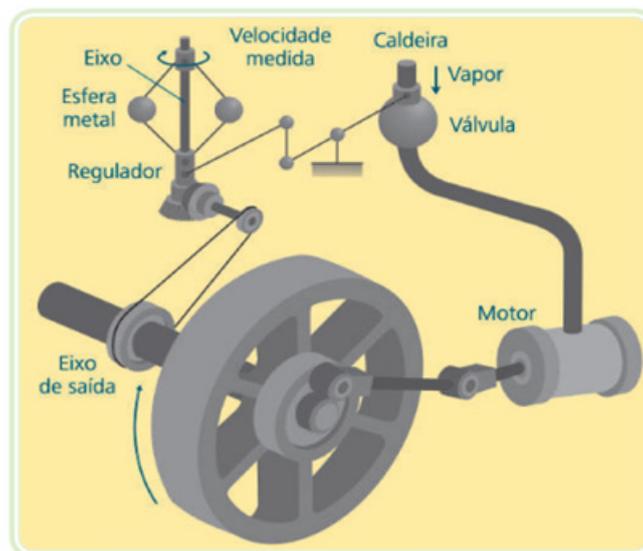


Figura 1 – Regulador de fluxo de vapor de Watt

Fonte: Roggia e Fuentes (2016)

Conforme mostrado na figura acima e explicado no corpo deste texto, é possível observar o Regulador de fluxo a vapor, criado por James Watt durante a Revolução Industrial.

2.1 Automação na indústria

Para Costa, Lisboa e Santos (2003), a automação industrial pode ser definida como um conjunto de técnicas nas quais são construídos sistemas ativos capazes de atuar com um grau de eficiência elevado por meio da troca de informação com meio em que atuam, e com as informações, uma vez recebidas, os sistemas são capazes de calcular a ação corretiva mais adequada para o cenário, e esse sistema comportasse exatamente como um ope-

rador humano o qual, utiliza as informações sensoriais, para pensa e executa a ação mais apropriada.

Com o início da Primeira Revolução Industrial, nasceu as primeiras industriais com ela, e ao longo do tempo em consequência houve o avanço nas industriais, mediante ao aumento de consumo da população houve a necessidade de se produzir em larga escala cada vez mais e com isso houve a necessidade de inserir mais máquinas para que o fluxo de mercadoria que foi gerado pelo aumento da demanda fosse suprido de maneira eficaz.

Em 1967 com a necessidade da empresa General Motors, para então substituir o tradicional sistema de controle de gerenciamento de máquinas na qual utilizava os relés como base para isso, componentes eletromagnéticos, ou seja, quando uma corrente percorri a bobina ela gera um campo eletromagnético que atrai o contato interno do dispositivo fechando ou abrindo o circuito, e por conta de disso demandavam muito cabos elétricos e muitos relés para a lógica de controle das máquinas, e a vida útil destes eram limitadas, um dos fatores que de diminui a vida útil é o desgaste dos contatos, pois com o abrir e fechar do contato há o desgaste, natural, provocado pelo atrito entre eles. E segundo Silveira e Lima (2003) outro motivo pelo qual houve essa necessidade é que a programação máquinas utilizadas era extremamente complexa e demandava a instalação de painéis e cabines de controle com centenas destes dispositivos, relés, que necessitam de grande interconectividade e energia para seu o funcionamento.

Diante deste cenário surgiu o Controlador Lógico Programável (CLP), criado pela empresa BedFord Association, em 1968, com o nome de *Modular Digital Controller (MODICON)*, esse foi o primeiro CLP (Controlador Lógico Programável) da história que substituiu todos os equipamentos antes utilizado pela indústria para esse fim, controla o chão de fábrica. Vale ressaltar que esse invento só foi possível com o advento do Circuito Integrado (CI), que foi inventado décadas antes, em 1958, da criação do importantíssimo invento que foi o CLP, dispositivo esse que colaborou para a propagação da automação na indústria.

Esse dispositivo, CLP, que segundo Costa, Lisboa e Santos (2003), é um suporte eletrônico digital para o armazenamento de instruções de funções específicas, lógica, sequencializada, contagem e aritméticas, com o objetivo de controle processos e máquinas.

Ele tem como definição principal linguagem de programação a *Ladder*, a mais comum, uma linguagem natural de electricista. Que de acordo com da Silva (2007, p.9) surgiu com a finalidade de imitar os antigos diagramas elétricos, utilizados pelos técnicos e engenheiros da época, com objetivo de facilitar o entendimento da linguagem por parte dos usuários, assim tendo uma maior aceitação do produto no mercado. A linguagem *Ladder* consiste em um diagrama composto por duas linhas dispostas na vertical, na qual representa a polaridade de uma fonte de tensão contínua, exemplo, uma bateria, e entre as linhas são desenhados ramais horizontais que possuem chaves, podem ser abertas ou fechadas representando os estados das entradas do CLP, assim facilita a passagem de um diagrama elétrico para a linguagem *Ladder*.

Assim, segundo Magalhães, Rodrigues e de Oliveira (2003), o CLP é constituído basicamente por dois elementos principais a Unidade de Processamento Central (CPU) e interfaces para os sinais de entradas e saídas, que através da CPU executa um programa em uma linguagem, que pode ser na linguagem supracitada anteriormente, e realiza de ciclicamente as ações de leituras das entradas, e atualiza as saídas de acordo com a programação do usuário.

Ainda segundo Magalhães, Rodrigues e de Oliveira (2003), todo esse processo é chamado ciclo de varredura e podem ser descritas como:

- a) Leitura das entradas - parte em que feito a leitura das entradas armazenando o estado na imagem de entrada;
- b) Execução do programa – parte na qual o programa é executado seguindo a sequência de acordo com as instruções;
- c) Leitura das saídas – parte em que as informações contidas na memória imagem de saída, após serem atualizadas pelo programa do usuário, são transferidas para a saída.

2.2 Automação na residência

De acordo com Pereira (2007), uma das primeiras invenções que contribuiu para o surgimento da automação residencial, como conhecemos hoje em dia, foi o advento das máquinas elétricas de lavar roupas em 1908. Depois disto, o autor destaca que houve iniciativas isoladas, como os detectores de palmas e os de assovios, o qual permitiam que os eletrodomésticos e lâmpadas ligassem e desligassem de forma remota. E o autor ainda salienta que embora a história da automação residencial ser formada por uma composição de histórias de outras tecnologias ao qual relacionam-se foram cruciais para desenvolvimento da área, por exemplo, o rádio, telefonia e os videogames, não colaboram tanto quanto a televisão, computadores pessoais, a internet e o controle pela alimentação de força, pois estes são consideradas peças fundamentais para o que hoje conhecido como automação residencial.

Segundo Pereira (2007), Automação Residencial é da automação residência que de acordo com ele, consiste em sistema criado para execução de tarefas repetitivas ou da ocorrência de determinados eventos, e esses sistemas, de automação, possuem instrumentos que devidamente pré-programados controlam seu funcionamento, com pouca ou nenhuma intervenção humana. E que ela pode ser descrita como um ciclo com três fases: primeira fase – etapa em que é feita a leitura do ambiente coletando e armazenando informação sobre seu estado; segunda fase – etapa está na qual é definida qual a necessidade, a ordem e a forma de atuação levando em conta os objetivos antes estabelecidos para o estado; e a terceira fase – etapa onde são realizadas as ações necessárias para alterar o estado do ambiente. Assim, a automação compõe-se em sensoriamento, controle e comando.

Outra definição para Automação Residencial é o aglomerado de tecnologia em que permite aos seus usuários a gestão de variados recursos, este compatíveis, presentes em seus lares, visando melhorar a segurança, a comunicação, o conforto e a gestão de recursos hídricos e energético de sua residência ou habitação melhorando a qualidade de vida do usuário. Por exemplo, uso de câmeras de segurança, equipamento este, em que se consegue resguardar o lar em qualquer distância, sendo necessário apenas que as câmeras estejam conectadas a rede internet que facilmente pode ser feito utilizando uma rede de internet sem fio, WI-FI, e de um dispositivo com acesso a internet, exemplo, um celular ou notebook.

Segundo Fazano Jr. (2013), podem ser utilizadas outras denominações para a Automação Residencial, tais como Automação Doméstica, Domótica, Residências Inteligentes, Casa do Futuro entre outros, porém dos termos supracitados há um que se destaca dos demais, e que cada vez mais vem popularizando-se na Europa, ganhando notoriedade, que serve para melhor representar a automação que acontece na residência, é “Domótica”, termo este, que vem da junção da palavra “domus”, palavra esta que vem do Latim e

que significa casa ou residência, juntamente com robótica.

Uma definição para uma casa inteligente é a dada pelo Zborowski e Lima (2017, p.18), definem como um ambiente o qual é automatizado e os sistemas que compõem o ambiente passa a ter interconexão entre si, o qual permite atividades que são realizadas repetidamente possam ser feitas de forma automatizada, proporcionando conforto e segurança para os moradores, além de permitir o controle e monitoramento a distância.

Atualmente encontra-se no mercado, aparelhos que funcionam como uma espécie de central, mediadores, para o gerenciamento de produtos inteligentes que constituem uma casa inteligentes, entres estes equipamentos tem-se o *Amazon Echo* dispositivo que funciona como um gerenciador central o qual permite aos seus usuários, quando conectado ao *Alexa Voice Service*, consigam por voz, obter informações sobre o tempo, notícias, esportes, fazer compras em lojas ou restaurantes de forma *online* e tocar músicas entres outros. E com o auxílio de outros aparatos que são conectados a ela, não fisicamente, como tomadas e interruptores inteligentes, possibilitam que os usuários possam controlar outros dispositivos como lâmpadas, eletrodomésticos, entre outros dispositivos (ZBOROWSKI; LIMA, 2017).

3. ÁGUA – IRRIGAÇÃO E CONSUMO

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), os recursos hídricos estão sob crescente estresse e degradação em consequência aumento da população, ao consumo e produção insustentáveis. As mudanças climáticas, que vem assolando o mundo, estão alterando os padrões de chuva e a disponibilidade de água doce, no mundo, o que resulta em sua escassez que está relacionado ao ciclo hidrológico. Esses fatores vêm se tornando, cada vez mais, um limitante para a agricultura de pequena, média e grande escala. Esses fatores assolam também os serviços ambientais e as funções dos ecossistemas, os quais são responsáveis por manter os sistemas de água e subsistência do homem.

É de conhecimento, da humanidade, que a água é um recurso natural fundamental para a existência e continuidade para forma de vida orgânica no planeta Terra como a conhecemos, e que esse recurso é encontrado em abundância neste planeta o qual é famigerado por Planeta Água. Cerca de 71% da superfície do planeta é constituída por água, com um volume aproximadamente de 1,3 bilhão de km³, a qual é encontrada, naturalmente, nos três estados físicos da matéria os quais são: sólido (gelo), líquido (água líquida) e gasoso (vapor) (GRASSI, 2001).

Ainda segundo Grassi (2001, p.32) dos 71% da água compõe o nosso planeta 97,5% dela encontrasse nos oceanos e mares, ou seja, na forma de água salgada, a qual é imprópria para o consumo do ser humano, e a percentagem restante 2,5% são de água doce, porém 2/3 dela encontram-se na forma sólida, gelo, nos glaciares e calotas polares na Antártida e no Ártico. Aproximadamente 0,77% dos 2,5% de água doce, presente na superfície terrestre, está disponível para o consumo humano, na qual encontrasse em rios, lagos, pântanos, lençóis freáticos, no solo e na atmosfera.

Na Figura 2, podemos observar que apesar do planeta Terra ter a sua superfície composta por 71%, e desta percentagem é 97,5% é salgada, imprópria para o consumo humano, e que apenas 2,5% do total de água é doce, mas vale ressaltar que apesar de ser água doce não quer dizer que é potável ou que pode ser está pode ser utilizada para o consumo, pois como o gráfico mostrar 69,8% encontrasse congelada.



Figura 2 – Distribuição da água no mundo

Fonte: Pena (2022)

Os oceanos detêm a maior parte da reserva de água do planeta e apresentam um tempo de residência de aproximadamente 3 mil anos, e ainda são a principal fonte do vapor d'água que constitui o ciclo hidrológico, além disso desempenham uma função de destaque na manutenção do clima da Terra, pois eles acumulam grande parte do calor irradiado pela nossa estrela (sol). O segundo maior reservatório, no que se refere a água presente em nosso planeta, é os glaciares e calotas polares o qual reside no continente Antártico e este dispõem sua maior parte, cerca de 85% de todo o gelo presente no mundo e o restante, por exemplo, pode ser encontrado ao redor do como no Oceano Ártico e na Groenlândia (GRASSI, 2001).

Segundo De Souza et al. (2014) a importância da água vai além de suas funções na natureza, como acerca da saúde, economia, na qualidade de vida e na cultura, assim, como desempenha um importante papel no advento e desenvolvimento de civilizações, por exemplo, as civilizações mesopotâmicas e egípcias a qual desenvolveram-se ao longo dos rios Tigre e Eufrates e o Nilo.

Ainda segundo De Souza et al. (2014), a utilização da água pela civilização humana busca suprir as necessidades pessoais, tão quanto as atividades econômicas (agrícolas e industriais) e sociais, e que a qualidade dela é uma característica indispensável no tocante ao uso no que diz respeito ao consumo humano tanto pessoal quanto no ramo agrícola. E vale ressaltar que o uso dela ao longo dos anos vem sofrendo restrições em decorrência de causas naturais e antrópicas, ações realizadas pelo homem, que resulta na alteração da qualidade e quantidade disponível para consumo humano.

3.1 Consumo de água ao longo da história com irrigação

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2021, p. 11) “a irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas”.

De acordo com ANA (2021) a irrigação no mundo, acontece desde as primeiras civilizações, principalmente nas regiões secas, por exemplo, o Egito e a Mesopotâmia. Como a agricultura originou-se em regiões que havia uma frequência de chuvas a qual atendia a quantidade de água e no tempo correto, isso fez com que a irrigação começasse a surgir

mais recentemente. No Brasil, a prática de irrigação se iniciou na década de 1900 na cultura de arroz no Rio Grande do Sul.

De acordo com ANA (2021) os métodos de irrigação podem ser agrupados conforme a forma como a água é aplicada, e dos métodos destacam-se quatro a saber:

- Irrigação por superfície – nesse método a água é colocada sobre o solo e o nível é controlado para aproveitamento das plantas, um exemplo é o sistema por inundação o qual se destaca o cultivo de arroz;
- Irrigação subterrânea – consiste na aplicação da água abaixo da superfície do solo, na região em que possa ser aproveitada pelas raízes das plantas;
- Irrigação por aspersão – água é disposta sob pressão acima do solo, com o auxílio de aspersores ou orifícios como uma chuva artificial.
- Irrigação localizada (ou microirrigação) – ocorre em áreas bastante limitadas, onde utilizasse baixos volume, com uma pressão baixa, de água em intervalos menores, ou seja, com uma frequência maior.

Segundo Tomassoni (2009), Pinto (2009) e Silva (2009) a demanda mundial de água destinada para a agricultura atinge 70% do total gasto no mundo, e com o passar do tempo este consumo tende a aumentar, principalmente com o aumento das áreas irrigáveis, que acompanha o descimento da população, e devido a degradação da terra por usos de sistemas de manejo de solo não conservacionistas, além dos sistemas no qual é feita a aplicação de água de forma pressurizadas terem uma baixa eficiência e as drenagens serem inadequada para a cultura o que resulta em um gasto, elevado, de água e na salinização do solo. O autor ainda ratifica que há problema no mundo todo relacionados a má gestão dos recursos hídricos, principalmente no que se refere a irrigação.

Para Christofidis (2008) há um desafio para garantir a disponibilidade de água para os ecossistemas, e este está relacionado à pressão antrópica exercida sobre a quantidade, qualidade e a dinâmica do fluxo de água. Para ele é necessário conhecer atividades e ações que levam a perda de qualidade e quantidade de água, por exemplo, o abastecimento do ser humano, a industrial, os cultivos de alimentos, o avanço de áreas novas para utilização da agricultura tradicional e pela atividade pecuária.

De acordo com Christofidis (2008) no século XX as captações de água, para variados usos, tiveram um crescimento superior ao da população, mais que o dobro dela, e que a agricultura irrigada é a atividade que colaborou com grande parte desse crescimento com uma quantidade por volta de 2.500 km³/ano de água no ano de 2000.

Ainda segundo Christofidis (2008), em grande parte das áreas irrigadas são aplicadas, por ano em cada hectare, um volume de cerca de 10.000 m³ de água, que quando comparado o volume de água utilizado com a correspondente produção agrícola aparenta uma produtividade hídrica baixa. O autor afirma que esta sensação é ratificada quando se olha as perdas de água que ocorrem no processo através das infraestruturas e componentes que constituem o sistema que conduz, distribui e aplica a água nos cultivos. Apenas a metade do recurso hídrico destinado à irrigação retorna à atmosfera como fluxo de água verde; e a outra metade, da água que foi destinada à irrigação, é referida comumente como “*água perdida*” ficará no ambiente através dos corpos hídricos que se encontram tanto na superfície quanto nas regiões subterrâneas.

Segundo FAO (2020) a agricultura é a atividade humana que mais consome água no mundo. De acordo com a entidade corresponde a 70% das retiradas de água em todo o mundo, e que esta continua a aumentar. Dados apontam que em países de baixa renda a

percentagem dos recursos hídricos gasto para agricultura é de 91%, e que países de renda alta essa percentagem cai para 43% de seus recursos e em países menos desenvolvidos e em países desenvolvimento que não possuem litoral este gasto é 90% do total de água.

De acordo com ANA (2021) a irrigação é a atividade responsável por 50% das retiradas de águas mananciais superficiais – aqui cabe destacar os rios e lagos além das regiões subterrâneas no Brasil, essa percentagem próxima fica próxima da média observada no mundo. A entidade compara o uso dela com o abastecimento urbano que em termo de captação chega a 24% do total de água retirada.

O uso da água, destinado para irrigação, não é suportado pelo escoamento superficial dos rios, isso faz com que busquem meios para suprir essa necessidade que a atividade necessita, como as reservas de águas subterrânea. A exploração desses recursos hídricos subterrâneos está fazendo com que reservas, em algumas partes do mundo, venha a abaixar o seu volume, em particular no Oeste dos Estados Unidos da América, no Norte da China em algumas partes do Sul da Ásia, em níveis superior a um metro por ano, e estima-se que no mundo de 15% a 35% das captações alocada para a irrigação não são sustentáveis (WWF, 2006).

Estudos indicam que é possível fazer a otimização da eficiência do uso da água, assim, podendo ser utilizada para a sustentabilidade dos recursos hídricos, o que se dá por duas maneiras. A primeira é a análise das curvas de respostas físicas da produtividade e da eficiência da água, neste, a eficiência da utilização da água é feita através da razão entre a produtividade pela evapotranspiração da cultura, já a segunda é a busca pela criação de métodos que visem reduzir o consumo de água nas irrigações colaborando assim para uma irrigação de qualidade e para uma produtividade maximizada. (Coelho; Filho; Oliveira, 2005)

Segundo Almeida (2010) “umas das maneiras obvia para se enfrentar o desafio para o melhor aproveitamento das águas aptas para irrigação está em reduzir a quantidade de água aplicada em cada irrigação”. Complementando a isso, pode-se afirmar que há outras maneiras de realizar esse aproveitamento e uma dessas, é justamente a aplicação da automação no processo de irrigação de lavouras e plantações tanto de pequeno, como de médio e grande porte.

4. AUTOMAÇÃO DE IRRIGAÇÃO NO DIFERENTES SETORES DA AGRICULTURA

A irrigação compreende uma das atividades culturais com mais influência na produção agrícola. Neste setor da economia que tanto contribui para o desenvolvimento da sociedade o consumo de água é elevado e cada dia são estudadas diversas técnicas de como reduzir o consumo deste bem precioso. A irrigação traz benefícios que vão desde a distribuição de forma igualitária até a contribuição com o aumento da produtividade das culturas (CRUZ, 2009).

Visando reduzir e evitar o desperdício de água, estudos procuram critérios para proporcionar uma melhor eficiência quando se trata da aplicação de água. Sabe-se que, na agricultura, a eficiência da água constitui um dos parâmetros mais importante na seleção de métodos que aplicam e realizam manobras da água consumida na irrigação, o que colabora para uma produção melhor e com um consumo de água menor, ou seja, aumentando a produtividade e diminuindo gastos, a possibilidade de lucros é elevada além de contribuir com o meio ambiente (CRUZ, 2009).



Diante disto, é de fundamental importância que o sistema utilizado para fazer irrigações seja capaz de tomar decisões a partir de coletas de dados informados pelo sistema, e aqui entra a automatização que utiliza de diversos sensores, atuadores, microcontroladores e sistemas capazes de fazer leitura do solo e com os dados obtidos através dos sensores, tomar a decisão de quando se deve irrigar a plantação (CRUZ, 2009).

A determinação da quantidade de água presente no solo ocorre de forma variável, fatores como a chuva aumenta a quantidade e em tempos de seca, diminui. Desta forma, os sensores atuam de forma a fazer a leitura do solo e enviar esses dados ao sistema automatizado para que tome ou não a decisão de liberar a irrigação da plantação, essa decisão é tomada de acordo com os parâmetros definidos pelos agricultores (CRUZ, 2009).

Por outro lado, quando a área agrícola é extensa, o monitoramento dos parâmetros do solo (por sensores com fio) pode se tornar lento e com custos elevados, devido a gastos com fios, a dificuldade de instalação ocasionado pelas imperfeições no solo e de obtenção dos dados, por parte do agricultor, podem constituir empecilhos. Por este motivo, há a possibilidade de obtenção de sensores sem fios, que corroboram com economia de tempo e na redução de gastos (VASCONCELOS, 2013).

Quando se tem “uma cultura completamente monitorada por sensores, pode-se utilizar os dados coletados para se automatizar o processo de aplicação de água” (VASCONCELOS, 2013, p.13). A transição da irrigação manual para o automático não causa qualquer prejuízo para a produção. Logo, pode-se afirmar que a automação muito contribui para a otimização da distribuição de água. Tal otimização colabora para a redução de custos com água e energia elétrica além de proporcionar o aumento da produtividade da plantação (VASCONCELOS, 2013).

A automatização de sistemas de irrigação consiste “em um sistema hidráulico controlado por um controlador eletrônico” (REIS, 2015, p. 34). O sistema hidráulico é composto, basicamente, por uma casa onde fica localizada a bomba, comumente chamada de casa de bombas, local onde a água é captada em um reservatório, depois disto através das conexões de canos, a água é lançada pelos aspersores (REIS, 2015).

Em termos nacionais, Brasil, os processos de automatização têm se tornado cada vez mais intensos nos últimos anos, isso se dá, principalmente, em função do aparecimento de técnicas que acompanham a modernidade crescente no setor da agricultura, como também pelas relações internacionais que o país tem. É importante destacar que a quando se aplica automação, as vantagens vão muito mais além de que somente reduzir custos com mão de obra, por exemplo, mas é importante por necessidades operacionais, a exemplo disto, a irrigação de áreas muito grande no turno noturno (REIS, 2015).

Segundo Castrucci (1999 apud REIS, 2015, p. 35) “os sistemas de automação para irrigações têm sido, neste século, uma tecnologia de profunda repercussão” pois segundo os autores, a importância de automatizar não é somente a troca do trabalho humano, que executam tarefas repetidas, mas é, principalmente, a elevação da qualidade dos processos.

Diversos são os benefícios que a automação do processo de irrigação pode trazer, dentre tais, a economia com mão de obra, com água e energia; maior eficiência no processo de irrigação; aumento da produtividade, entre tantos outros que são capazes de aumentar a produtividade e diminuir custos (ESTALIN, 2022).

Independentemente do método utilizado para o monitoramento do conteúdo de água presente no solo, para o uso sustentável da água na irrigação, o princípio da racionalização estará presente para controlar a quantidade de água que é disposta na cultura com o objetivo central de reduzir os desperdícios que assola essa atividade do cultivo na

agricultura, afim de melhorar a absorção da água na planta que acarreta em um aumento na eficiência do sistema de irrigação, o que resulta no equilíbrio sustentável nos aspectos econômico, social e ambiental. Desta maneira, possibilita o uso racional da água, gerando produtividade atrelado a práticas sustentáveis que menor impacta o meio ambiente, além de otimizar o uso de mão de obra nesses sistemas (BATISTA, 2012).

Nas últimas décadas, no que se refere a agricultura irrigada, tem-se observado uma crescente demanda na utilização da automação nos sistemas. O que acarreta, cada vez mais, no uso de sistemas que são interligados e assistidos por redes de comunicação, como os sistemas supervisórios e interfaces homem-máquina (IHM), estes que auxiliam os operadores na supervisão e na análise de problemas que possam vir a acontecer. Nos diversos segmentos que englobam a automação, ela originou-se das necessidades de melhoria, como aumentar os níveis de qualidade de conformação e flexibilidade, alcançar os menores custos de operação, perdas de materiais e custos (BATISTA, 2012).

A automatização da irrigação tende a se popularizar cada vez mais, pois reduz o desperdício de água, além de extingue a necessidade de mão de obra humana que seria mobilizada para o acionamento dos sistemas de bombeamento, bem como na estimativa da quantidade de água necessária a ser aplicada. Tanto na agricultura a nível empresarial quanto a nível domésticos, a automação da irrigação apresenta vantagens, pois potencializa e desonera a produção de vegetal, como também dar a liberdade dos usuários de se ausentarem de suas residências e fazendas com a segurança de poder deixar as plantas livres da seca (BATISTA, 2012).

Existem, no mercado, diversos meios capazes de realizar a automação de lavouras e plantações, dos mais simples até os mais robustos e sofisticado o que acaba atendendo o pequeno, o médio e o grande agricultor. Um desses meios é a utilização de sistemas embarcados que antes eram considerados complexos e caros, contudo, devido aos avanços tecnológicos e a necessidade de uma irrigação com mais precisão, estes sistemas têm se tornado mais populares, podendo ser inseridos em praticamente todos os bens eletrônicos, contribuindo assim para a atividade de irrigação (ROCHA; CUNHA, 2015).

4.1 Microcontroladores e microprocessadores

Um microprocessador, tradicionalmente conhecido por Unidade Central de Processamento, ou mais popularmente como CPU, consiste em uma parcela de um determinado sistema que faz processamentos de dados, procura por instruções na sua memória, decodifica essas instruções e faz a execução de acordo com o que foi pré-programado para realizar. Em resumo, POUSO (2012, pag. 18) afirma que “o microcontrolador é a integração do microprocessador com interfaces de entradas/saídas (I/O) e outros periféricos como temporizadores, em um único chip.”

Para Costa (2020) o microprocessador é considerado um dispositivo lógico programável que fora projetado pela tecnologia VLSI (*Very-large-scale integration*). O microcontrolador é constituído por um significativo número de transistores em apenas um chip de silício. Para o autor, o componente é o mais importante em um computador ou em dispositivo que possui um sistema embarcado.

Para entender o que ocorria antes da invenção dos microprocessadores, é preciso voltar um pouco e perceber que antes era preciso fazer a construção de um circuito de controle específico para cada sistema que precisasse utilizar, o que tornavam os custos exorbitantes, pois a complexidade era tamanha. A história remete que o primeiro micro-

processador surgiu nos anos 1970 (COSTA, 2020).

Já os microcontroladores são circuitos integrados que são utilizados em diversas aplicações digitais, podendo ser capazes, através dos recursos internos, de fazer a execução de programas fazendo a leitura e a escrita digital na forma de tensão coletados em suas portas, são essas leituras que fazem a comunicação com os periféricos externos, permitindo, assim, que se tenha uma expansão das capacidades, tendo um grande leque de aplicações, inclusive, na automatização de irrigações (COSTA, 2020).

De acordo com Pereira (2007 apud COSTA, 2020) “os microprocessadores, ao contrário de seus irmãos microprocessadores, são dispositivos mais simples, com memórias RAM e ROM internas [...]” Para além disto, os microprocessadores têm uma grande velocidade de processamentos de dados, o que, quando aplicado na irrigação, consegue tomar decisões rápidas e precisas.

4.2 Sensores e atuadores

Os sensores, dispositivo utilizado na automação de irrigação, é um dispositivo que dar respostas aos estímulos físicos para o qual são projetados para funcionar, ou seja, estímulos específicos. Em outras palavras pode-se dizer que o sensor é responsável pela transformação de um tipo de energia em outro.

Existe no mercado diversos tipos de sensores, contudo, como este trabalho fala de irrigação, é importante se atentar aos sensores que são utilizados neste meio. Um desses sensores é o sensor de umidade de solo, este, é formado por duas partes, quando aterrada, faz a leitura da umidade do solo, já a outra faz a transformação do sinal recebido e faz o envio, através de sinal analógico, para o microcontrolador, este, através de sua programação faz análise e mostra o resultado obtido ao usuário ou envia para um atuador que é responsável por acionar o sistema de irrigação (AIRA; LIMA, 2017).

Os atuadores também possuem uma diversidade sendo comercializada, mas quando se trata de automação de irrigação, a válvula de solenoide se destaca, pois em praticamente todos os sistemas de automação de irrigação ela está presente, desempenhando a função de controlar a água (AIRA; LIMA, 2017).

De acordo Brugnai e Maestrelli (2010 apud LONGO, 2015, p. 25) “os atuadores atendem a comandos que podem ser manuais ou automáticos, ou seja, qualquer elemento que realize um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada.” Logo, é perceptível que para qualquer sistema de irrigação automatizado, os atuadores estarão presentes executando os comandos enviados pelos outros dispositivos que compõe o sistema de automação.

Em resumo, pode-se afirmar que sem os sensores e atuadores, não seria possível automatizar o sistema de irrigação pois estes desempenham um papel de suma importância, colaborando para que se tenha economia do recurso hídrico e maior produtividade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação da irrigação no cultivo de alimentos visando um menor consumo de água só se tornou possível pelos grandes avanços da tecnologia o que corroborou para a democratização e facilidade ao acesso a esta tecnologia. Sabe-se que nos tempos de outrora os elevados custos e a falta de acesso tornavam muito difícil a esses sistemas que

muito contribui para o desenvolvimento sustentável.

Este trabalho procurou entender de que forma a automação pode contribuir para a irrigação de plantações de grande e pequeno porte, durante o curso deste, fora possível explicar e detalhar sobre água e seu consumo no planeta, qual o impacto da utilização deste recurso nas irrigações e de que forma os sistemas de automação são constituídos para realizar irrigação de maneira econômica e elevar a qualidade das plantações colaborando, desta maneira, para o aumento dos lucros.

Foi possível observar que a automação, presente em todos os setores da sociedade, tem crescido e trazido diversos benefícios aqueles que fazem a utilização dos sistemas automatizados. Na questão da irrigação, é notório que ainda não é uma tecnologia tão presente e nem tão abrangente devido, ainda, aos custos para implementação, como também a falta de conhecimento por parte de muitos agricultores, em especial aqueles que vivem em regiões mais distantes. É importante salientar que diante do contexto, é possível que este trabalho sirva como base para pesquisas futuras para entender como os dados têm se comportado.

Referências

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Altas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2ª edição, BRASILIA: ANA, 2021.

AITA, R. H.; LIMA, J. C. M. **SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA E AUTOMATIZADA**. Pontifica Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: <https://www.politecnica.pucrs.br/conclusao/files/20172-ricardo-hahn-aita-VOLUME-2644.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

ALMEIDA, O. T. **Qualidade da água de irrigação**. 1ª edição. Cruz das Almas BH: EMBRAPA, dezembro de 2010. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

BATISTA, Selma. **Estudo técnico e econômico de um dispositivo visando à automação de sistemas de irrigação a partir do monitoramento do conteúdo de água no solo**. 44p. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

COELHO, E. F.; FILHO, M. A. C.; OLIVEIRA, S. L. **Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água**. Bahia Agrícola, v. 07, n. 01, p. 57-60, 2005.

COSTA, A. A. A. **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO MICRO-CONTROLADOR**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. ERECHIM – RS. Disponível em: <http://200.0.114.122/handle/35974/369>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

COSTA, Isabele; LISBOA, Stella; SANTOS, Talita. **Automação Industrial**. Maio de 2003.

CRISTOFIDIS, D. **O futuro da irrigação e a gestão das águas**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2008. 15 p. (Série Irrigação e água – I)

CRUZ, T. M. L. Estratégia de monitoramento e automação em sistema de irrigação utilizando dispositivos de comunicação em redes de sensores sem fio. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – Ceará. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18074>. Acesso em 02 de novembro de 2022.

DA SILVA, Marcelo. (2003). Controladores Lógico Programáveis - Ladder, Apostila.

DE MEDEIROS, A. A. D. (2003). **Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos**, Apostila.

DE SOUZA, Juliana *et al.* **A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. REDE - Revista Eletrônica do Prodema, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 26-45, 6 jan. 2014.

ESTALIN, R. A. R. **Sistema de monitoreo y control de irrigación usando Internet de las Cosas (IoT)**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica) – Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas. Ibarra- Ecuador, 2022. Disponível em: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12080>. Acesso



em 02 de novembro de 2022.

FAO. **The state of food and agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture**. Roma: FAO, 2020.

FAZANO JR., P. V. P. Projeto Domótico Para Ambientes Inteligentes Baseado Nas Tecnologias Arduino E Google Android. Fundação Educacional do Município de Assis–FEMA–Assis, 2013.

GRASSI, Tadeu. **As águas do planeta Terra**, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Maio de 2001.

LONGO, L. **INTERNET DAS COISAS: USO DE SENSORES E ATUADORES NA AUTOMAÇÃO DE UM PROTÓTIPO RESIDENCIAL**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação). Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14643>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

MAGALHÃES, Ricardo; RODRIGUES, Kleiber; OLIVEIRA, José. Controlador Lógico Programável no contexto da qualidade da energia elétrica. Maio de 2003.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Distribuição da água no mundo**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 01 de novembro de 2022.

PEREIRA, L. A. M. **Automação Residencial: rumo a um futuro pleno de novas soluções**. Congresso Internacional de Automação, Sistemas e Instrumentação - São Paulo. 2007.

REIS, J. S. **Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Automação Industrial) –Universidade Tecnológica do Paraná. Cornélio Procópio – Paraná. 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7470>. Acesso em 02 de novembro de 2022.

ROCHA, R. V.; CUNHA, K. C. B. **AUTOMAÇÃO NO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIA COM A PLATAFORMA ARDUINO**. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar. V. 01, v. 02, INSS: 2448-0452. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/13>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo. **Automação industrial**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico de Santa Maria, Rede e-Tec Brasil, 2016.

SILEVIRA, Leonardo; LIMA, Weldson. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. UFRN-PPgEE, maio de 2003.

TOMASONI, M.A; PINTO, J.E.S.; SILVA, H.P. **A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil**. GeoTextos, v. 5, n. 2, p. 107-127, 2009.

VASCONCELOS, H. S. **Automação De Sistema De Irrigação Em Malha Fechada Utilizando Rede Sem Fio De Sensores Capacitivos De Umidade Do Solo**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Agrícola) –Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – Ceará. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18180>. Acesso em 02 de novembro de 2022.

WWF Brasil. **Relatório Planeta Vivo**. 2006. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?5400/>. Acesso em 01 de novembro de 2022.

ZBOROWSKI, F. A.; LIMA, R. S. **SGCI-Sistema de Gerenciamento de casas inteligentes**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2017.

15

ESTUDO DA AUTOMAÇÃO APLICADA AO SISTEMA RESIDENCIAL

*STUDY OF AUTOMATION APPLIED TO THE RESIDENTIAL
SYSTEM*

Marcilio da Luz da Silva Junior

Resumo

A automação residencial vem alcançando espaço e visibilidade no mercado não apenas por sua situação e modernidade que provoca, mas ainda por possibilitar um melhor uso dos recursos naturais, reduzindo despesas das residências. O presente trabalho se justifica por demonstrar como a tecnologia pode ser útil quando utilizada de maneira eficaz nas residências. O objetivo geral foi demonstrar a evolução tecnológica da domótica, destacando as vantagens e desvantagens de sua utilização. O presente trabalho teve como metodologia a revisão bibliográfica, tendo como fonte de consulta uma variedade literária relacionada ao tema estudado, tais como o uso de artigos, livros e teses sobre o tema. Constatou-se que a automação quando aplicada no sistema residencial oferece diversos benefícios para o morador, além de um grande conforto para o mesmo. A funcionalidade e desempenho dos sistemas precisam estar associadas com a capacidade de implementação e local onde o mesmo será instalado, visto que, todos esses aspectos são necessários para uma melhor experiência com o sistema.

Palavras-chave: Domótica. Automação. Dispositivo eletrônico. Sistemas inteligentes.

Abstract

Home automation has been gaining space and visibility in the market not only because of its situation and the modernity it causes, but also because it allows for a better use of natural resources, reducing household expenses. The present work is justified by demonstrating how the technology can be useful when used effectively in homes. The general objective was to demonstrate the technological evolution of home automation, highlighting the advantages and disadvantages of its use. The present work had as methodology the bibliographic revision, having as source of consultation a literary variety related to the studied subject, such as the use of articles, books and theses on the subject. It was found that automation when applied to the residential system offers several benefits for the resident, in addition to great comfort for the same. The functionality and performance of the systems need to be associated with the implementation capacity and the place where it will be installed, since, all these aspects are necessary for a better experience with the system.

Keywords: Home automation. Automation. Electronic device. Smart syst

1. INTRODUÇÃO

A automação residencial promove diversos benefícios aos habitantes que dela desfrutam tais como, a facilidade de comunicação, segurança, entretenimento e, especialmente, conforto e economia de energia. Como a tecnologia está cada vez mais presente na vida das pessoas, os benefícios apresentados têm motivado a procura por residências adequadas a receber essas tecnologias. Com o desenvolvimento da tecnologia, incluindo vários campos, desde materiais de construção até redes de comunicação, começou-se o processo de transformação e rompimento de paradigmas pertinentes à habitação. Segundo essa transformação, apareceu a automação residencial que, por meio de sistemas de automação, possibilita mudar uma simples residência em uma construção inteligente

A utilização da automação em casas tem evidenciado que é aceitável adequar ou ampliar benefícios em pontos como: gerenciamento técnico, conforto, economia, precaução de acidentes e falhas de equipamentos, e ainda segurança aos usuários. Também popular como Domótica, Residência Inteligente ou Casa do Futuro, a Automação Residencial aborda a inclusão de serviços e tecnologias, que tem por objetivo transformar uma residência automatizada e conseguir melhor segurança, praticidade e conforto.

Através do avanço tecnológico os indivíduos estão constantemente buscando comodidade, praticidade e segurança às suas casas. A automação residencial vem alcançando espaço e visibilidade no mercado não apenas por sua situação e modernidade que provoca, mas ainda por possibilitar um melhor uso dos recursos naturais, reduzindo despesas das residências. Dessa forma, surge a seguinte pergunta problema: quais os benefícios de um sistema residencial automatizado?

O objetivo geral é demonstrar a evolução tecnológica da domótica, destacando as vantagens e desvantagens de sua utilização. Tendo como objetivos específicos, apresentar uma contextualização sobre a automação residencial (domótica) e seus dispositivos inteligentes; apresentar a tecnologia utilizada em sistemas de automação residencial; identificar as contribuições que podem ser proporcionados pela utilização da domótica.

A pesquisa realizada neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada consulta a livros, dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados Google Academy, Biblioteca, Microsoft Academic Search. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave úteis.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial (originária do termo inglês *home & building automation*) é um procedimento que avalia a automação de uma residência. Domótica é o termo normalmente empregado para caracterizar a automação residencial (*homeautomation*), que deriva do termo francês “domotique”, que institui o conceito de “casa automática” (CARVALHO; JUNIOR, 2019). Para Moreira (2013), o setor da automação residencial está em forte desenvolvimento e concretizado há diversos anos, desenvolvendo uma oferta pronunciada e adequadamente notada pelos consumidores. A automação tem início no começo da humanidade, sem ter entendimento ao certo de uma data que confirme seu surgimento. A automatização é considerada como qualquer método que ajude o indivíduo nas suas ações do dia a dia, sejam elas de vendas, nas indústrias ou em residências.

A Revolução Industrial alavancada no século XVIII proporcionou ainda mais a automação no mundo, brotada a partir da mecanização, utilizada até nos processos produtivos. Em 1975, uma tecnologia conhecida como X-10 permitiu que aparelhos e luzes se comunicassem uns com os outros ao longo da década de 1990, uma série de propagandas sobre o X-10 ajudou a popularizar essa tecnologia de automação residencial (SANTOS; DELFINO, 2019). Praticamente, qualquer processo mecânico ou eletrônico em uma residência puder ser otimizado para operar com uma melhor aplicação e rendimento por meio da automatização. No decorrer dos anos, as apresentações de residências vêm enternecendo os indivíduos com a idealização de que a tecnologia realizará todos os pontos de suas vidas, tornando mais fácil todas as operações (RODRIGUES, 2018).

A tecnologia permite que se tenha um nível de domínio sob os sistemas eletrônicos de residências, com um custo a cada dia mais acessível. A forma de como a eletrônica é integrada nessas residências se torna um grande diferencial para que se tenha um controle automatizado (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

Um sistema padrão em uma residência é composto por elementos de áudio e vídeo, aquecimento e refrigeração, ferramentas de comunicação e monitores de segurança. Já com a metodologia domótica, esses sistemas podem ser de mais fácil acesso de diversos locais dessas casas, sabendo a situação do outro elemento, inclusive respondendo em conformidade. Os mesmos ainda podem ser controlados remotamente, utilizando a Internet das coisas ou aparelho celular.

Desta forma, a domótica pode ser entendida como integração (RODRIGUES, 2018). Uma edificação integrada possibilita um domínio mais apropriado de seu ambiente e um melhor desempenho de entretenimento. Existem estudos, projeções, tecnologia e residências que já funcionam por meio desses recursos da automação (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

A tecnologia de um modo geral é desenvolvida para que o ser humano tenha conforto e o progresso das ciências de automação e controle possibilitou a efetuação do que há alguns anos não se imaginava. A rápida evolução da tecnologia vem trazendo grandes possibilidades e os controles de automação demonstram isso (SANTOS; DELFINO, 2019). Um sistema domótico pode ser descrito como aquele que por meio de uma rede de comunicação possibilita a ligação e integração de uma sucessão de instrumentos, ferramentas e outros sistemas, com a finalidade de adquirir dados sobre o ambiente residencial e o âmbito em que o mesmo está inserido, e realizando estabelecidos atos visando à supervisão ou gerencia (MOREIRA, 2013).

Esses sistemas podem ser fragmentados, de forma básica, em dois grupos: sistema de tecnologia distribuída ou tecnologia centralizada. Nos sistemas de tecnologia distribuída, cada um desses dispositivos demonstra sua própria Automação e é conectado a uma rede, por meio da qual se comunica com atuadores e sensores atendendo as carências do sistema domótico. Já os sistemas de tecnologia centralizada são determinados por um elemento de domínio e gerenciamento central, que é responsável por controlar e processar os sinais de todos os dispositivos constituídos dentro do sistema (CARVALHO; JUNIOR, 2019).

É através da Domótica que se é possível transformar residências em locais integrados e demasiadamente automatizados, os tornando mais aconchegantes e agradáveis. É possível programar a residência para responder todas as necessidades de um morador, mesmo que se esteja fora da mesma, como por exemplo, realizar a regulação térmica da casa, ajustando a temperatura apropriada, assim como programar o aquecimento de um alimento pré-estabelecido de modo que a mesma esteja em condições de ser ingerida em um determinado período de tempo (RODRIGUES, 2018).

A tecnologia proporciona ainda mais algumas vantagens, como: redução de custos, fazendo com que se amplie a economia, aumento da segurança, eficácia energética e ampliação de preço do local. Desta forma, a automação doméstica avançada de forma gradativa, representa uma modificação nos projetos de obra, nos profissionais da área e no modo de uso de residências, para que as mesmas se tornem mais práticas e sustentáveis (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

Ao longo dos anos, as demonstrações de casas do futuro têm traz uma ideia de como a tecnologia facilitara a vida da população. Uma casa os equipamentos podem também ser controlados remotamente a partir da Internet ou telefone celular (MOREIRA, 2013). O sistema domótico possui uma rede de comunicação que permite uma ligação entre vários aparelhos, máquinas e demais sistemas, buscando informações acerca da residência e de todos os espaços por ela abrangidos, e alcançando certas medidas para supervisioná-lo ou gerenciá-lo (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

De acordo com Vargas (2018), a tecnologia domótica incide numa ligação de aparelhos conectados que consente a automação de papéis domésticos. Esta automação tem como principal finalidade simplificar o cotidiano dos indivíduos, promovendo a comunicação e a obtenção de informação e alargando a sua segurança e comodidade.

Dispositivos como detectores, sensores, captadores e atuadores trocam informações entre eles ou com centrais inteligentes, acionando os dados recebidos e emitindo sinais, para realizar ativações ou adequações, a determinados aparelhos e/ou providenciar sinalizações e/ou exceções, podendo ainda ganhar respostas de aprovação da operação (SANTOS; DELFINO, 2019). Graças a essa nova tecnologia, é possível integrar e conectar entre si todos esses tipos de instalação. Com a domótica ocorre uma mudança radical no funcionamento da instalação: a informação fornecida por qualquer sensor (termos, detector infravermelho, sensor de luminosidade etc.) é colocada à disposição através de uma rede interna à habitação ou prédio e, portanto, é disponível para ser manipulada a qualquer momento (VARGAS, 2018).

A domótica permite comandar e controlar automaticamente toda uma série de instalações no interior de uma residência. Para executar essas tarefas, usa componentes que podem ser facilmente individualizados e definidos. Como apresentado, trata-se de componentes “inteligentes” conectados entre si por um cabo de sinal chamado BUS. De fato, para poder executar determinadas operações em via automática, é necessário ter (RODRIGUES, 2018).

Sendo assim, a automação residencial se mostra a cada dia mais importante para uma inovação nos conceitos de edificações e modernizações das residências. A Figura 1 apresenta as funcionalidades e aplicabilidades da domótica residência (VARGAS, 2018).

De acordo com Tillman (2013) as primeiras experiências relacionadas ao desenvolvimento de um motor aconteceram na segunda metade do século XVII, e para isso foi utilizado à pólvora utilizada para fazer a movimentação de um pistão dentro de um cilindro. Ressalta-se que os primeiros relatos sobre o aparecimento dos motores de combustão tiveram o começo com o invento das armas de fogo, visto que a energia térmica da explosão se transformava em trabalho.

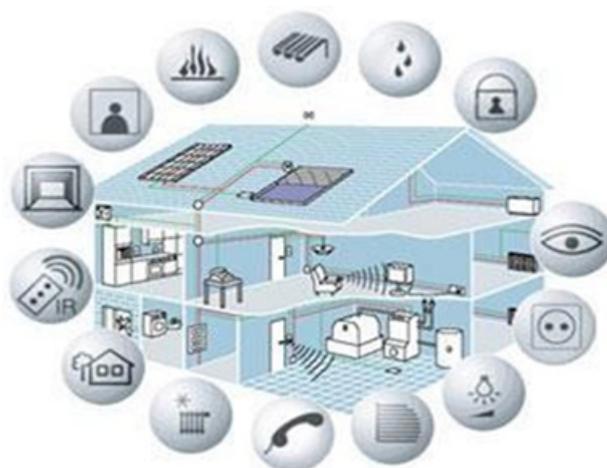


Figura 1 – Demonstração de um Sistema Domotizado.

Fonte: Vargas (2018).

3. TECNOLOGIA APLICADA NO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A Domótica, a princípio é vista como uma inovação que em alguns momentos causam espanto por seu elevado nível tecnológico e pelo referimento ao futurismo, simultaneamente que pode ser entendida como um modelo de modernidade e status. Dessa forma, esse sistema é fragmentado em alguns elementos, sendo que cada um deles, exerce uma função dentro de seu funcionamento (BRITO, 2019).

Um microcontrolador (demonstrado na Figura 2) pode ser considerado um sistema computacional completo com baixa capacidade de processamento, normalmente utilizado na execução de uma ou mais tarefas simples. É um chip composto por uma CPU (Central Processor Unit) ou processador, memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (Input/Output), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D (Analog/Digital) entre outros, integrados em um mesmo componente (VICENTE, 2019).

São largamente utilizados diariamente pela maioria das pessoas sem ser percebido, despertar ao som de um CD Player em horário programado, ao tomar café da manhã utilizar o forno de micro-ondas digital com diversas funções ao alcance de um toque, ir ao trabalho de carro cuja injeção eletrônica de combustível é microcontrolada é alguns exemplos do uso de microcontroladores no cotidiano da sociedade (SOUZA; MAÇANEIRO, 2012).

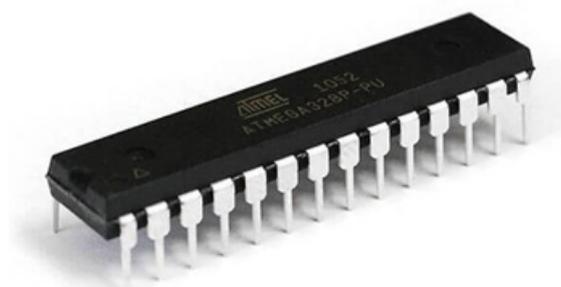


Figura 2 – O microcontrolador

Fonte: Vicente (2019).

O microcontrolador é diferente de um processador, pois além das especificações de um microprocessador ele conta com elementos adicionais em sua estrutura, como memória de leitura e escrita de dados, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) para armazenamento permanente (LOFIEGO; NEVES, 2020). Projetos envolvendo a plataforma Arduino se iniciaram em Ivrea (Itália), em 2005. O desenvolvimento se deu na busca da interação entre projetos escolares, de maneira a aperfeiçoar custos relacionados a protótipos. O bom resultado do hardware foi reconhecido em 2006, pela Ars Eletrônica, e possuiu uma venda superior a 50.000 registradas até o mês de outubro de 2008 (ROCHA; ANHESINE, 2020).

De acordo com Vicente (2019), a plataforma Arduino (Figura 3) é um protótipo eletrônico livre, um hardware desenvolvido com base em um microcontrolador Atmel AVR. A interface de entrada e saída é acoplada ao dispositivo, que utiliza uma plataforma de programação solidamente embasada na linguagem C/C++. O objetivo é gerar uma plataforma de valor agregado acessível, com qualidade e fácil de ser manipulada por estudantes e leigos no assunto, considerando sua probabilidade de acesso a sistemas mais sofisticados.

O Arduino UNO tem como base o chip ATMEGA328, possui 14 entradas/saídas digitais (das quais 6 podem ser usadas como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, conexão USB, uma entrada para fonte, soquetes para programação serial, e um botão de reset (LOFIEGO; NEVES, 2020).



Figura 3 – Modelo de Arduino na versão UNO

Fonte: Vicente (2019).

Para Brito (2019), a criação de sistemas individuais e compartilhados pode ser realizada na plataforma Arduino, contando ainda com interface de rede para troca de dados com o processo. Uma placa Arduino convencional é formada por um microcontrolador, portas de entrada (input) e saída (output), diversificadas no trabalho com sinais analógicos e digitais, contando com uma Universal Serial Bus (USB) para se conectar ao computador durante seu processo de programação e monitoramento em tempo real. A estrutura ainda provém a possibilidade de conexão com extensões de hardware externo, para a habilitação de funções como o trabalho em rede.

O sistema por ser considerado como uma multiplataforma, desenvolvida em JAVA, advinda dos projetos Processing e Wiring. O sistema foi fabricado visando a interação, utilizando uma interface amigável aos programadores iniciantes e estudantes para o desenvolvimento de softwares. O Arduino inclui um sistema editor de códigos com base em linguagem C, sendo capaz de realizar a compilação, download e upload de um programa

(ROCHA; ANHESINE, 2020).

Ele é baseado no chip Wiznet Ethernet W5100. O W5100 Wiznet fornece uma rede (IP) TCP (Transmission Control Protocol). Ele suporta até quatro conexões de soquetes simultâneas. Usando a Biblioteca Ethernet é possível aproveitar exemplos de códigos para conectar o Arduino à internet. O Ethernet Shield se conecta ao Arduino usando longos pinos que se estendem e se conectam sobre a placa mantendo a pinagem para conexão de novos dispositivos intacta e permite que outro escudo possa ser empilhado estendendo sua funcionalidade (VICENTE, 2019).

O Ethernet Shield tem uma conexão RJ-45 padrão, com um transformador de linha integrada e alimentação. Existe uma entrada para cartão micro-SD embutida, que pode ser utilizada para armazenar arquivos do servidor na rede. É compatível com as placas Arduino Uno e Arduino Mega (usando a biblioteca Ethernet). O leitor de cartões micro-SD é acessível através da Biblioteca. Ao trabalhar com esta biblioteca, a comunicação é feita pelo pino 4. O botão de reset no Shield reinicia tanto o W5100 quanto a placa Arduino (ROCHA; ANHESINE, 2020).

O Shield contém uma série de LEDs informativos, como por exemplo: PWR (Power) que indica que a placa e o Shield estão alimentados; LINK: indica a presença de um link de rede e pisca quando o Shield transmite ou recebe dado; FULLD: indica que a conexão de rede é full duplex; RX: pisca quando o escudo recebe dados; TX: pisca quando o escudo envia dados; COLL: pisca quando colisões de rede são detectadas (VICENTE, 2019). O Relé Shield é uma placa de circuito impressos com relés e circuitos de proteção feita para aumentar as funcionalidades permitindo assim que o Arduino controle, como um interruptor, qualquer dispositivo elétrico. O Arduino se comunica com o Relé Shield transmitindo sinais de 5V para acionar a bobina dos relés ativando os equipamentos ligados a eles (SOUZA; MAÇANEIRO, 2012).

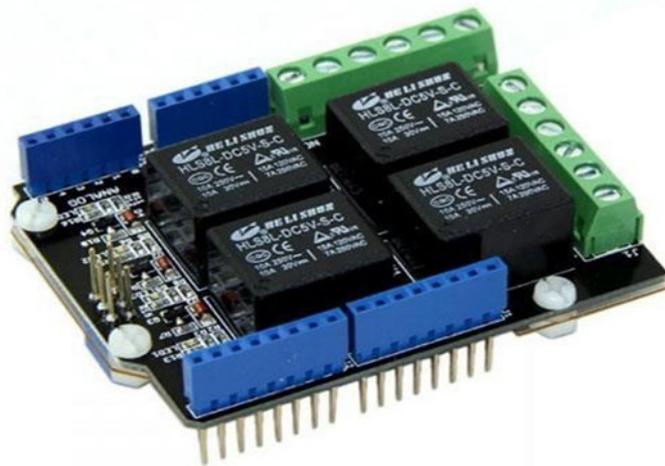


Figura 4 – Arduino Relé Shield

Fonte: Souza e Maçaneiro (2012)

De acordo com os estudos de Vicente (2013), a Domótica se ramifica em dois tipos a arquitetura baseada em automação também conhecida como Domótica estática e a arquitetura baseada em comportamento conhecida como Domótica inteligente.

A Domótica que tem sua base na automação é direcionada para automação de residências através de dispositivos como controle remoto, sensores de movimento e dispositivos biométricos, estes dispositivos têm simplicidade no seu padrão de configuração sendo assim o próprio usuário pode configurar o mesmo. Já a Domótica inteligente tem

como premissa básica a tomada de decisão de modo automático através de técnicas de inteligência artificial (LOFIEGO; NEVES, 2020). Sensores e atuadores são alguns dos elementos principais presentes nas automações, pois verificam e interferem no ambiente. Os atuadores são dispositivos que modificam uma variável controlada. Recebem um sinal proveniente do controlador e agem no sistema controlado.

Conforme Muratori, na automação residencial o termo atuador representa todo e qualquer dispositivo que está conectado a uma ou mais saídas do controlador de automação residencial, e que produz uma ação. As válvulas solenoides são exemplos de atuadores e são utilizadas para a liberação ou bloqueio (abertura ou fechamento) do fluxo de um determinado fluido em uma tubulação (SOUZA; MAÇANEIRO, 2012).

As válvulas solenoides utilizadas em tubulação de água operam usualmente em tensões alternadas de 127V e 220V. Dessa forma, não necessitam de nenhuma fonte de alimentação DC, pois podem ser alimentadas diretamente do circuito do quadro elétrico. Já as válvulas solenoides empregadas em tubulação de gás, por segurança (risco de faísca) operam normalmente em tensões contínuas e mais baixas como, por exemplo, 12V ou 24V. Portanto, é necessária a utilização de uma fonte de alimentação DC para o acionamento desse tipo de válvula solenoide, que é chamada de pulsadas, no qual necessitam de um pulso para abrir e outro invertido para fechar (ROCHA; ANHESINE, 2020).

Segundo Vicente (2019), sensor é o termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc.

Em sistemas de automação residencial, diferentes tipos de sensores são instalados com o objetivo de monitorar e fornecer informações referentes aos ambientes daquela residência. Os sensores podem ser analógicos ou digitais e possuem diversas características que são importantes analisar, tais como o tipo de saída, a sensibilidade, a exatidão, a precisão, a linearidade, o alcance, a estabilidade, a velocidade de resposta, dentre outras (SOUZA; MAÇANEIRO, 2012).

Existem diversos tipos de sensores, que são utilizados de acordo com a necessidade das automações, podendo eles ser de presença, de posição, ópticos, de velocidade, de aceleração, de temperatura, de pressão, de nível, de vazão, de tensão, corrente e potência, de umidade, gases e PH. Além disto, podem ter algumas funções como infravermelhos (ativos ou passivos), barreiras ultrassônicas e outras. (VICENTE, 2019).

4. ESTUDO DOS BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DA DOMÓTICA

As casas inteligentes vêm para facilitar e melhorar a vida das pessoas, por meio de muitos fatores, sendo o conforto como um dos principais e mais importante para a população. Além do conforto, a AR traz eficiência na segurança, no controle e uso de energia, na climatização do ambiente, na irrigação adequada de jardins e muitos outros meios para tornar a vida do usuário fácil (CARDOZO, 2017). Aliado a isto, é possível reconfigurar as tarefas antes programadas, atualizando assim as novas necessidades dos moradores, reestabelecendo as tarefas do controlador central de maneira amigável. Assim, mostra que esta tecnologia veio para prevalecer com vontades dos usuários e não das máquinas (CUNHA, 2018).



Neste contexto, Domingues e Pina (2015, p. 69), mencionam que:

Cada nova tecnologia traz acoplado um novo vocabulário. Quando o assunto é residência inteligente, não é diferente: casa automática, casa inteligente, automação residencial, retrofitting², domótica etc. – mas tudo pode ser resumido em uma só palavra: conforto. Se um sistema eletrônico instalado em um ambiente não oferecer conforto ao usuário, em semanas ele vai ser desligado e deixado de lado. A vida já é muito complicada para novas senhas, chaves e botõezinhos. Os equipamentos devem unificar os controles e processos tornando tudo mais simples. Mas é o desejo do usuário que deve prevalecer e não a do PC. A casa automática pode ajudar nas tarefas diárias que tomam muito tempo ou evitar preocupações tais como esquecer as janelas abertas quando a previsão do tempo avisou que iria chover. Quanto a automação vai poder ajudar o usuário dependerá do tipo de vida, dos gostos pessoais e dos recursos disponíveis.

Com a automação residencial, percebe-se efetivamente o conforto proporcionado, visto que as atividades rotineiras podem ser programadas para facilitar o cotidiano dentro de uma residência, como, por exemplo, caminhos de iluminação ao chegar à casa, o desligar de toda a iluminação ao dormir, o sistema de irrigação do jardim sendo ligado automaticamente se não choveu no dia anterior, o controle de temperatura da água do boiler³ para propiciar sempre um banho agradável etc. (NETO; JÚNIOR; CARNEIRO, 2018).

De acordo com Peronio e Bastos (2017), a domótica tem um processo ou sistema que prioriza a melhoria do estilo de vida das pessoas, do conforto, da segurança e da economia da residência, através de um controle centralizado das funções desta, como água, luz, telefone, sistemas de segurança, entre outros.

Cunha (2018) menciona que além do status, praticidade e conforto, outros fatores como segurança, economia de energia e valorização do imóvel vêm sendo considerados na decisão pela implantação de um sistema de automação residencial. Um fator que mostra isto é a busca de um retorno dos investimentos pelos usuários, que na domótica, através das inúmeras economias geradas durante a utilização do serviço, poderá mostrar atingir resultados superiores ao valor investimento Figura 5.



Figura 5 – Fases com características que influenciaram a adesão à AR.

Fonte: Cunha, (2018).

As economias são oriundas de várias tarefas diferentes, como a melhor utilização da energia elétrica, em horários melhores e desligando lâmpadas e equipamentos em caso de não utilização, controle da saúde dos moradores da residência e auxílio a estes, tranquilidade e qualidade nas tarefas executadas, alertas de problemas ocorridos, como incêndio, queda de energia, alagamento, maior segurança, através de alertas sonoros e por mensagens em caso de violação do domicílio ou tentativas de desbloqueios de portas, portões ou controladores de acessos e aliada a tudo isto a uma grande valorização do imóvel (CARDOZO, 2017).

De acordo com que o que mencionam os autores Neto, Júnior e Carneiro (2018), a automação residencial colabora para a redução do consumo energético, pois, quando as luzes que ficariam acessas de forma desnecessária são apagadas, gera-se economia.

Para Cardozo (2017), estima-se que sistemas automatizados podem evitar que a taxa de condomínio fique 30% a 40% mais cara por causa da mudança referente aos gastos com o aumento da tarifa de eletricidade. Mudanças que são oriundas de uma nova política de bilhetagem de energia no qual sobretaxaram usos em horários de pico. Portanto, se ligar uma bomba em hora errada, a energia consumida vai custar muito mais caro do que se acioná-la antes. O autor pontua ainda que a automação não vai solucionar, mas ajuda muito a controlar esse tipo de situação.

De acordo com a Domingues e Pina (2015), a automação gera uma série de economias ao longo do tempo, o que compensa o investimento inicial do projeto, tanto que nos tempos modernos, os edifícios são mais preparados para receber novas tecnologias, o que lhes confere maior vida útil.

Através disto, pode-se concluir que a automação inteligente das residências veio para servir a sociedade, melhorando a qualidade de vida. Porém, é essencial que se procure profissionais adequados e competentes, que poderão dar opções de escolha e mostrar os melhores métodos e equipamentos a se usar (CUNHA, 2018). A domótica está ao serviço das pessoas e não o contrário, contudo, isto só é possível recorrendo a profissionais competentes, qualificados e capazes de integrar soluções certificadas e fiáveis baseadas em padrões internacionais, atendendo assim as necessidades dos clientes (PERONIO; BASTOS, 2017).

Esses profissionais são importantes porque para a eficiência e inteligência automatizada de uma casa ela deve ser interligada a um integrador, que será responsável pelo recebimento de dados de todos os setores (sistemas e instalações) e pela manipulação e controle das necessidades que foram ou que são estabelecidas em sua programação (NETO; JÚNIOR; CARNEIRO, 2018).

É possível dividir as instalações residenciais em dois tipos básicos, sendo a tradicional e a da nova tecnologia. Apesar de a instalação tradicional ser confiável e bem consolidada, está possui muitas restrições, já a inovadora tendência gerará maior conforto, simplicidade no cabeamento elétrico, segurança superior, mais versatilidade e maior economia nas instalações (PERONIO; BASTOS, 2017).

De acordo com os estudos de Domingues e Pina (2015), os autores acrescentam que “na projeção e instalação de tipo tradicional, cada item atua com instalações rigidamente separadas, realizadas segundo esquemas já consolidados no tempo, que, apesar de terem boa confiabilidade, sofrem de uma série de limitações”. Nas automatizações de residências, diversas instalações, cabeamentos, dispositivos e sistemas podem ser inseridos para atender as necessidades e satisfações dos clientes, o qual dependerá principalmente pelo quanto ele pode e está disposto a pagar (CARDOZO, 2017).

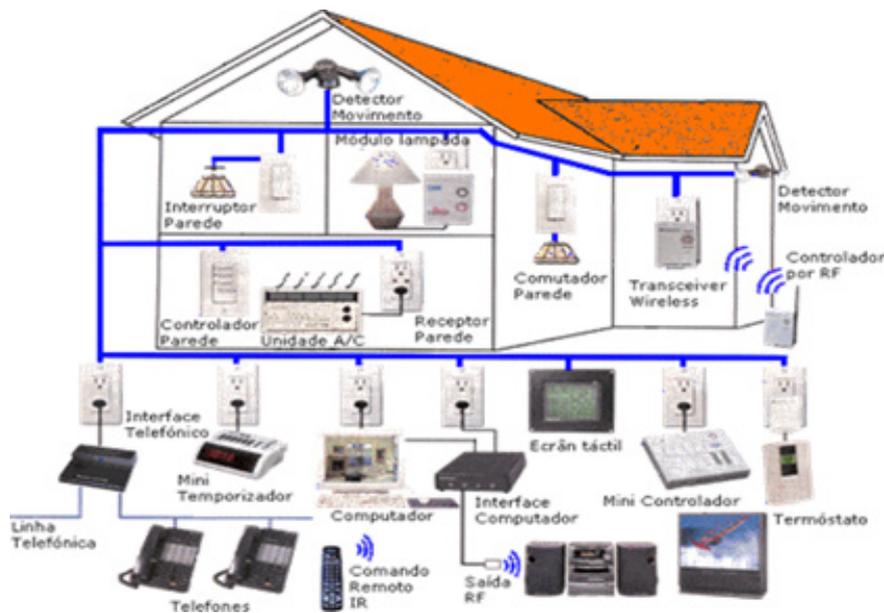


Figura 6 – Sistemas que podem ser instalados.

Fonte: Neto, Júnior e Carneiro (2017).

A tecnologia está sempre em constante evolução, esta é gerada através de nossos sonhos e imaginações. Muitas inovações já podem ser vistas, como por exemplo as casas inteligentes, que antes eram baseadas em desenhos e acreditava-se ser somente ficção. Outros sonhos, como os carros voadores, ainda não foram alcançados, pois ainda não se criou tecnologia adequada para isto. Através disto, será falado um pouco mais sobre a evolução da domótica (SILVA; DUARTE; LUZ, 2014).

De acordo com Cunha (2018), as automações predial e residencial foram iniciadas com base na automação industrial, que é bem conhecida e é difundida a mais tempo. Porém, pela grande diferença de realidade entre o uso desses dois tipos de arquiteturas, têm sido criados sistemas dedicados para ambientes, como residências, onde não se dispõe de espaço para grandes centrais controladoras e/ou dos extensos sistemas cabeados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto que a automação residencial é projetada para auxiliar e fornecer suporte para atender às necessidades dos clientes em suas residências. Automação do ambiente circundante de um ser humano moderno permite aumentar a sua eficiência e conforto no trabalho. Houve um desenvolvimento significativo na área das tarefas rotineiras de um indivíduo e elas podem ser automatizadas. Na modernidade, é possível encontrar a maioria dos indivíduos conectados a seus telefones celulares e dispositivos inteligentes no decorrer do dia. Sendo assim, com o acesso ao celular, algumas tarefas domésticas diárias podem ser realizadas através da personificação do uso do telefone celular.

Constatou-se que a automação residencial envolve a introdução de um grau de controle computadorizado ou automático em certos sistemas elétricos e eletrônicos em um prédio para iluminação, controle de temperatura, sistemas de segurança, portas de garagem etc. Um sistema hardware é instalado para monitorar e controlar os diversos equipamentos.

Foi possível observar que um sistema típico de automação residencial permite o controle de eletrodomésticos por meio de uma unidade de controle centralizada. Esses apa-

relhos incluem luzes, ventiladores, aparelhos de ar condicionado, televisores, câmeras de segurança, portas eletrônicas, sistemas de computadores, equipamentos audiovisuais, etc. Os equipamentos geralmente precisam ser especialmente projetados para serem compatíveis entre si e com a unidade de controle para a maioria dos comercialmente sistemas de automação residencial disponíveis.

Notou-se que todos os objetivos foram devidamente mencionados e atingidos no decorrer do presente trabalho, além de ter sido solucionada a pergunta norteadora da pesquisa. Dessa forma, considera-se para trabalhos futuros, o estudo a importância da manutenção para a otimização da funcionalidade dos sistemas de domótica.

Referências

- BRITO, Jôsi Mylena. Aplicação da domótica para o conforto residencial e sua implicação na eficiência energética. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 36, n. 1, p. 26391, 2019.
- CARDOZO, Agnaldo. Automação residencial com pic18f4550 e supervisor com comunicação por protocolo TCP/IP. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 4, n. 1, p. 89-89, 2017.
- CARVALHO, Taiana Souza; JUNIOR, Ary Ferreira. A contribuição da “internet das coisas” para as organizações. **CESVA/FAA**, p. 9. 2019.
- CUNHA, W. S. Estudo da Inteligência Artificial aplicada em Internet das Coisas, voltada na Automação Residencial. **Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII**, n. 000121, 2018.
- DOMINGUES, Ricardo Gil; PINA, Alex Cirino de. A Importância da Domótica para a Sustentabilidade das Cidades. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Edificações, Infraestrutura e Cidade: do BIM ao CIM**, p. 303-315, 2015.
- LOFIEGO, Gustavo Vitoratti; NEVES, André Delecrodi. Automação Residencial: Acionamento remoto via Bluetooth, de uma forma simples e de baixo custo. In: **IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2020.
- MOREIRA, Jonathan Rosa. AutoControl: uma proposta para acessibilidade e segurança residencial com o apoio da plataforma Arduino. **TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO**, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2013.
- NETO, José Aprígio Carneiro; JÚNIOR, Lúcio da Silva Gama; CARNEIRO, Luiz Felipe Costa Silva. Um mapeamento tecnológico da domótica no Brasil. In: **9th International Symposium on Technological Innovation**. 2018.
- PERONIO, Roni; BASTOS, Ana Paula Cocco. Tecnologias livres a favor da acessibilidade. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 4, 2017.
- ROCHA, Wesley Sales; ANHESINE, Marcelo Wilson. Automação residencial por comando de voz. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 179-191, 2020.
- RODRIGUES, Daniela Dalcin. **Internet das coisas: impacto da IoT nas estratégias publicitárias de meios**. 2018. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Comunicação Social. Lisboa. 2018.
- SANTOS, Otávio Lube; DELFINO, Lorrainy Rembiski. Um projeto de sala de aula inteligente para a faesa com o uso da internet das coisas e MQTT. **Revista Científica FAESA**, v. 15, n. 2 Especial, p. 121-142, 2019.
- SILVA, Isac Marques; DUARTE, Maurício; DA LUZ, Larissa Pavarini. Software de Automação e Gerenciamento Residencial. **Revista Eletrônica eF@tec**, v. 4, n. 1, p. 8-8, 2014.
- SOUZA, Lucas; MAÇANEIRO, Marcondes. Uso das plataformas arduino e jhome para a automação do controle de abertura e fechamento de persianas. **EDITORA UNIDAVI-PROPPEX**, p. 23.
- TAVARES, Guilherme Burdinski; BATISTA, Gustavo Henrique Bressan; RAMOS, Willian Prestes de. **Sistema microcontrolado para automação residencial baseado em power line communication via protocolo X-10**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- VARGAS, Leonardo Machado. Indústria 4.0 no âmbito da inovação: percepção do gestor de uma empresa do ramo tecnológico. In: **9th International Symposium on Technological Innovation**. 2018.
- VICENTE, Felipe Eduardo Lopes. Irrigação automatizada de horta residencial. In: **VIII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2019.

SILVA, Isac Marques; DUARTE, Maurício; DA LUZ, Larissa Pavarini. Software de Automação e Gerenciamento Residencial. **Revista Eletrônica eF@ tec**, v. 4, n. 1, p. 8-8, 2014.

SOUZA, Lucas; MAÇANEIRO, Marcondes. Uso das plataformas arduino e jhome para a automação do controle de abertura e fechamento de persianas. **EDITORA UNIDAVI-PROPPEX**, p. 23.

TAVARES, Guilherme Burdinski; BATISTA, Gustavo Henrique Bressan; RAMOS, Willian Prestes de. **Sistema microcontrolado para automação residencial baseado em power line communication via protocolo X-10**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VARGAS, Leonardo Machado. Indústria 4.0 no âmbito da inovação: percepção do gestor de uma empresa do ramo tecnológico. In: **9th International Symposium on Technological Innovation**.

Engenharia Elétrica



16

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA SOLAR NO SISTEMA FOTOVOLTAICO

SOLAR ENERGY STORAGE IN THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Alexsandro Oliveira Cardoso

Resumo

O modelo de produção de energia renovável no mundo, permitiu avanços na idealização e execução de grandes projetos na área energética, apesar da extensa funcionalidade e diversos tipos de armazenamentos, o produto supracitado aquece a procura no mercado de energia limpa, para as indústrias e residências, apresentando-se muito competitivo. Objetiva-se nessa literatura descrever o sistema de produção das placas e os tipos de materiais utilizados na sua estrutura, partindo da evolução histórica da sua descoberta até agora, apresentar eventuais estudos que visem aperfeiçoar o processo, descrevendo as tecnologias de produção, armazenamento, controle e distribuição, além de relacionar os critérios de competitividade no mercado com a eficiência do sistema de armazenamento que está a revolucionar o setor energético. Por meio do método de revisão bibliográfica, pode-se concluir que o sistema de armazenamento fotovoltaico é de grande valia, pois se trata de um sistema onde apenas o sol será a grande fonte de captação e garantir energia limpa sem agredir a natureza, o meio ambiente agradece.

Palavras-chave: Armazenamento de Energia Solar, Sistema Fotovoltaico, Sistema de produção.

Abstract

The model of production of renewable energy in the world, allowed advances in the idealization and execution of large projects in the energy area, despite the extensive functionality and different types of storage, the aforementioned product heats up the demand in the clean energy market, for industries and residences. and being very competitive, the objective of this literature is to describe the production system of the plates and the types of materials used in their structure, starting from the historical evolution of their discovery until now, to present eventual studies that aim to improve the process, describing the technologies of production, storage, control and distribution, in addition to relating the criteria of competitiveness in the market with the efficiency of the storage system that is revolutionizing the energy sector. through the method of bibliographic review, it can be concluded that the system photovoltaic storage is of great value, as it is a system where only the sun is It is the great source of capitation and guaranteeing clean energy without harming nature, the environment will thank you.

Keywords: Solar Energy Storage, Photovoltaic System, Production System.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um país está diretamente relacionado aos estudos e avanços das tecnologias, que através da sua expertise permite a criação de produtos fundamentais ao avanço tecnológico e ao crescimento financeiro de uma dada região. Dentre esses produtos, está em evolução e destacando-se o sistema de armazenamento fotovoltaico e suas placas de captação de luz solar, ganhando o mercado em diversos seguimentos nos quais têm sua aplicabilidade em vários setores como, usinas, prédios, casa, redes de distribuição entre outros.

Diante dessa adversidade do setor energético, a buscar por alternativas que resolvam ou até minimizem a questão das altas tarifas energéticas, a população está optando por fazerem a implantação do sistema de produção por energia independente, por meio do armazenamento solar. O período prolongado de sol durante o dia, e essa forma de conservação de energia renovável, tem grande valia no quesito sobre impacto ao meio ambiente, pois se trata de uma energia renovável e não afeta o meio ambiente.

Na geração de energia fotovoltaico, serão utilizados vários equipamentos para fazer a conversão de energia solar para elétrica, a célula fotovoltaica é uma das principais. Pois, ela que recebe e armazena a luz solar para ser transformada em energia elétrica. A classificação do sistema fotovoltaico é considerada como *off-grid*, quando o sistema é isolado, e não possui ligação com a rede de distribuição de energia, e precisa de um sistema de armazenamento. Já *on-grid* é conectado à rede de distribuição para fazer a transformação da energia solar em elétrica. Há outro sistema que até o momento não foi regulamentado que tem seu funcionamento de forma híbrida, pois, funciona como uma junção dos dois sistemas.

O presente estudo segue o método de revisão bibliográfica, tendo como ponto de partida a aquisição e estudo profundo de diversas obras nos ramos científicos relacionados ao assunto, a etapa subsequente do trabalho compreende o momento de interpretação, análise e elaboração do corpo da literatura. Por fim a última etapa compreenderá a apresentação da obra elaborada, expondo os conhecimentos adquiridos e referências comprobatórias das afirmativas feitas.

Desde a descoberta da energia elétrica, a evolução e estudo feito para melhorar a geração e a sua distribuição, evitando o máximo não agredir o meio ambiente, muitos estudos e esforços tem sido direcionado a essa questão, todo o sistema tem sido melhorado, mas sempre há consequência para grandes investimentos no setor, com o aumento na demanda do consumo doméstico e industrial, as empresas de distribuição repassa a seus clientes, os frequentes aumentos das tarifas de energia, que, causaram uma grande procura por outros meios de fornecimento, com a inovação que está em alta, o sistema fotovoltaico, os setores residenciais e industriais investem nesse tipo de sistema, como o sol é uma fonte de energia renovável. Pergunta-se, como ter a eficiência e baixo custo, sem abrir mão do conforto proporcionado por energia das redes elétricas?

O presente trabalho tem por objetivo geral demonstrar que é possível ter benefícios com o uso do sistema de energia solar fotovoltaica. Os objetivos específicos são: explicar o que significa energia fotovoltaica; verificar os benefícios da utilização da energia fotovoltaica; explicar o que significa sistema *off grid/on grid*.

O presente estudo foi realizado através da revisão bibliográfica através do método descritivo. O período dos artigos pesquisados foi dos últimos dez anos. A busca de materiais foi feita em sites, livros especializados e artigos correlacionados. As palavras-chave utilizadas são: Sol. Energia. Armazenamento. Tecnologia. Sistema de produção.

Os estudos referentes à energia solar e seus sistemas de armazenamento, tem a finalidade de contribuir na escolha de qual sistema será mais vantajoso para ser usado em empresas ou residências. Este estudo espera se tornar mais uma fonte de conhecimento a respeito da energia elétrica renovável e seus mínimos impacto ao meio ambiente.

2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO E SUAS APLICAÇÕES NA CONTEMPORANEIDADE

O sistema solar fotovoltaico, é um modelo em que os componentes contidos nos painéis funcionam de forma a realizar a captação de energia solar, e sua conversão em eletricidade. O Sol em si é uma fonte energética muito grande, quando a luz solar incide na terra, alguns raios vão embora e outros ficam, basicamente a captação da energia solar é feita através das placas em que geralmente são feitas de silício (GEPEA, 2018)

O raio solar vem em modo de fótons, esses fótons interagem com os átomos e através dessa interação eles geram o elétron, gerou o elétron, conclui-se que há uma energia elétrica formada. É uma fonte extremamente benéfica do ponto de vista renovável e do ponto de vista de gases, não emite gases para o efeito estufa e nem gases que colaboram para a chuva ácida (HAMILTON, 1997).

A energia solar compartilhada com a rede pública funciona através da captação de raios solares, os painéis transformam a luz do sol em eletricidade, boa parte é consumida dentro de casa, o que sobra vai para a linha que passa no poste da rua. Esses raios solares variam de região para região, quanto mais próximo a incidência de 90° na placa, maior energia absorvida (CAMARGO, 2016).

O Brasil é um país muito grande, quem está no Sul têm um tipo de angulação para instalar os painéis, quem está no Sudeste, centro-oeste, nordeste e norte têm outro, quanto mais próximo a linha do equador, vai ter maior geração de energia (SILVA, 2021).

O projeto funciona de modo que, placas fotovoltaicas sejam instaladas na localidade apta para incidência do sol na residência, captando assim, os raios solares transformando-os em energia elétrica. Existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos, o *On-grid* e *Off-Grid*, o método estudado por esse trabalho será o *On-Grid* (NASCIMENTO, 2018)

O sistema *On-Grid* precisa, necessariamente, estar conectado à rede de distribuição de energia, ele é mais eficiente do que o *Off-Grid*, dispensam a utilização de baterias e dos controladores de carga, fazendo assim, com que o valor do kit seja mais elevado. Esse sistema por não conter dispositivo de armazenamento, toda a energia excedente produzida, ou seja, aquela que não é usufruída pela residência é enviada novamente à rede convencional de energia elétrica (SILVA, 2021).

O relógio medidor gira no sentido contrário e esse excedente será convertido em créditos de energia, podendo ser utilizado quando a demanda for maior que a produção. Excedente de energia produzida, ou seja, aquela que não é usufruída pela residência é enviada novamente à rede convencional de energia elétrica. O relógio medidor gira no sentido contrário e esse excedente será convertido em créditos de energia, podendo ser utilizado quando a demanda for maior que a produção (HAMILTON, 1997).

Então é um investimento a longo prazo, mas com grande retorno financeiro, contando com uma grande economia de energia. Segundo dados da comercializadora de energia Comerc, os consumidores cariocas atendidos pela Enel podem ver o retorno do investimento em um painel de energia solar em pouco mais de dois anos e meio (2,7 anos) (SILVA, 2021).



O Painel Solar reage com a luz solar e produz energia elétrica (energia fotovoltaica). Os painéis solares instalados em seu telhado são conectados uns aos outros e, em seguida, conectados ao solar inverter, onde um inversor solar converte a energia solar de seus painéis fotovoltaicos (Corrente Contínua – DC) em energia elétrica que pode ser usada em sua Casa ou Empresa para TV, Computador, Máquinas, Equipamentos e qualquer equipamento elétrico (Corrente Alternada – AC) (HAMILTON, 1997).

A Energia Solar é distribuída para a sua casa ou empresa. A energia que sai do inversor solar vai para o seu “quadro de luz” e é distribuída para a sua casa ou empresa, reduzindo assim a quantidade de energia que é comprada da distribuidora. A energia solar é utilizada por ferramentas e equipamentos elétricos, ou seja, qualquer coisa que utilize energia elétrica e esteja conectado a uma tomada. (NASCIMENTO, 2018).

É importante ressaltar que, para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalentes a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico). Já para os consumidores conectados em alta-tensão (grupo A), a parcela de energia da fatura poderá ser zerada (caso a quantidade de energia injetada ao longo do mês seja maior ou igual à quantidade de energia consumida), sendo que a parcela da fatura correspondente à demanda contratada será faturada normalmente (MENDES, 2019).

2.1 Aspectos gerais da Energia Solar

A energia solar no mundo já faz parte de outros países a mais tempo que no Brasil, essa energia proveniente do sol consolidou-se como uma importante alternativa para geração de eletricidade. Principalmente para aqueles países que são dependentes de combustíveis fósseis e precisam de novos recursos para adquirir energia elétrica. Os países pioneiros em investimentos massivos de energia solar são: Alemanha, Itália, Estados Unidos, Japão e China. A Alemanha é conhecida como o país onde a energia solar vingou, a Itália é um dos países precursores e que mais investem no setor energético, os Estados Unidos abrigam a maior usina solar do mundo (TOLMASQUIM, 2021).

A energia solar é aquela energia obtida pela luz do Sol que pode ser captada com painéis solares. É uma fonte de vida e de origem da maioria das outras formas de energia na Terra. A energia solar chega ao planeta nas formas térmica e luminosa. Sua irradiação na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial de energia. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar (TOLMASQUIM, 2021).

A produção de eletricidade a partir da energia solar vem crescendo nos últimos anos, e tem ganhado projeção com o desenvolvimento da micro e da minigeração. Tradicionalmente, o mais generalizado é o uso da energia solar para a obtenção de energia térmica. Esta aplicação destina-se a atender setores diversos, que vão da indústria, em processos que requerem temperaturas elevadas (por exemplo, secagem de grãos na agricultura) ao residencial, para aquecimento de água. Outra tendência é a utilização da energia solar para a obtenção conjunta de calor e eletricidade (DANTAS, 2018).

O Brasil é privilegiado em termos de radiação solar. O Nordeste brasileiro apresenta radiação comparável às melhores regiões do mundo nessa variável. O que, porém, não ocorre em localidades mais distantes da linha do Equador, como as regiões Sul e Sudeste (DANTAS, 2018).

Entende-se por energia solar, a energia obtida do Sol, gerada em seu núcleo, que como ondas eletromagnéticas (fótons) chega à superfície da Terra, de maneira direta ou difusa. No Sol, a temperatura (15.000.000° C) e a pressão (340 bilhões de vezes a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar) são tão intensas que ocorrem reações nucleares. Estas reações transformam quatro prótons ou núcleos de átomos de hidrogênio em uma partícula alfa, que é o núcleo de um átomo de hélio. A partícula alfa é aproximadamente 0,7% menos massiva do que quatro prótons. A diferença em massa é expelida como energia e carregada até a superfície do Sol, através de um processo conhecido como convecção, e é liberada em forma de luz e calor (HAMILTON, 1997).

A energia gerada no interior do Sol leva um milhão de anos para chegar à superfície. A cada segundo 700 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidos em cinza de hélio. Durante este processo 5 milhões de toneladas de energia pura são liberados. Dessa forma, o Sol irradia energia por todas as direções e uma pequena fração atinge a Terra, aquecendo-a e controlando o sistema climático global (HAMILTON, 1997).

A Terra, por sua vez, em seu movimento anual em torno do Sol descreve uma trajetória elíptica com uma pequena excentricidade. O seu eixo, em relação ao plano normal à elipse, apresenta uma inclinação de aproximadamente 23, 45°. Essa inclinação, combinado com o seu movimento de translação, dá origem às estações do ano, pois à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro, proporcionando mais horas de luz e aquecimento (TONIN, 2016).

O termo “radiação solar” é usado de forma genérica e pode ser referenciado em termos de fluxo de potência, quando é especificamente denominado de irradiância solar, ou em termos de energia por unidade de área, denominado, então, de irradiação solar. A excentricidade da elipse que descreve a trajetória da Terra em torno do Sol resulta em uma variação no valor da irradiância extraterrestre ao longo do ano (TONIN, 2016).

2.2 Dos sistema *on-grid* e *off-grid*

O sistema de energia solar *on-grid*, é um sistema interligado a rede elétrica, é possível utilizar a energia da concessionária quando não há produção pôr placas solares. No que lhe concerne em caso de excesso de produção e pouco uso, a mesma retorna para a rede distribuição e economizando até 95% da sua conta de luz. Além disso, tendo o seu uso local ou em outro ponto por um conjunto remoto de autoconsumo. Esse sistema interligado a distribuidora, dispensa o uso de baterias e controladores de carga, causando o baixo custo em seu projeto de implantação (SILVA, 2015).

O sistema *off-grid* em sua estrutura, tem a necessidade de uso de baterias e controladores de carga para armazenamento de excesso de energia, essa modalidade é para pessoas que não fiquem refém das concessionárias e assim usando a sua própria geração independente (SILVA, 2015).

Apesar do enorme potencial de geração de energia por meio de sistemas FVs, a sua presença ainda não é expressiva na matriz energética brasileira. Entretanto, a quantidade de energia produzida vem crescendo a cada ano, impulsionada pelas atualizações normativas que incentivaram a geração distribuída, como a possibilidade de geração remota e o aumento no tempo de validade dos créditos solares, A maioria dos estados já isentou do ICMS a energia produzida por microgeradores. A premissa é que a energia consumida é gerada e consumida pelo proprietário. A adoção de sistemas fotovoltaicos pode trazer benefícios óbvios para os usuários de investimento (CASTRO, 2021).

A mudança no valor da unidade de energia mostra que, em geral, os sistemas fotovoltaicos

geram mais energia e são mais baratos do que outras energias elétricas. Como pode-se comparar nas Figuras 9 e 10. Em outras palavras, os consumidores economizam toda vez que se consomem a energia produzida pelo sistema solar. No entanto, precisa ser avaliado O impacto que o crescimento pode ter no sistema de energia elétrico com o crescimento da energia fornecida por sistemas distribuídos (MONTENEGRO, 2013).

A maior preocupação do impacto está relacionada à intermitência Seu suprimento e a capacidade da rede de absorver a potência injetada pelo Sistema fotovoltaico. Sem um planejamento adequado, mudanças na oferta e demanda, alocar energia de acordo com a hora do dia levará a um desequilíbrio na rede, e a injeção de energia que exceda a demanda levará a uma reversão do fluxo de energia. Isso causará perda excessiva e sobrecarga do alimentador (LUQUE; EGEDUS, 2021).

Apesar desses possíveis impactos, a geração distribuída pode ser sistema eletrônico. Diversifica a matriz energética e retarda investimentos em subestações Conversão e capacidade adicional de transmissão, além de redução de perdas Linhas de transmissão e distribuição, perda de energia reativa e estabilidade de tensão Elétrica. Também pode economizar água no reservatório de energia hidrelétrica, potencialmente reduza a necessidade de iniciar usinas termelétricas (LUQUE; EGEDUS, 2021).

Equipamentos disponíveis no mercado são mais baratos e eficientes. Nos últimos anos, tem contribuído para o crescimento do uso da energia solar no lar. Além disso, o aumento da escala e da competição no mercado também pode trazer A favor da indústria nacional. Existem inúmeras possibilidades para a energia fotovoltaica traz um ambiente tão propício ao seu uso quanto o Brasil (LUQUE; EGEDUS, 2021).

Referências

- CAMARGO, Cristina Aparecida. **Energias renováveis: a terminologia da energia solar fotovoltaica em português brasileiro e seus aspectos fraseotermológicos.** 2016
- CAPISTRANO, Gradisca de Oliveira Werneck de. **Eficiência e forma de protetores solares externos em edifícios de escritórios: estudo de casos em Curitiba-PR.** 2018.
- CASTRO, A. C. M. R., **Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil.** Revista Científica ANAP Brasil, 8(12) 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/1984324081220151138>. Acesso em: 12 de out. de 2022.
- DANTAS, S.G. **Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e Possíveis Efeitos no Setor Elétrico.** 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdfhttp://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf. Acesso em: 12 de out. de 2022.
- GEPEA. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica.** 2018 Disponível em: http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf. Acesso em: 17 de nov. de 2022.
- HAMILTON, DAVID; MITCHELL, STUART. **Wave-induced shear stresses, plant nutrients and chlorophyll in seven shallow lakes.** *Freshwater biology*, v. 38, n. 1, p. 159-168, 1997.
- LUQUE, A.; HEGEDUS, S. **Handbook of Photovoltaic Science and Engineering.** 1. ed. West Sussex: Wiley and Sons, 2003.
- MENDES, G. M. **Estudo do potencial de geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no estado do Paraná,** Tese (doutorado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS, Curitiba. 2019.
- MONTENEGRO, A. A. **Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- NASCIMENTO C. A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica,** Artigo científico. 2018. Disponível

em: http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf. Acesso em: 20 de out. de 2022.

SILVA, R. M. "**Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**, Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/ CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). 2015.

SILVA, Wendell Cassemiro da et al. **Consumo de energia elétrica em baixa tensão: uma análise socioeconômica comparada**. 2021.

TOLMASQUIN, M.T **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Cernegia, 2019.

TONIN, F. S. **Caracterização de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica** - SFVCR, Induscon, Curitiba. 2016.



17

GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL: SISTEMA DE CAPTAÇÃO HELIOTÉRMICA

SOLAR ENERGY GENERATION IN BRAZIL: HELIOTHERMAL CAPTURE SYSTEM

Lucas Braga Lopes

Resumo

O tema do estudo 'Geração de energia solar no Brasil: sistema de captação heliotérmica' tem relação com a importância do conhecimento sobre geração de energia no país e os sistemas de captação de energia e desenvolvimento de tecnologias que visam melhorar esses sistemas. O objetivo geral da pesquisa foi apresentar uma visão panorâmica sobre a tecnologia heliotérmica no Brasil, uma das fontes de energia renováveis mais promissoras no mercado global, capaz de usar a radiação solar e transformá-la em energia elétrica. O referente estudo utilizará a revisão de literatura como metodologia de pesquisa de caráter exploratório, com a finalidade de fazer um levantamento de produção bibliográfica referente ao tema e buscar possíveis reflexões a partir da discussão e resultados obtidos. Essa pesquisa procurou focar na geração de energia através de fontes de energia renováveis como uma necessidade, pois não se pode depender apenas das fontes de energia convencionais para atender as necessidades. Destaca-se a importância dos diferentes processos de geração de energia e nesse cenário, a energia heliotérmica que busca nos raios solares que pode ser utilizada para produzir energia para os lares, empresas, indústrias, escolas e diversos lugares. Portanto, é essencial promover o desenvolvimento da indústria de CSP, é possível considerar cuidadosamente das implicações e tecnologias para fornecer orientação prática para a geração de energia por meio da CSP de baixo custo.

Palavras-Chave: Tecnologia heliotérmica. Fontes de energia renováveis. CSP.

Abstract

The theme of the study 'Solar energy generation in Brazil: heliothermal capture system' is related to the importance of knowledge about energy generation in the country and the systems of energy capture and development of technologies that aim to improve these systems. The general objective of the research was to present an overview of the heliothermal technology in Brazil, one of the most promising renewable energy sources in the global market, capable of using solar radiation and transforming it into electrical energy. This study will use the literature review as a research methodology of exploratory nature, with the purpose of surveying the bibliographic production on the subject and seeking possible reflections from the discussion and results obtained. This research sought to focus on the generation of energy through renewable energy sources as a necessity, because one cannot depend only on conventional energy sources to meet the needs. The importance of different energy generation processes is highlighted and in this scenario, heliothermal energy that seeks in the sun's rays that can be used to produce energy for homes, businesses, industries, schools and various places. Therefore, it is essential to promote the development of CSP industry, it is possible to consider carefully of the implications and technologies to provide practical guidance for energy generation through low cost CSP.

Keywords: Heliothermal technology. Renewable energy sources. CSP.



1. INTRODUÇÃO

No mundo, a principal fonte de energia para atingir a demanda energética vem de combustíveis fósseis, resultando assim, em um crescimento contínuo de emissão de CO₂. A preocupação com as emissões por várias décadas resultou na busca por novas fontes de energia renovável e na redução das emissões por quantidade de energia produzida.

Sendo assim, atender a demanda mundial de energia é um dos maiores desafios do século XXI, uma vez que tem crescido constantemente, mesmo durante a pandemia, houve um crescimento considerável da energia renovável.

As energias renováveis são de grande importância na estratégia energética global. Em 2019, a energia fotovoltaica (FV) e eólica se tornou os principais motores da implementação das energias renováveis. Mas seu desenvolvimento é limitado por causa da desproporção entre a disponibilidade de recursos e a demanda de energia.

A energia térmica solar (Heliotérmica) oferece a vantagem de armazenar calor e/ou frio, o qual é mais simples de se armazenar do que a eletricidade, mesmo que a energia térmica seja transformada em eletricidade posteriormente, a energia solar concentrada (ESC), conhecida também como *Concentrated Solar Power* (CSP). As tecnologias de CSP têm estado em constante desenvolvimento nos últimos anos, e com o apoio adequado, o CSP térmico tem grande potencial para constituir uma parte da geração de eletricidade futura.

A energia heliotérmica é uma fonte de energia renovável que está sendo difundido no mundo, entretanto no Brasil, este assunto não é muito abordado, assim, percebe-se que o estudo científico não é suficiente para a implementação dessa fonte de energia em território brasileiro. Além das informações já descritas acima, justifica-se também pela importância da pesquisa no meio acadêmico, pois temos poucos trabalhos científicos sobre o tema. Sendo assim, esta pesquisa será de grande contribuição para o meio acadêmico e científico. Além da geração de empregos com a implementação de usinas de geração de energia heliotérmica.

Nesse contexto, a pesquisa foi desenvolvida para responder a seguinte pergunta: Qual a importância da geração de energia heliotérmica no Brasil para equilibrar o setor elétrico predominantemente hídrico?

O objetivo geral da pesquisa foi apresentar uma visão panorâmica sobre a tecnologia heliotérmica no Brasil, uma das fontes de energia renováveis mais promissoras no mercado global, capaz de usar a radiação solar e transformá-la em energia elétrica. Os objetivos específicos são: entender o funcionamento e apresentar os diferentes processos de geração de energia utilizando o sistema Heliotérmico; caracterizar as principais tecnologias CSP (*Concentrated Solar Power*); e estimar o potencial da geração de energia Heliotérmica no território brasileiro.

O referente estudo utilizará a revisão de literatura como metodologia de pesquisa de caráter exploratório, com a finalidade de fazer um levantamento de produção bibliográfica referente ao tema e buscar possíveis reflexões a partir da discussão e resultados obtidos.

A delimitação temporal dos documentos foi traçada através da cronologia documental, publicados nos últimos 10 anos, no período de 2012 a 2022. As bases de dados acessadas serão: livros, artigos científicos pesquisados no Google Acadêmico e Revistas Científicas Online que abordam a temática. Os descritores utilizados para a busca serão: “geração de energia”, “energia solar” e “sistema de captação heliotérmica”.

2. OS DIFERENTES PROCESSOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO O SISTEMA HELIOTÉRMICO

A energia solar é praticamente uma fonte ilimitada, a cuja potência na superfície da Terra é estimada em 20 TWh. Isto é mais de 100 vezes maior do que o valores previstos de energia elétrica necessária para o planeta como um todo no nível de 2000 y.; e a isso o uso de esta enorme fonte de energia não está associada a nenhuma poluição do meio ambiente. Hoje, em condições de limitações crescentes de energia combustível não renovável, recursos, complicação e aumento do custo de seus de grande importância é dada ao uso de energia solar energia (BEZERRA, 2019).

O sistema de energia elétrica contemporâneo está passando por mudanças sem precedentes com a proliferação de fontes distribuídas de energia (FDEs), induzidas para mitigar os efeitos adversos das unidades geradoras baseadas em combustíveis fósseis no ecossistema (FILHO, 2014).

Entretanto, a inclusão de FDEs (como eólica e solar) de natureza estocástica coloca muitos novos desafios às redes inteligentes existentes. A crescente demanda de energia requer uma combinação diversificada de geração renovável e convencional, o que requer ainda novas metodologias para incorporar as mudanças tecnológicas (GONZÁLEZ; GONÇALVES; VASCONCELOS, 2017).

De acordo com Baharoon et al. (2014), as metodologias existentes devem considerar a intermitência associada às fontes geradoras não convencionais e seu impacto sobre a confiabilidade da rede. Além disso, a substituição de unidades convencionais baseadas em combustíveis fósseis por tecnologias mais verdes deve atingir a neutralidade de carbono sem comprometer a capacidade geral de geração. A energia solar tem um enorme potencial em todo o mundo como uma alternativa viável às fontes de energia tradicionais para contribuir para a neutralidade de carbono.

A geração de energia solar desempenha um papel essencial na obtenção da neutralidade de carbono devido à sua disponibilidade em abundância. No entanto, a natureza da energia solar é incerta na natureza, que precisa ser representada matematicamente para fins de análise no planejamento da geração para uma rede mais confiável e inteligente (LAMPKOWSKI; SERAPHIM; SPADOTTO, 2017).

Absolar (2020) explica que para analisar o impacto da incerteza relacionada à aleatoriedade da irradiação solar, uma distribuição probabilística adequada foi escolhida para refletir verdadeiramente a natureza estocástica da irradiação solar.

Tal distribuição é selecionada com base em sua adequação correspondente aos dados das séries temporais. A distribuição fornece informações sobre a natureza probabilística da irradiação solar em termos de probabilidade de ocorrência e distribuição dos valores de irradiação em um determinado local (ASSIS; CUNHA, 2020).

Entretanto, como várias distribuições têm sido usadas para representar a irradiação solar, definir a distribuição capaz de representar a irradiação solar é um desafio. Mais recentemente, foi definida uma estrutura de “Qualidade de Energia” para medir e caracterizar as variações da geração de energia renovável, onde as variações de energia da geração de energia renovável consistem em flutuações de energia e intermitência de energia (PASSOS; FRAGOSO, 2020).

As flutuações de energia cobrem variações de energia de curto e médio prazo em uma escala de tempo de segundos a horas. A intermitência é considerada para cobrir as variações de energia a longo prazo na escala de tempo de horas e dias a anos (SANTOS; CARDOSO, 2016).



Para a energia solar, a intermitência é normalmente considerada mais desafiadora do que as flutuações de energia. A radiação solar que atinge a superfície terrestre é governada principalmente pelos ciclos diurnos e sazonais astronômicos determinísticos, e pela transmissividade óptica das nuvens e aerossóis seguindo padrões de circulação atmosférica. A energia solar apresentará, portanto, uma intermitência no período de horas até meses devido a esses ciclos diurnos e sazonais, afetando negativamente a estabilidade e a confiabilidade das redes de energia (SECUNDES, et al. 2018).

Como exemplo, Weinstein et al. (2015) cita, que a integração da energia solar no sistema energético da Grã-Bretanha (GB) indicou que o custo da capacidade de reserva da energia solar aumentaria de £2,5/MWh em 2016 para £4,5/MWh até 2030 e a alta penetração da energia solar no sistema exigirá mais reservas adquiridas através do mercado de capacidade.

Isso também exigiria pagamentos de capacidade mais altos para incentivar a entrada, pois os níveis mais altos de energia solar baixam os preços da energia diurna. Muito tem sido feito para acomodar a alta penetração fotovoltaica (PV), como a redução proativa, o armazenamento de energia e a resposta à demanda, juntamente com o aproveitamento da diversidade espacial, espalhando as fazendas PV por uma grande área geográfica (BEZERRA, 2019).

A variabilidade (desvio padrão) dos perfis de produção solar foi reduzida pela dispersão geográfica dos painéis solares de penetração fotovoltaica (PV) em múltiplas localizações e que a densidade espectral de potência para grandes plantas PV tem uma inclinação mais acentuada do que para plantas pequenas, assim como a agregação de mais plantas, com base nos dados de geração (GONZÁLEZ; GONÇALVES; VASCONCELOS, 2017).

Além disso, a escala geográfica de agregação de energia solar varia de acordo com a planta/local a estado e com a sub-região, mas com um número limitado de locais/estações fotovoltaicas. A maioria dos estudos existentes tem se concentrado no impacto da agregação de energia solar nas variações de energia de curto e médio prazo em termos de flutuações, em vez de variações de longo prazo em termos de intermitência (BARETA, et al. 2019).

Além disso, a maioria dos estudos investigou os efeitos de suavização da agregação dentro de um país e os níveis abaixo e geralmente um número limitado de locais/estações fotovoltaicas são agregados. É bem reconhecido internacionalmente que a intermitência da energia solar é uma barreira técnica/econômica fundamental que limita o nível de penetração da energia solar no fornecimento de energia (PASSOS; FRAGOSO, 2020).

Outro processo de geração de energia ocorre nas centrais elétricas utilizam vapor produzido a partir de reservatórios geotérmicos para gerar eletricidade. Há três tecnologias de usinas geotérmicas sendo utilizadas para converter fluidos hidrotermais em vapor seco eletricamente, vapor flash e ciclo binário. O tipo de conversão utilizado (selecionado em desenvolvimento) depende do estado do fluido (vapor ou água) e de sua temperatura (FILHO, 2014).

De acordo com Secundes, et al. (2018), as usinas de vapor seco utilizam fluidos hidrotermais que são principalmente vapor. O vapor viaja diretamente para uma turbina, que aciona um gerador que produz eletricidade. O vapor elimina a necessidade de queimar combustíveis fósseis para operar a turbina (eliminando também a necessidade de transportar e armazenar combustíveis). Estas usinas emitem apenas vapor em excesso e quantidades muito pequenas de gases.

Os sistemas de usinas de vapor seco foram o primeiro tipo de usinas de geração de energia geotérmicas construídas (foram utilizadas pela primeira vez em Lardarello, na Itália, em 1904). A tecnologia de vapor ainda é eficaz e em uso no The Geysers, no norte da Ca-

lifórnia, a maior fonte única de energia geotérmica do mundo (SANTOS; CARDOSO, 2016).

As usinas de geração de energia geotérmica de ciclo binário diferem dos sistemas de Vapor Seco e Vapor Flash em que a água ou vapor do reservatório geotérmico nunca entra em contato com as unidades de turbina/gerador. Fluido geotérmico de temperatura baixa a moderada (abaixo de 400°F) e um fluido secundário (portanto, “binário”) com um ponto de ebulição muito mais baixo que a água passa através de um trocador de calor. O calor do fluido geotérmico faz com que o fluido secundário flua para o vapor, que então aciona as turbinas e, posteriormente, os geradores (ABSOLAR, 2020).

Conforme ensinam Baharoon et al. (2014), as usinas de ciclo binário são sistemas de ciclo fechado, e praticamente nada (exceto vapor de água) é emitido para a atmosfera. Como os recursos abaixo de 300°F representam o recurso geotérmico mais comum, uma proporção significativa da eletricidade geotérmica no futuro poderia vir de usinas de ciclo binário.

Em geral, as tecnologias solares térmicas são com base no conceito de concentração radiação solar para produzir vapor ou calor ar que pode então ser utilizado para eletricidade geração usando energia em ciclos convencionais. A coleta da energia solar, que tem densidade relativamente baixa, é uma das principais tarefas de engenharia de geração de energia solar térmico no desenvolvimento de usinas elétricas (LAMPKOWSKI; SERAPHIM; SPADOTTO, 2017).

Para concentração, a maioria dos sistemas usa vidro espelhado por causa de seus altíssimos níveis de refletividade. Outros materiais estão sob o desenvolvimento para atender às necessidades de energia solar sistemas de energia térmica. Foco no ponto e sistemas de focalização de linha são utilizados (ASSIS; CUNHA, 2020).

Um dos diferentes processos de geração de energia o processo de geração por meio de carvão pulverizado. O carvão é pulverizado em pó fino e é queimado na caldeira. O calor na caldeira fervera a água em vapor e a pressão do vapor transforma a turbina de vapor e o gerador gera eletricidade (BEZERRA, 2019).

Uma energia de ciclo combinado gera primeiro o gás queimando o combustível no ar comprimido. A pressão do gás faz girar a turbina de gás e o gerador gera eletricidade, além disso, o calor de exaustão da turbina a gás é utilizado para a água fervente para gerar vapor, que gira a turbina para gerar eletricidade (NASCIMENTO et al. 2020).

Esses sistemas podem usar apenas radiação direta, e não a parte difusa da luz solar porque esta não pode ser concentrada. Concentrações de linha são mais fáceis de manusear, mas têm um sistema de menor fator de concentração e, portanto, alcançar temperaturas mais baixas do que o ponto sistemas de foco (SANTOS; CARDOSO, 2016).

3. AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS CSP (CONCENTRATED SOLAR POWER)

Atender a demanda mundial de energia constitui um dos maiores desafios do século XXI, uma vez que tem crescido constantemente até 2019 com um crescimento anual de 0,9%. Mesmo com a pandemia de 2020, o crescimento da energia renovável alcançou 1% durante 2020 (SILVA, 2020).

Tanto para os países desenvolvidos quanto para os em desenvolvimento, a energia tem um papel importante para alcançar o bem-estar desejado; 67% de crescimento da demanda de energia desde 2000 foi impulsionado pela China, Rússia, Índia, Brasil e África do Sul (KURAVI, et al. 2013).



Durante as últimas décadas, o uso de combustíveis fósseis como principal fonte de energia para atingir a demanda energética resultou em um crescimento contínuo das emissões de CO₂ relacionadas a ela (BIANCHINI, 2013). Entretanto, a preocupação com as emissões resultou na implementação de políticas de energia renovável e de baixas emissões por várias décadas e, como consequência, contribuiu para a redução das emissões por quantidade de energia produzida (BRANCALIÃO, 2015).

As energias renováveis têm um papel principal na estratégia energética global de hoje. Hoje em dia, a energia fotovoltaica e eólica se tornou os principais motores na implementação das energias renováveis (CABRAL; SENNA; TORRES, 2013). No entanto, seu desenvolvimento é limitado pelo descompasso entre a disponibilidade de recursos e a demanda de energia. Este descompasso não pode ser totalmente compensado, por enquanto, com soluções econômica e tecnicamente viáveis (como armazenamento de energia ou interconexão) (FERREIRA; PASSOS, 2018).

A energia térmica solar oferece a vantagem de armazenar calor e/ou frio, o que é muito mais simples do que armazenar eletricidade, mesmo que a energia térmica seja convertida posteriormente em eletricidade. A energia solar concentrada (CSP) oferece uma solução para a coleta de energia solar e sua integração com o armazenamento térmico para aplicações de alta entalpia (como a geração de calor industrial ou eletricidade) (NASCIMENTO, 2017).

As tecnologias de CSP têm estado em constante desenvolvimento nos últimos anos; espera-se que, com o apoio adequado, o CSP térmico possa constituir até 11% da geração de eletricidade até 2050. Observa-se que 11 TWh foram produzidos por CSP durante 2017 em comparação com 1 TWh em 2000, e espera-se que estes números cresçam para 180 TWh em 2030 (NÉBIAS; CODECEIRA NETO, 2019).

Importante destacar também os canais parabólicos, sistemas Fresnel lineares e torres de energia podem ser acoplados a ciclos de vapor de 10 a 200 MW de capacidade elétrica, com eficiências de ciclo térmico de 30-40%. Os valores para os canais parabólicos, de longe a tecnologia mais madura, têm sido demonstrados no campo. Atualmente, estes sistemas atingem eficiências anuais de energia solar-elétrica de cerca de 10-15%, com o objetivo de alcançar cerca de 18% a médio prazo (COUTO, 2016).

De acordo com Averlan (2019), valores para outros sistemas são, em geral, projeções baseadas em componentes e protótipo de dados de teste do sistema, e o suposição de desenvolvimento maduro de tecnologia atual.

Nesse sistema, a coleta da energia solar, que tem densidade relativamente baixa, é uma das principais tarefas de engenharia no desenvolvimento de usinas de energia solar térmica. Para a concentração, a maioria dos sistemas usa espelhos de vidro devido a sua altíssima refletividade (MORAIS, 2015).

Os sistemas de energia solar alcançam eficiências anuais de cerca de 10-15%, com o objetivo de atingir cerca de 18% a médio prazo. Os valores para outros sistemas são, em geral, projeções baseadas em dados de teste de componentes e protótipos de sistemas, e a suposição de desenvolvimento maduro da tecnologia atual (BARETA, et al. 2019).

Ao longo dos anos, o progresso do *Concentrated Solar Power* (CSP) tem sido estreitamente relacionado à pesquisa científica, para finalmente impactar as aplicações comerciais do CSP, até que cada pesquisa tecnológica tenha maturidade tecnológica suficiente (BRANCALIÃO, 2015).

A CSP utiliza a energia térmica absorvida das radiações solares para gerar eletricidade, essa tecnologia passou por um crescimento significativo junto com uma redução

substancial no custo, mas ainda demonstrou pouco progresso. Entretanto, o aumento da participação da CSP é acompanhado de numerosos desafios relativos à integração do sistema (CUNHA, 2019).

De acordo com Konzen e Andrade (2016), o aumento de tais desafios favorece o crescimento do CSP. As plantas de CSP podem ser combinadas com o armazenamento de energia térmica (TES) e a co-combustão para enfrentar a variabilidade entre o fornecimento e a demanda de energia.

É necessário entender seus impactos econômicos e ambientais para determinar uma única tecnologia de base solar como um candidato sustentável. À medida que as quotas de fornecimento de energia FV aumentam significativamente, seus custos de integração que disparam tão alto que dão aos sistemas CSP uma vantagem competitiva e permitem seu rápido desenvolvimento, eventualmente superando a FV (BEZERRA, 2019).

Cabral, Senna e Torres (2013) apresentam um estudo de análise de custos para usinas fotovoltaicas e CSP. O custo de investimento inicial das usinas de energia CSP é maior quando comparado com as usinas fotovoltaicas. Entretanto, os retornos econômicos das usinas de CSP são melhores em comparação com as usinas fotovoltaicas.

Outro estudo feito por Assis e Cunha (2020) concluiu que a energia eólica tem os menores custos energéticos, portanto maior custo-benefício, seguida pela CSP e depois pela FV. Um estudo comparativo foi realizado para comparar os efeitos ambientais dessas tecnologias focou nos impactos da montagem, comissionamento, operação e desativação de plantas de CSP sobre o meio ambiente. Assim, inclina-se a explorar melhor o cenário atual de CSP e a compreender os benefícios contínuos atuais do mesmo.

Por outro lado, Secundes et al. (2018) explicam que devido à intermitência do recurso solar, as plantas de CSP autônomas operam com fatores de capacidade reduzida (CF), na faixa de 22-28% dependendo da tecnologia, localização e múltiplos solares (SM). Esses problemas afetam a viabilidade econômica da tecnologia e têm limitado sua implantação para regiões localizadas dentro da chamada faixa solar com níveis de DNI superiores a 2000 kWh/m²/ano.

Em geral, as eficiências solar-elétricas são inferiores às eficiências de conversão de vapor convencional ou ciclos combinados, pois incluem a conversão da energia solar irradiante em calor dentro do coletor e a conversão do calor em eletricidade no bloco de potência. A eficiência de conversão do bloco de energia permanece essencialmente a mesma que nas usinas elétricas alimentadas com combustível (BIANCHINI, 2013).

Devido à sua natureza térmica, cada uma destas tecnologias pode ser 'hibridizada', ou operada com combustível fóssil, bem como com energia solar. A hibridização tem o potencial de melhorar drasticamente o valor da tecnologia *Concentrated Solar Power* (CSP), aumentando sua disponibilidade de energia e capacidade de despacho, diminuindo seu custo (fazendo um uso mais eficaz do bloco de energia) e reduzindo o risco tecnológico ao permitir o uso de combustível convencional se, por exemplo, o coletor tiver que ser reparado (ASSIS; CUNHA, 2020).

O calor solar coletado durante o dia pode ser armazenado em concreto, sal derretido, cerâmica ou meios de troca de fase. À noite, ele pode ser extraído do armazenamento para fazer funcionar o bloco de energia. Combustíveis fósseis e renováveis como petróleo, gás, carvão e biomassa podem ser utilizados para a co-combustão na usina, fornecendo assim capacidade de energia elétrica sempre que necessário (SILVA, 2020).

Konzen e Andrade (2016) destacam que outros materiais estão em desenvolvimento para atender às necessidades dos sistemas de energia solar CSP. São utilizados sistemas

de focalização de pontos e focalização de linha e podem usar apenas radiação direta e não a parte difusa da luz solar, porque esta não pode ser concentrada.

Os sistemas de focalização de linha são mais fáceis de manusear, mas têm um fator de concentração menor e, portanto, atingem temperaturas mais baixas do que os sistemas de focalização pontual (KURAVI et al. 2013).

No entanto, a eficiência solar-elétrica geral é menor do que a conversão de eficiência do vapor convencional ou ciclos combinados, pois incluem a conversão da energia solar irradiante em calor dentro do coletor e a conversão do calor em eletricidade no bloco de potência (AVERLAN, 2019).

A eficiência de conversão do bloco de energia permanece essencialmente a mesma que nas usinas elétricas alimentadas com combustível. Devido à sua natureza térmica, cada uma destas tecnologias pode ser ‘hibridizada’, ou operada com combustível fóssil, bem como com energia solar (GONZÁLEZ; GONÇALVES; VASCONCELOS, 2017).

Conforme Santos e Cardoso (2016), a hibridação tem o potencial de melhorar drasticamente o valor da tecnologia CSP, aumentando sua disponibilidade de energia e capacidade de despacho, diminuindo seu custo (fazendo uso mais eficaz do equipamento do bloco de energia) e reduzindo o risco tecnológico ao permitir o uso de combustível convencional se, por exemplo, o coletor tiver que ser reparado.

O calor solar coletado durante o dia pode ser armazenado em concreto, sal derretido, cerâmica ou meios de troca de fase. À noite, ele pode ser extraído do armazenamento para fazer funcionar o bloco de energia. Combustíveis fósseis e renováveis como petróleo, gás, carvão e biomassa podem ser utilizados para a co-combustão na usina, fornecendo assim capacidade de energia elétrica sempre que necessário (ABSOLAR, 2020).

De acordo com Lampkowski, Seraphim e Spadotto (2017), diferentes estratégias estão em fase de pesquisa para tornar a energia solar térmica mais tecnológica e economicamente viável, como o aumento das baixas e altas temperaturas, usando calor latente em fluido de transferência de calor (HTF) e meios de armazenamento de energia térmica (TES), estudando reações termoquímicas para capacidades de armazenamento de energia a longo prazo, estudando formas de melhorar as atuais HTF-TES e condições de operação da usina, novos ciclos de conversão de energia supercrítica com maior eficiência, otimização de componentes de campo solar para redução de custos.

4. POTENCIAL DA GERAÇÃO DE ENERGIA HELIOTÉRMICA NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

A energia pode ser referida como a moeda conversível da tecnologia. Com a entrada do mundo em crises globais, observou-se uma diminuição significativa na demanda global de energia (NÉBIAS; CODECEIRA NETO, 2019). Alguns anos se passaram desde que o Brasil teve uma das produções de energia mais confiáveis, flexíveis, limpas e baratas do mundo. O desenvolvimento da infraestrutura para a produção de energia não acompanhou o crescimento do país, hoje o campo energético brasileiro exige várias melhorias (CABRAL; SENNA; TORRES, 2013).

A nível global, a necessidade de um apoio à implantação está relacionada ao potencial para a redução de custos da tecnologia com maior implantação (curva de aprendizagem efeitos). No momento, no entanto, os projetos ainda impedem a tecnologia de avançar ao longo de sua curva de aprendizagem já que nenhum projeto foi lançado nos últimos anos

e apenas poucos projetos estavam em construção (BRANCALIÃO, 2015).

A conversão da energia solar através de sistemas fotovoltaicos (PV) teve uma implantação essencial em todo o mundo, principalmente devido à maturidade da tecnologia e à diminuição dos custos de geração nos últimos anos (AVERLAN, 2019).

Entretanto, como uma tecnologia não despachável, um aumento da potência instalada fotovoltaica tende a gerar instabilidade e perda de inércia nas redes de distribuição. Portanto, sistemas de backup, como baterias ou outras tecnologias de armazenamento de energia, tornam-se cada vez mais necessários para fornecer geração (quase) despachável, por exemplo, com altas taxas de rampa (FERREIRA; PASSOS, 2018).

Ao contrário de outros sistemas de geração renovável, a Energia Solar Concentrada (CSP) é uma tecnologia flexível e (quase) despachável para grandes capacidades de Armazenamento Térmico de Energia (TES), proporcionando estabilidade à rede e favorecendo a penetração esperada de energias renováveis variáveis, tais como PV e eólica em regiões com alta irradiação direta normal (DNI) (CUNHA, 2019).

As limitações devidas à temperatura de degradação do calor fluidos de transferência (HTF) utilizados em aplicações CSP levaram as plantas a operar seus ciclos de energia com vapor de baixa pressão, educando significativamente sua eficiência elétrica no Brasil (KONZEN; ANDRADE, 2016).

Apesar dos abundantes recursos naturais, o que torna a geração de energia no Brasil mais fácil do que em outros países, a tarifa elétrica no Brasil está entre as mais altas do mundo. No Estado do Paraná, por exemplo, a tarifa convencional cobrada pela Copel (empresa elétrica) em 2018 é de R\$ 0,53827 para kWh, dos quais 0,18301 (34%) são impostos (NASCIMENTO et al. 2020).

Os altos preços cobrados pela eletricidade tornam o processo mais caro, o que torna o Brasil pouco competitivo no mercado internacional, causando desemprego. Como as redes de distribuição já estão funcionando com capacidade máxima, o crescimento destas requer altos investimentos governamentais e construções de longo prazo (BEZERRA, 2019).

Segundo Bareta et al. (2019) no Brasil, a geração de energia é dividida por fonte. A geração de energia hidrelétrica é de 63,1% da energia elétrica no Brasil; seguida pela energia termoelétrica (fóssil e biomassa) e pela energia eólica e esses dados permitem quantificar como cada um deles contribui no Brasil.

O país é considerado como uma área favorável a esse tipo de geração de energia. Um requisito importante para a implantação de plantas de CSP é a Irradiação Direta Normal (DNI), que a partir de sua distribuição global pode identificar os locais de grande potencial para este tipo de instalação solar (ASSIS; CUNHA, 2020). De acordo com Secundes (2018) a DNI de 2000 kWh/m²/ano é considerada como nível mínimo para a viabilidade econômica das plantas solares.

No Brasil, possíveis aplicações incluem a produção combinada de eletricidade, calor de processo industrial, resfriamento distrital e dessalinização da água do mar. Geralmente assume-se que os sistemas de concentração solar são econômicos apenas para locais com incidência direta de radiação acima de 1800 kWh m⁻² ano⁻¹ (SILVA, 2020).

Apesar das promissoras projeções do mercado global, a baixa demanda interna no Brasil por componentes de CSP forçou parcialmente as partes interessadas da cadeia de valor de CSP a modificar seus modelos de negócios e a ampliar seu portfólio, mudando para outras tecnologias de energia renovável (GONZÁLEZ; GONÇALVES; VASCONCELOS, 2017).



Há uma preocupação de que essa tendência poderia resultar no desaparecimento de muitas empresas nacionais e, eventualmente, na dissolução das redes de inovação e no campo do CSP (BIANCHINI, 2013). Para fornecer uma perspectiva sobre o desenvolvimento do potencial brasileiro que pode sustentar uma indústria a longo prazo, uma estratégia a nível nacional com projetos de cooperação deve ser incorporada em e coordenada com clareza e ambição metas e estratégias para a implantação de CSP (CABRAL; SENNA; TORRES, 2013).

O papel do CSP como uma tecnologia de energia renovável despachável que podem contribuir para a segurança energética e ajudar com balanceamento de sistemas de energia com altas quotas de fontes de energia renováveis flutuantes precisam ser reconhecida, ancorada em planos estratégicos de energia e refletidos por respectivas políticas que permitem a formação de um nicho no mercado em que O CSP pode ser competitivo com outros renováveis tecnologias energéticas (MORAIS, 2015).

Um ponto importa é o custo nivelado da eletricidade (CNE) do CSP tem visto uma clara tendência de queda nos últimos anos, mas precisa ser reduzido ainda mais para tornar o CSP mais competitivo. Os projetos de CSP existentes ainda são dominados por usinas parabólicas (ABSOLAR, 2020).

Entretanto, a tendência de mercado demonstra diminuição durante o desenvolvimento colaborativo de CSP. Para as estações parabólicas, os custos estão diminuindo rapidamente, mas ainda mais rápido para as torres solares (NASCIMENTO, 2017).

Segundo Averlan (2019), as recentes plantas de torres solares já são mais baratas do que os cochos parabólicos. Nos últimos leilões de energia heliotérmica foram anunciados custos extremamente baixos para projetos de torres solares, o que sugere que as torres solares podem se tornar a tecnologia de CSP líder no futuro.

Entretanto, para permitir que o CSP acompanhe outras tecnologias de energia renovável e prevaleça contra as tecnologias de balanceamento, armazenamento e acoplamento setorial, são necessárias mais reduções significativas de custos (FERREIRA; PASSOS, 2018).

Além de esforços contínuos e direcionados para aumentar a eficiência da geração de energia de CSP, o elemento-chave para apoiar este desenvolvimento incluem a criação de uma estrutura de investimento favorável e o fornecimento de ferramentas de financiamento que ajudam a cobrir os riscos relacionados à implementação do projeto (NASCIMENTO et al., 2020).

Um outro elemento-chave que define se haverá um nicho para CSP no sistema elétrico brasileiro do futuro é a estrutura do mercado de energia e a configuração mais ampla do mercado. A criação de um mercado favorável ambiente que permite um CSP rentável requer uma implementação de energia ambiciosa e políticas climáticas que estabeleçam o preço apropriado sinaliza e reflete o valor da flexibilidade no sistema elétrico (KURAVI et al., 2013).

Em um ambiente de mercado, onde, em paralelo com o aumento das ações de PV e energia eólica no sistema elétrico, também CO₂ e os preços do gás natural estão subindo, um valor de mercado rentável do CSP pode ser alcançado, o que permitiria a formação de um nicho para CSP no mercado (FILHO, 2014).

Neste contexto, os projetos de energia heliotérmica deve ser visto como um complemento tecnológico, em vez de um concorrente a mais estabelecida, energia renovável de tecnologias como a energia fotovoltaica e eólica, como pode fornecer poder firme e flexível e contribuir para equilibrar o sistema elétrico.

Concertado são necessárias ações em todos os Estados a este respeito, que correspondem com metas nacionais claras e vinculativas para a implementação de flexibilidade individual e opções de engate setorial com um papel claro definido (BARETA et al., 2019).

Entretanto, o cenário pode variar significativamente com a irradiação, a região, a legislação e a tecnologia empregada. Assim, o cenário pode variar significativamente, valores mínimos de 1800 kWh/m²/ano são facilmente encontrados em pesquisas em diversas áreas. As regiões brasileiras têm atrativos solares com altos índices de incidência, indicando, portanto, é importante analisar pontos para o estudo da viabilidade de uma planta de CSP (LAMPKOWSKI; SERAPHIM; SPADOTTO, 2017).

Para grandes projetos de CSP com volumes de investimento relativamente altos e prazos de realização longos, o custo do capital continua sendo o principal fator de custo para a eletricidade produzida (CUNHA, 2019).

A necessidade nacional de apoio também implica benefícios para o mundo. Como mostrado por Baharoon et al. (2014), todas as empresas de heliotérmicas mais experientes nos segmentos mais importantes da cadeia de valor buscam além de benefícios econômicos, a inovação potencial no sistema global de energias renováveis.

Contra esse contexto, também uma estrutura política estável e continuidade na política de energia renovável em tanto a nível nacional como europeu são fatores particularmente cruciais. A estabilidade da política é considerada ainda mais relevante do que o tipo real de esquema de apoio por muitos CSP partes interessadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo, foi importante conhecer os diferentes processos de geração de energia utilizando o sistema heliotérmico. Os projetos do Brasil para geração de energia solar térmica estão em fase de implementação e devem entrar em operação progressivamente.

Notou-se que esse tipo de energia solar, conhecida internacionalmente pela sigla CSP (*Concentrated Solar Power*), para energia solar concentrada, utiliza a energia solar capturada do sol para aquecer um fluido que depois aciona uma turbina de vapor, produzindo eletricidade. O princípio é o mesmo de qualquer usina termoelétrica, mas utiliza uma fonte de energia 100% renovável, abundante e limpa, a irradiação solar, ao invés de combustíveis fósseis perigosos para o meio ambiente, como gás, petróleo ou carvão.

Então, as tecnologias CSPs vêm despontando como inovações potenciais para a geração de energia. A energia renovável está prestes a estar pronta para a próxima rede paridade. Embora a indústria de CSP seja uma tecnologia atual, o governo tem apresentado políticas para incentivar o desenvolvimento em alta velocidade e gradualmente forma uma escala.

Assim, como resultado da pesquisa, ficou demonstrado que os projetos baseados em CSP têm sido conectadas à rede e gerando eletricidade com sucesso, cultivando uma cadeia industrial relativamente madura. A tecnologia também se torna mais madura, em nível de liderança e a pesquisa e desenvolvimento independente da capacidade das tecnologias-chave têm sido muito melhoradas.

É importante que novos estudos e pesquisas voltadas para a geração de energia solar por meio de captação Heliotérmica sejam realizadas, a fim de melhorar o desenvolvimento dessa área de conhecimento, contemplado pela Engenharia Elétrica e despertar a aten-

ção para o assunto junto à comunidade científica.

No entanto, ainda existem muitas tecnologias centrais que não foram dominadas, e ainda há uma lacuna com outros países do mundo. Portanto, a fim de promover o desenvolvimento da indústria de CSP, é possível considerar cuidadosamente as implicações e tecnologias para fornecer orientação prática para a geração de energia por meio da CSP de baixo custo.

Referências

- ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico Absolar**. 2020.
- ASSIS, Matheus Miranda de. CUNHA, Marcelo José Pereira da. Potencial de geração de Energia Elétrica a partir de sistemas de energia heliotérmica no Estado de Minas Gerais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 06, Vol. 01, pp. 19-43. Junho de 2020.
- AVERLAN, Murilo Souza. **Mapeamento do Potencial de geração de energia Fotovoltaica no Estado de Santa Catarina**. 84p. Instituto Federal de Santa Catarina, SC. 2019.
- BAHAROON, D. A. et al. Desenvolvimento histórico da concentração de tecnologias de energia solar para gerar eletricidade limpa de forma eficiente - uma revisão. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 996-1027. 2014.
- BARETA, Maria Luiza E. et al. **Integração de fontes de energia renováveis para operar em micro redes em zonas rurais no Brasil**. Braz. Arch. Biol. Technol. 62 (spe). 2019.
- BEZERRA, Andeilson Bernardo. **Estudo de viabilidade de uma planta heliotérmica no estado de Rio Grande do Norte**. 9 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- BIANCHINI, Henrique Magalhães. **Avaliação comparativa de sistemas de energia solar térmica**. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- BRANCALIÃO, Nathan F. S. **Sistemas heliotérmicos: recurso solar, tecnologia e infraestrutura**. Universidade de Brasília, nov. 2015.
- CABRAL, Isabelle de Souza. SENNA, Pedro Rocha. TORRES, Adriana Cazelgrandi. **Energia solar: análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. Ln: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.
- COUTO, Lilia Caiado Coelho Beltrão. **Mensuração de Impactos Socioeconômicos de Projetos Energéticos Renováveis no Brasil: Um Estudo de Caso para a Energia Heliotérmica**. 132 p. Dissertação (mestrado) UFRJ/COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2016.
- CUNHA, Paulo. WEISS, Mariana. **Energia Heliotérmica: Uma Nova Aposta**. Cenários Solar, 2019.
- FERREIRA, Willian Mendes. PASSOS, Júlio César. **Modelagem de uma planta CSP-FRESNEL com geração direta de vapor e armazenamento de energia térmica**. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.
- FILHO, Cássio M. O. **Metodologia para implantação de uma usina heliotérmica de receptor central no Brasil**. 87f. Projeto de graduação, Engenharia Elétrica, UFRJ, 2014.
- GONZÁLEZ, M.O.A. GONÇALVES, J.S. VASCONCELOS, R.M. **Desenvolvimento sustentável: Estudo de caso na implementação de energias renováveis no Brasil**. Journal of Cleaner Production. v. 142, p. 461-475, 2017.
- KONZEN, G. ANDRADE, G. N. **O Efeito de uma Tarifa Binômia no Retorno Financeiro da Microgeração Fotovoltaica**. VI Congresso Brasileiro de Energia Solar – Belo Horizonte, 2016.
- KURAVI, S., et al. **Tecnologias e sistemas de armazenamento de energia térmica para a concentração de usinas de energia solar**. Progresso em Energia e Ciência da Combustão 39, 285-319. 2013.
- LAMPKOWSKI, M. SERAPHIM, O.J. SPADOTTO, A.J. O processo de licenciamento ambiental de usinas heliotérmicas (Concentrated Solar Power – CSP): considerações sobre sua simplificação. **Energia na Agricultura**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 248–258, 2017.
- MORAIS, Luciano Cardoso de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e Tendências futuras**. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2015.

NASCIMENTO, Gabriela Soares do, et al. **Mapeamento global das usinas de energia solar heliotérmica**. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza, 01 a 05 de junho de 2020.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Consultoria Legislativa. Estudo Técnico, 2017.

NÉBIAS, Mateus Telles. CODECEIRA NETO, Alcides. **Tecnologias de Armazenamento Térmico para Plantas CSP no Semiárido Brasileiro**. Universidade de Pernambuco, Recife, 2019.

PASSOS, Ed Ákio Santos. FRAGOSO, Matheus Rudnick. **Estudo da viabilidade econômica de uma usina heliotérmica com armazenamento de energia**. 67 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

SANTOS, A.W. CARDOSO JR., R. A.F. **O planejamento do setor elétrico brasileiro à luz do licenciamento ambiental: as perspectivas e potencialidades da energia renovável (eólica e solar) na matriz energética nacional**. In: Congresso Brasileiro de Energia Solar, 7. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: CBENS, 2016.

SECUNDES, Urbano Uelligton, et al. **Utilização de sais fundidos na geração solar heliotérmica**. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.

SILVA, Abner Roberto Araújo, et al. Estudo sobre plantas de concentração de energia solar: uma revisão sistemática. **Anais do Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias -S INACEN**. v. 4, n. 1, p. 10-21. 2020.

WEINSTEIN, L. A., et al. Concentrating Solar Power. **Chemical Reviews**, v. 115, n. 23, p. 12797-12838. 2015.

18

CAPTADORES DE GUITARRA: O USO DE TRANSDUTORES NA GUITARRA ELÉTRICA

*GUITAR PICKUPS: THE USE OF TRANSDUCERS ON THE
ELECTRIC GUITAR*

Fernando da Silva Paiva

Resumo

O presente trabalho “Captadores de Guitarra: o uso de transdutores na guitarra elétrica” tem por objetivo central abordar a importância do uso desses dispositivos para o funcionamento de instrumentos musicais elétricos, dando ênfase aos transdutores passivos eletromagnéticos. Iniciando com a apresentação e breve histórico da guitarra, o instrumento aqui analisado, seguido do conceito de transdutores, e por último, a abordagem das características, funcionalidades e vantagens da aplicação de transdutores em uma guitarra elétrica. A motivação para este trabalho deu-se, pois, apesar de ser um dispositivo com diversas aplicações, trata-se de um assunto pouco explorado no meio acadêmico. O tipo de pesquisa realizada foi uma revisão de literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações, trabalhos apresentados em simpósios, artigos científicos e sites especializados. Finalizamos compreendendo que a tecnologia destes dispositivos é ampla e de grande relevância nas suas mais variadas áreas de aplicação. No entanto, percebe-se que o tema ainda é carente de pesquisa no meio acadêmico.

Palavras-chave: Transdução eletromagnética, Captadores magnéticos, Guitarra elétrica. Indução magnética, Eletromagnetismo.

Abstract

This paper, “Guitar pickups: the use of transducers in electric guitar” has as its main objective to address the importance of the use of these devices for the operation of electric musical instruments, with emphasis on passive electromagnetic transducers. It begins with the presentation and brief history of the guitar, the instrument analyzed here, followed by the concept of transducers, and finally, the approach to the characteristics, features and advantages of the application of transducers in an electric guitar. The motivation for this work came about because, despite being a device with several applications, it is a little explored subject in the academic environment. The type of research carried out was a literature review, where books, dissertations, papers presented at symposia, scientific articles and specialized websites were researched. We conclude understanding that the technology of these devices is wide and of great relevance in its most varied areas of application. However, we realize that the theme is still lacking research in academia.

Keywords: Electromagnetic transduction, Magnetic pickups, Electric guitar, Magnetic induction, Electromagnetism.

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente dos instrumentos musicais acústicos, cujo design de suas caixas de ressonância é o que permite a sua recepção por parte dos ouvintes; os instrumentos musicais elétricos e/ou eletrônicos têm necessidade de saídas de som externas a sua estrutura, que são os amplificadores de áudio ou amplificadores de potência. A guitarra elétrica e o contrabaixo elétrico são exemplos de instrumentos musicais de corda que utilizam meios eletrônicos para a captação do som produzido ao serem tocados. São chamados de captadores de frequência (ou, simplesmente, captadores) os transdutores responsáveis por captar a onda magnética gerada pelas cordas metálicas dos instrumentos, transformá-las em um sinal elétrico e transmiti-lo para os amplificadores.

Transdutores podem ser aplicados às mais variadas áreas e todo projeto que envolva instrumentação, seja na indústria, como parte dos processos de automação e controle de qualidade, na medicina, como nos sensores cardíacos e glicêmicos ou na música, como será apresentado neste projeto.

O principal intuito para a pesquisa desse tema reside na busca por mais informações acerca da aplicabilidade de transdutores eletromagnéticos na guitarra elétrica, o que representou um marco não somente no ramo musical como também social, uma vez que a guitarra elétrica é considerada uma das responsáveis pela principal revolução mundial da música ao tornar-se um dos maiores símbolos do *rock and roll* e assim modificar a forma de fazer música e o comportamento social de toda uma geração a partir dos anos 50.

A aplicação de transdutores eletromagnéticos em instrumentos musicais nos mostra o quão diversos podem ser os seus usos, além de mostrar o quão complexo e interessante pode ser o funcionamento de um instrumento musical elétrico. O que leva, portanto, à pergunta que norteia este estudo: qual o papel e a importância do transdutor em uma guitarra elétrica?

Buscando responder essa questão, o presente trabalho teve por objetivo: entender as características do funcionamento e as aplicações de um transdutor em uma guitarra elétrica. Abordando o histórico da guitarra, assim como os conceitos acerca do transdutor eletromagnético, até a utilização do transdutor em uma guitarra elétrica.

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações, trabalhos apresentados em simpósios, artigos científicos e sites especializados e que foram selecionados por buscas nas seguintes bases de dados “*Scielo*”, “*Google Acadêmico*”, “*Repositório UFMA*” e “*Repositório Kroton*”. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos “10” anos, utilizando as palavras chaves: Transdução eletromagnética, Captadores magnéticos, Guitarra elétrica, Indução magnética e Eletromagnetismo.

2. A GUITARRA ELÉTRICA

A guitarra acústica é um instrumento de corda cuja caixa de ressonância é a responsável pela propagação do som produzido ao tocar as cordas. Ao utilizar o nome Guitarra deve-se, porém, ter uma ressalva como destaca Souza (2002, p.35):

“Quando falamos em guitarra associamos o nome ao instrumento elétrico imortalizado pelo *rock*, porém, principalmente nos países latino-americanos

de língua espanhola e conseqüentemente a própria Espanha, guitarra tem o mesmo sentido do nosso violão” (SOUZA, 2002, p.35).

Na década de 1920 as *Big Bands* de Jazz eram as grandes atrações dos bailes e festividades nos Estados Unidos. Os violões, no entanto, tinham baixo volume sonoro e, portanto, quase não eram ouvidos em meio aos outros instrumentos. Havendo então a necessidade de uma amplificação na sonoridade destes instrumentos, assim nasce a guitarra que ficaria conhecida como eletroacústica (CARAVEO, 2016).

As tentativas de contornar essa situação foram as mais diversas, como a modificação das caixas de ressonância e o uso de cordas de aço cuja tensão dava um pouco mais de destaque ao instrumento. Uma solução encontrada foi a utilização de microfones ligados a alto-falantes que captavam as notas do violão. Outra solução encontrada foi a aplicação de transdutores eletromagnéticos.

A partir de então, os instrumentos passaram a ter maior amplitude sonora e, além disso, a captação eletromagnética trouxe uma nova sonoridade à guitarra eletroacústica que, por sua vez, chamou a atenção de músicos de estilos como o *jazz*, o *blues* e o *country*. Empresas como a *Gibson*, que já eram consagradas na produção de instrumentos musicais acústicos e eletroacústicos passaram a produzir também captadores para seus instrumentos.

Na segunda metade da década de 40, houve outro grande avanço: a criação da guitarra de corpo sólido. Sua produção veio para suprir outro problema: a ressonância, pois um captador magnético acoplado ao tampo do instrumento acústico vibrava junto com este gerando um ruído desagradável (SOUZA, 2018).

A *Telecaster*, guitarra de corpo sólido, criada por Leo Fender (1909 – 1991) trouxe inovações além da sua estrutura, pois contava com um novo tipo de captador, o *Single Coil* que era mais leve e barato do que aqueles produzidos pela *Gibson*. E, além disso, chamou a atenção de músicos dos estilos *Blues* e o *Country* que possuíam um ordenado mais modesto e não podiam comprar os instrumentos da *Gibson* (SOUZA, 2002).

Algumas novidades vieram com a década de 50, dentre elas podemos destacar três: O lançamento da primeira guitarra de corpo sólido da *Gibson*, a *Les Paul*, em 1952; O lançamento da *Stratocaster*, pela *Fender* em 1954; e o surgimento de um novo estilo musical que combinava elementos do *jazz*, do *blues* e do *country*, o *Rock and Roll*.

Nessa época, adolescentes brancos começaram a se interessar por um estilo musical que antes só era apreciado pelos moradores dos subúrbios estadunidenses. Assim, as origens do *Rock and Roll*, advindas tanto da cultura negra quanto da europeia, que iniciaram com o *blues* do início do século XX, fundiram ao *gospel* e ao *jazz*. O *rock* torna-se um fenômeno, mudando a atitude dos jovens que viam nos seus ídolos a personificação da liberdade e da rebeldia, tornando-se além de uma expressão artística, um estilo de vida.

3. OS TRANSDUTORES

Denomina-se de Transdutor um dispositivo ou sistema que converte uma forma de energia em outra. Geralmente, usam-se os transdutores para converter o som, a luz, a temperatura ou a pressão em um sinal elétrico, ou de modo contrário convertendo o sinal elétrico em outra forma de energia.

Transdutores ou conversores são dispositivos que tomam uma forma de energia e a convertem em outra. Nos transdutores eletromecânicos as duas formas de energia são, obviamente, elétrica e mecânica. A quantidade de exemplos de conversores eletromecânicos, com os quais o homem moderno tem contato quase diário, é tão grande que se torna difícil enumerá-los. [...] De uma maneira geral um transdutor eletromecânico pode ser considerado, resumidamente, como constituído de três partes: uma elétrica, uma mecânica, e uma eletromecânica propriamente dita (FALCONE, 1979 p 01).

Vale ressaltar que, apesar de este ser o seu uso comum, há ainda transdutores que atuam alheios a eletricidade convertendo outras grandezas físicas, como aqueles que convertem a radiação solar em temperatura ou aqueles que convertem um agente biologicamente ativo num sinal celular (FERREIRA, 2018).

Segundo Vieira (2020) os transdutores podem ser classificados em Passivos e Ativos, de modo que os transdutores Ativos são aqueles que precisam ser alimentados por uma fonte de tensão para poderem produzir um sinal elétrico como resposta a um dado valor de sinal de entrada, e os transdutores Passivos são aqueles que não necessitam de uma fonte externa para produzir um sinal elétrico.

3.1 Os captadores magnéticos

Como citado anteriormente, as guitarras acústicas passaram por modificações estruturais para que o seu som pudesse se sobressair aos demais instrumentos. O uso de um dispositivo chamado captador magnético (ou apenas captador) foi fundamental para a criação da guitarra eletroacústica. Os captadores são transdutores magnéticos formados por peças de liga metálica magnética envolvidas por uma bobina de fios de cobre cuja espessura e número de voltas são determinadas por seus fabricantes.

Foi em 1931, que o músico George Beauchamp (1899 - 1941) começou a fazer experimentos para desenvolver um modo eficaz de amplificação da guitarra elétrica. Depois de muita experimentação, Beauchamp e o engenheiro eletricista, Adolph Rickenbacker (1987 - 1976), inventaram um dispositivo eletromagnético que captava as vibrações das cordas da guitarra com grande clareza (BIZZO, 2015).

O conceito mais simples de um captador magnético consiste em um ímã que estende seu campo magnético até as cordas, magnetizando-as uma vez que são feitas de materiais suscetíveis ao magnetismo como o níquel ou o aço. Quando tocadas, as cordas se afastam e se aproximam de uma bobina instalada a alguns centímetros delas, fazendo variar o número de linhas de campo magnético que atravessam a bobina, gerando uma corrente elétrica alternada que oscila na mesma frequência da corda vibrante (SOUZA, 2018).

O captador “Ferradura” (Figura 1) criado por Beauchamp e Rickenbacker, atraiu a atenção de vários músicos, estudiosos e, principalmente, de vários fabricantes de instrumentos. Sua criação foi copiada e, gradativamente, modificada, sendo utilizada em guitarras semiacústicas: instrumentos de corpo oco, porém como captação eletromagnética. A empresa estadunidense Gibson foi uma das fabricantes que fez várias pesquisas sobre os captadores tendo em vista a criação de um dispositivo com a mesma funcionalidade, porém, com design diferente.

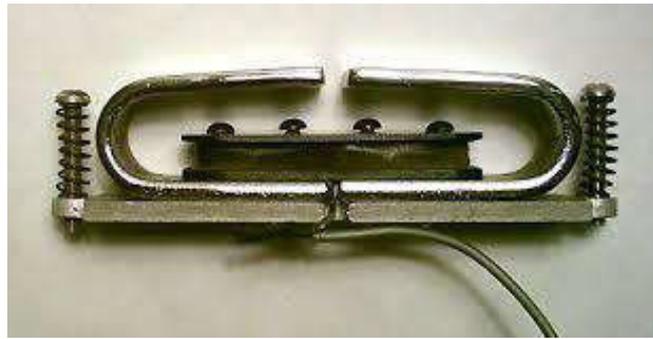


FIGURA 1: Captador “Ferradura”, criado por
Beauchamp e Rickenbacker
FONTE: BIZZO (2015)

A pedido da Gibson, Walter Fuller desenvolveu um novo captador cujo campo magnético era criado por duas barras magnéticas, feitas a partir de uma liga que continha 36% de cobalto e aço, com os polos opostos nas laterais mais curtas. Em 1939 G.B Jonas, especialista em eletrônica, inventou um novo tipo de ímã, feita a partir de uma liga de alumínio, níquel, cobalto e outros elementos em percentual que varia, além de aço, de ferro. O ímã, chamado “Alnico” derivado das iniciais de seus componentes principais (alumínio, níquel e cobre) tinha um fluxo magnético mais forte do que o cobalto e aço usados anteriormente, e estava disponível em uma variedade de dimensões (BIZZO, 2015, p 01).

Nos anos 40 a Gibson lançou vários modelos de instrumentos semiacústicos como uma variedade de captadores até que, em 1946, foi lançado um modelo com dois ímãs Alnico e uma bobina de enrolamento de 10 mil voltas de fio AWG 42 (diâmetro de 0,0633 mm) do tipo *Plain Enamel*. O captador P-90 tinha um nível de saída mais elevada do que qualquer captador do seu tempo e um som que foi bem equilibrado entre quente e o agressivo.

Em 1947, um fabricante de instrumentos musicais e amplificadores, chamado Leo Fender, construiu a Fender *Esquire*. Tratava-se de uma guitarra elétrica de corpo sólido com um único eletroímã. Em seguida, foi lançado um modelo com dois captadores *Single Coil* (Figura 2), chamado *Broadcaster*, que mais tarde foi renomeado para *Telecaster*. Esse foi o primeiro modelo de guitarra elétrica de corpo sólido a ser vendido em larga escala e um dos modelos mais conhecidos até hoje.

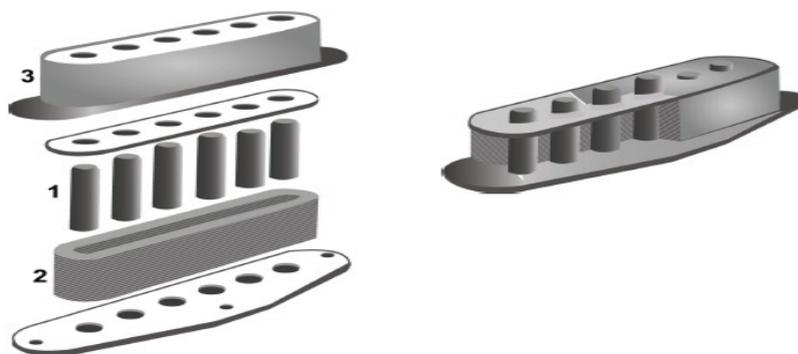


FIGURA 2: Visão explodida de um captador *single coil*
FONTE: ZACZÉSKI, et al. (2017, p.8)

Para um captador do tipo *Single Coil*, os ímãs cilíndricos (1), também chamados de polos são enrolados pela bobina (2), produzida em fio de cobre cuja espessura e número

de espiras são definidos a critério do fabricante. O conjunto é coberto pela capa (3) que pode ser de vários materiais, sendo o plástico como o mais comum. Toda a estrutura do captador é montada sobre uma base na sua parte inferior e esta será fixada no corpo do instrumento (ZACZÉSKI, *et al.* 2017).

4. O PAPEL E A IMPORTÂNCIA DOS CAPTADORES EM UMA GUITARRA ELÉTRICA

Como foi destacado nos capítulos anteriores, os captadores são a peça fundamental para o funcionamento de uma guitarra elétrica, pois é graças a sua capacidade de converter o movimento das cordas em um sinal elétrico, que a guitarra eletroacústica pôde evoluir para a guitarra elétrica, atendendo as demandas dos músicos por um som mais alto, robusto e potente.

O dispositivo criado por Beauchamp e Rickenbacker, foi crucial para criação da guitarra elétrica como conhecemos hoje. O captador “Ferradura” foi o início de uma revolução tanto no ramo da engenharia elétrica voltada para instrumentos musicais, como para a música, já que a guitarra elétrica ampliou o leque de possibilidades para a criação musical. Tais possibilidades e técnicas atraíram músicos de vários estilos, sendo que os mais entusiasmados foram os artistas de um movimento que emergiu a partir de 1950: o *Rock’n Roll*.

As guitarras semiacústicas e os captadores magnéticos resolveram vários problemas, mas enfrentavam alguns mais, pois o captador geralmente era preso ao tampo do instrumento acústico, o som e o movimento das cordas faziam o tampo vibrar e o captador também, criando assim uma frequência aguda, que era amplificada pelo alto falante e realimentava a vibração do corpo, gerando o que é conhecido por microfonia acústica (ZACZÉSKI, *et al.* 2017).

Em 1947, Leo Fender apresenta a Fender *Telecaster*, uma guitarra de corpo maciço equipada com os captadores *single coil* resolvendo assim dois problemas, pois não haveria mais microfonia por ser maciço, e atenderia a uma clientela sem muitos recursos, um produto bom e barato (SOUZA, 2002).

Os captadores *single coil* produzidos por Leo Fender, quando comparados aos P90 da *Gibson*, eram mais leves, menores, mais baratos e com um som mais limpo, brilhante. Por essas características, esse dispositivo foi adotado por uma grande variedade de músicos, principalmente de estilos como o *country* e o *blues*.

O captador de bobina única, seja da *Gibson* ou da *Fender*, tinha mais um problema pela frente: a sua construção era propensa a sensibilidade a fontes de interferência externas, como as luzes do palco, produzindo chiado inconveniente (“hum”) a partir de certo volume. Ciente do problema, *Gibson* escolheu Seth Lover (1910 – 1997) para encontrar uma solução para este excesso de sensibilidade.

Em 1955, o dispositivo foi apresentado. Ele continha duas bobinas que foram ligadas em série, porém fora de fase, com um ímã na parte inferior cujos campos magnéticos opostos eram transferidos para as seis peças de polos em cada bobina. Quando ambas as bobinas eram selecionadas, havia um cancelamento de ruídos. O novo modelo foi nomeado de “*humbucking*” (Figura 3), o fio utilizado foi o mesmo do P 90 (10000 voltas de AWG 42), porém dividida em duas bobinas (5000 voltas em cada um) com uma resistência de oito kOhms (BIZZO, 2015).



FIGURA 3: Captador Humbucking “Custom 59”
produzido pela Malagoli
FONTE: MALAGOLI (2022)

Apesar de existirem outros modelos, o trio formado pelos captadores P90, *Single Coil* e *Humbucking* é considerado por muitos artistas como o mais importante para a guitarra elétrica e para a música, pois esses modelos foram os responsáveis por diversas sonoridades nos diferentes modelos de instrumentos musicais que foram aplicados.

Tendo em vista que os captadores surgiram para solucionar o problema da falta de amplificação das guitarras acústicas, é interessante perceber a sua importância, pois foi a partir dele que a evolução das guitarras começou sendo este instrumento o principal símbolo de um estilo musical que modificou o pensamento e o modo de agir de toda uma geração, e ainda hoje mantêm a sua relevância na cultura e na música.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estamos tão acostumados a conviver com as mais diversas formas de tecnologias no nosso dia a dia, da hora que acordamos ao nosso momento de parar e descansar, nós fazemos uso de artifícios tecnológicos que têm como principal objetivo facilitar nossas rotinas. A evolução tecnológica tem sido tão acelerada e impactante que nos adaptamos e muitas vezes não damos a devida atenção a elas. A guitarra elétrica representou um marco na história da música no mundo inteiro e sua criação foi baseada numa necessidade que na época era demasiada complexa, a de resolver o problema da ressonância presente na guitarra acústica. A solução encontrada após várias experiências foi a de usar transdutores eletromagnéticos para além de modificar toda a estrutura física, dar a ela o volume, a clareza, a agressividade e a personalidade que a tornaria lendária e revolucionária para a música.

Ao adentrarmos no universo da música e da guitarra elétrica com seus captadores e amplificadores nos deparamos com uma tecnologia que talvez hoje já seja até vista como bem comum, mas que na realidade foi e ainda é muito importante para as mais diversas aplicações, desde instrumentos musicais até a compreensão do funcionamento das mais diversas atividades do corpo humano, como a visão e a audição.

A pesquisa também nos permite compreender que o estudo dos transdutores eletromagnéticos, aqui compreendida através da pesquisa sobre a importância dos captadores magnéticos no funcionamento de uma guitarra elétrica, é muito interessante, amplo, importante e deve sim ser mais aprofundado e valorizado no meio acadêmico, pois além do

seu histórico ele é uma tecnologia ainda bastante moderna e aplicável que está presente no nosso dia a dia uma vez que a maioria dos aparelhos eletrônicos cotidianos faz algum tipo de captação e transformação de uma grandeza física.

Referências

- BIZZO, L. **HISTÓRIA DOS CAPTADORES**. reidalespaul, 2015. Disponível em: <https://www.reidalespaul.com.br/2015/09/historia-dos-captadores-capitulo-1-em.html> Acesso em: 05 abr. 2022
- CARAVEO, Saulo Christ. **Uma breve história da guitarra elétrica: a conquista acadêmica no Brasil**. 2016. IX Encontro Regional Norte da ABEM *Diversidade humana, responsabilidade social e currículos: interações na educação musical* UFRR, Boa Vista, 31 de agosto a 02 de setembro de 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/107122066-Uma-breve-historia-da-guitarra-eletrica-a-conquista-academica-no-brasil.html> Acesso em: 25 mar. 2022
- FALCONE, Aurio Gilberto. **Eletromecânica: transformadores e transdutores, conversão eletromecânica de energia, máquinas elétricas**. São Paulo: E. Blücher, c1979
- FERREIRA, Isabel **TRANSDUTORES**. Moodle.fct.unl.pt: Universidade Nova Lisboa, 2018 -. Disponível em: https://moodle.fct.unl.pt/file.php/1091/folhas_apoio/Cap8-Transdutores.pdf. Acesso em: 8 ago. 2022
- MALAGOLI CAPTADOERS. **HUMBUCKING CUSTOM 59**. Disponível em: https://www.captadores.com.br/loja/produto-34302-1343-custom_59. Acessado em 28 set. 2022.
- SILVA, Vinicius Nelson Lago **Desenvolvimento tecnológico: a propriedade industrial na produção da guitarra elétrica e captadores no Brasil**. 2016. 83 f. Dissertação (mestrado em Ciência da Propriedade Intelectual)– Universidade Federal de Sergipe, 2016.
- SOUZA, Israel Maxson Ribeiro de. **Proposta de Ensino Investigativo Usando a Indução Eletromagnética e Piezoeletricidade Aplicados aos Sensores de Guitarras e Violões**. 2018. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) Universidade Federal do Pará Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/proposta-de-ensino-investigativo-usando-inducao-ele-tromagnética-e-piezoeletricidade-aplicados-aos> Acesso em: 25 mar. 2022
- SOUZA, Neigmar de. Guitarra Elétrica: um ícone na cultura pop do século XX. **Revista Vernáculo**, [S.l.], n. 5, June 2002. ISSN 2317-4021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/vernaculo/article/view/18452/12000>. Acesso em: 18 set. 2022
- VIEIRA, David M. **Transdutores**. [S. l.], 201-. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23821/index.html>. Acesso em: 8 ago. 2022.
- ZACZÉSKI, *et al.* Violão: aspectos acústicos, estruturais e históricos. **Revista brasileira de Ensino de Física**, Curitiba, 40, n. 1, 2017. Disponível em: www.scielo.br/rbef Acesso em: 8 abr. 2022.

ANEXOS**ANEXO A**

Principais tipos de captadores para guitarras elétricas

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Single-coils	Têm esse nome por usarem somente uma bobina e se tornaram populares, assim como a guitarra elétrica, com a Fender Broadcaster. Por ter uma única bobina, capta influência externa de ondas elétricas, gerando ruídos, o que pode ser muito incômodo para alguns músicos.
Humbuckers ou Humbucking	Captador de duas bobinas ligadas fora de fase com as bobinas interagindo com as polaridades opostas. Têm esse nome por bloquearem ruídos externos (bloqueador de “hum”). Foi inventado por volta de 1957 por Seth Lover (1910 – 1997), que na época, era funcionário da empresa Gibson. Tornaram-se populares nas guitarras Les Paul. Sendo duplos, são mais potentes que os singles e possuem som mais grave e denso, sendo essas as características do modelo.
Mini humbucker	Captador com ambas bobinas passivas e dimensões compactas. São Humbuckers menores que carregam as mesmas características, mas o som possui menos ganho de saída, com frequências médias. Porém ele não pode ser instalado em qualquer guitarra por ter seu formato único.
Blade Pickups	Tendo um aspecto de lâmina por não possuir pólos (parafusos) visíveis em seu topo, o ímã tem forma de barra e uma lâmina como Pólo. Já sua característica principal e vantagem é a de captar o som igualmente em toda sua extensão
Humbucker Coaxial ou Stacked	Esse captador foi desenvolvido primeiramente para que se pudesse ter o som capturado pelos Single-Coils, mas com a anulação do ruído do modelo Humbuckers. Possui duas bobinas que se encontram “empilhadas”, de modo que uma bobina produz o timbre e a outra atua como canceladora de ruídos.

FONTE: Adaptado de Silva (2016)

ANEXO B

Captadores relevantes na evolução tecnológica das guitarras elétricas

Captador	Inventor	Ano
Captador Ferradura	George Beauchamp e Paul Barth	1931
<i>Pickup Bar</i>	Walter Fuller	1935
<i>Master Pickup</i>	Herb Sunshine	1937
<i>P-90</i>	Seth Lover	1946
<i>Model 200 (Grethsch DynaSonic)</i>	Harry DeArmond	1949
<i>Broadcaster</i>	Leo Fender	1949
<i>Rhythm Chief</i>	Harry DeArmond	1954
<i>Humbucker PAF</i>	Seth Lover e Walter fuller	1955
<i>Jazz Master</i>	Leo Fender	1958
<i>Wide Range Humbucker</i>	Seth Lover	1970
<i>Humbucker Super Distortion</i>	Larry DiMarzio	1972
Captador ativo EMG	Rob Turner	1974
<i>Seymour Duncan Humbucker</i>	Seymour Duncan	1978
<i>Magnetic Field Design (MDF)</i>	Leo Fender	1979
<i>Humbuckers Standard Treble</i>	Paul Red Smith	1985
<i>Single Coils Lace Sensor</i>	Fender	1985
Sistema Híbrido captador magnético/piezo	Lerry Fishman e Ken Parker	1993
<i>Single Coil Noisesless</i>	Chris Kinman	1995
<i>Transensor</i>	Jeff Lace	1996
<i>Single-coil Split-Brade</i>	Lindy Fralin	2009
<i>Fluence Core</i>	Fishman	2014

FONTE: Adaptado de Silva (2016)

19

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FERROVIAS *ENERGY EFFICIENCY IN RAILROADS*

Claudia Helena Dourado Gomes

Resumo

O presente trabalho de conclusão de curso tem como tema a “Eficiência energia em ferrovias” e teve como objetivo analisar o processo de eficiência energética no estado maranhense, uma vez que a eficiência energética possibilita melhorar os serviços ferroviários sob a ótica econômica e social deste transporte. À vista disso, a pesquisa seguiu os princípios de uma revisão de literatura com abordagem qualitativa, a fim de levantar informações acerca da temática em questão. Observou-se que as ferrovias de carga ajudam a aliviar esta restrição, reduzindo engarrafamentos, e aumentando a mobilidade e diminuindo a pressão para a construção das onerosas rodovias e quanto ao seu processo de eficiência energética, evidenciou-se que este aspecto possibilita maior sustentabilidade e economia, promovendo melhor dinâmica na distribuição de recursos. Almeja-se com essa pesquisa contribuir com a ampliação dos conhecimentos acerca das Ferrovias, compreendendo que majoritariamente a finalidade destas ferrovias é para transporte de minério, mas torna-se pertinente refletir na importância de expandir a atuação das ferrovias no estado, uma vez que esta alternativa de transporte permite um melhor desenvolvimento em todos o país.

Palavras-Chave: Eficiência Energética. Ferrovias. Engenharia.

Abstract

The present end-of-course work has as its theme the “Energy Efficiency in Railways” and had as its objective to analyze the process of energy efficiency in the state of Maranhão, since energy efficiency makes it possible to improve railway services under the economic and social perspective of this transportation. In view of this, the research followed the principles of a literature review with a qualitative approach, in order to gather information about the theme in question. It was observed that freight railroads help to alleviate this restriction, reducing traffic jams, increasing mobility and reducing the pressure to build expensive highways. As for their energy efficiency process, it was shown that this aspect enables greater sustainability and economy, promoting better dynamics in the distribution of resources. The purpose of this research is to contribute to the expansion of knowledge about railroads, understanding that the majority of the purpose of these railroads is to transport ore, but it becomes pertinent to reflect on the importance of expanding the role of railroads in the state, since this transport alternative allows for better development throughout the country.

Keywords: Energy Efficiency. Railroads. Engineering.

1. INTRODUÇÃO

As ferrovias abriram o caminho para a colonização do Ocidente, proporcionou novas oportunidades econômicas, estimulou o desenvolvimento da cidade e das comunidades, e geralmente amarrou o país. É importante que as ferrovias busquem melhorias para apresentarem uma utilização atrativa, quando não é considerado custos de implantação e dependendo da carga a ser transportada.

Por isso, a eficiência energética tem ocupado lugar de destaque como uma fonte de energia no contexto dos esforços nacionais e internacionais para atingir metas de sustentabilidade mais efetivas. A melhoria da eficiência energética e o envolvimento das empresas no desenvolvimento de inovações de eficiência energética são essenciais para equilibrar as necessidades energéticas e o desenvolvimento sustentável.

O estudo da eficiência energética em ferrovias mostra que elas têm vantagens em relação ao modo rodoviário, o que significa que o seu desempenho é suficientemente superior ao citado. Pretende-se ampliar o campo técnico referente às ferrovias e assim, contribuir com ideias que auxiliam em uma maior produtividade de transporte e indústria nesse setor.

A realização deste estudo tem o papel fundamental para adquirir conhecimento e informações sobre eficiência energética em ferrovias, visto que há uma grande necessidade de inovação e melhorias na manutenção dos setores ferroviários, e como consequência, empresas e indústrias buscam por maneiras e ferramentas que aprimorem ainda mais a eficiência dessas organizações.

Quanto a sua contribuição social para a sociedade, essa pesquisa pode ajudar a reduzir lacunas quanto as informações sobre eficácia energética e sua importância para o desenvolvimento das ferrovias. Também contribuindo para fortalecer o campo da pesquisa científica e o desenvolvimentos de futuros trabalhos nessa área.

Estudos orientados à sustentabilidade e eficiência energética têm sido impulsionado nos últimos anos, sobretudo no setor de transportes, por conta das questões ambientais. Uma vez que os transportes locomotivos movidos a diesel apresentam poluentes, e daí vem a necessidade de otimização e eficiência energética nos setores ferroviários.

Verifica-se que as grandes empresas focam discussões no assunto de Eficiência Energética como uma das grandes alavancas para redução de custos variáveis da operação. No entanto, apesar da alta eficiência energética que as ferrovias demonstram uma dependência pelo óleo diesel consistindo ainda como o principal custo operacional variável das empresas ferroviárias. Sendo assim, o que está sendo feito, para a melhoria da eficiência energética do transporte ferroviário?

O objetivo geral deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura sobre estudos de eficiência energética de ferrovias, e os objetivos específicos são: elaborar uma síntese dos estudos em questão identificando neles os fatores determinantes para eficiência energética, após isso, analisar pesquisas que demonstram ações de redução no consumo de energia, e por fim, dissertar sobre teses que analisam a classificação de fatores de impactos que ocorre na eficiência energética.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, monografias, artigos. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 30 anos. As palavras-chave utiliza-

das na busca foram: “Eficiência Energética”, “Ferrovias”, “Engenharia”.

2. FATORES DETERMINANTES PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Grandes quantidades de poluentes ambientais que ocorrem na natureza significam um problema sério. Melhorar a produtividade como uma das mais importantes fontes de crescimento econômico significa utilizar uma produção eficiente para todos os recursos, incluindo mão-de-obra, capital e energia (ŠŪMAKARIS, et al. 2021).

A melhoria da eficiência energética e o desenvolvimento de inovações de eficiência energética são essenciais para equilibrar as necessidades energéticas e o desenvolvimento sustentável. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), é necessário transformar o sistema energético mundial e, portanto, a comunidade energética deve ser convencida a redirecionar os investimentos em energia e mudar para um desenvolvimento com baixo teor de carbono, que gere expectativas de crescimento econômico e desenvolvimento social (JÚNIOR et al. 2013).

Além disso, a redução do consumo de energia pode abordar problemas ambientais e reduzir os custos de produção, reduzindo os custos de materiais e/ou energia e os custos relacionados ao cumprimento dos regulamentos. Essas ações exercem um efeito positivo e significativo sobre a rentabilidade e a vantagem competitiva das empresas (BRASIL, 2022).

Bosques (2022) explica que eficiência energética ou energia eficiente é estudada como um subconjunto específico de eco-inovação, que contribui para melhorar tanto a qualidade ambiental dos produtos quanto a eficiência de recursos de produtos e processos.

Segundo Martino (2008), o entendimento mais disseminado de eficiência energética diz respeito a como consumir menos energia para realizar a mesma quantidade de serviço ou trabalho, ou seja, significa diminuir a quantidade de energia primária destinada a produzir um bem ou serviço.

Assim, a eficiência energética tem o potencial de contribuir simultaneamente para a segurança energética a longo prazo e de proteção dos recursos naturais (suprimento de combustíveis vitais), garantindo um desenvolvimento sustentável, protegendo o meio ambiental, garantindo o crescimento econômico, e melhorando a saúde e bem-estar da população, já que garante a redução das emissões de gases de efeito estufa e o próprio consumo de energia. Desta forma, a eficiência energética tem ocupado lugar de destaque como uma fonte de energia no contexto dos esforços nacionais e internacionais para atingir metas de sustentabilidade (SZKODA; TULECKI, 2016).

De acordo com Martino (2008), indicadores de eficiência energética podem ser calculados, dependendo de critérios específicos adotados por países e empresas. A eq. (1) apresenta uma forma de medição da Eficiência Energética (EE) adotada mundialmente pelas ferrovias, onde quanto menor o número obtido, melhor é a eficiência energética da ferrovia.

$$EE = \frac{L}{Tkb} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

De acordo com Cassemiro e Da Costa (2015), outro fator indireto a fórmula de grande impacto no consumo de óleo das ferrovias é a forma de condução e licenciamento dos trens, ou seja, maquinistas mais experientes e com maior conhecimento do traçado, bem

como um sistema de licenciamento que privilegie a não interrupção da viagem, favorecem a diminuição do consumo de combustíveis. No entanto, tal fatores, assim como a questão do traçado, não são de fáceis gestão a curto prazo. Dos fatores diretamente relacionados à eq. (1), destacam-se a distância percorrida, volume bruto transportado e a quantidade de litros abastecidos. Portanto, assim como em outros modais de transporte, a distância percorrida também é um fator de influência no consumo, sendo a distância inversamente proporcional a EE.

Apesar de este fator representar uma parcela direta na fórmula, ganho de eficiência com ele é limitado, pois o sistema ferroviário é um meio de transporte guiado, ou seja, a composição férrea tem sua mobilidade limitada à direção dos trilhos, e as distâncias da origem dos trens até os terminais de destino dos clientes são pouco alteradas pela falta de opções de trajetos ou pela necessidade de cumprimento dos contratos firmados (BUSSINGER, 2022).

Além da distância, o volume de mercadoria transportado influencia diretamente no consumo de combustíveis, seja pelo melhor aproveitamento da tração e da malha férrea (carga com maior peso específico garante maior aproveitamento da capacidade tratora e conseqüente diminuição da necessidade de trens circulando) ou pelo fator sazonal das cargas, ou seja, quanto menor a variabilidade de volume ao longo do ano, menor é a ociosidade do sistema ferroviário (CASSEMIRO; DA COSTA, 2015).

A eficiência energética recompensa as ações. Os países que realmente impulsionaram a eficiência energética nas últimas décadas agora veem custos de consumo mais baixos, menor importação de combustível e menos emissões. Mas hoje, o imperativo de agir rapidamente em relação à eficiência energética está cada vez mais forte (LARSSON; ERICSSON, 2009).

Contudo, de acordo com Cassemiro e da Costa (2015), esse fator está refém de contratos firmados, momentos mercadológicos e intenso acompanhamento de indicadores voltados para a produção, sendo uma variável complexa de gerir. Outro fator relevante que implicou no aumento do consumo de combustível foi o modelo de concessões ferroviário adotado no Brasil, visto que as frotas são diversificadas tanto pelos modelos utilizados como pela idade dos ativos. Isto pode ser explicado pelo fato de locomotivas que foram herdadas de a antiga Rede Ferroviária Federal estarem rodando ao lado de locomotivas novas adquiridas após as concessões.

Alocar essas locomotivas em seus tipos de trens significa aproveitar ou não o que cada locomotiva pode oferecer ao indicador de Eficiência Energética. Estas diferenças entre as locomotivas podem ser verificadas na Figura 1, na qual uma comparação entre o consumo teórico de duas locomotivas de um mesmo fabricante pode ser verificada (os fabricantes trazem os dados teóricos de consumo por ponto de aceleração de suas locomotivas), sendo a locomotiva GE-C44 considerada mais moderna e tecnologicamente mais avançada que a GE-C36 (CASSEMIRO; DA COSTA, 2015).

A visão baseada em recursos percebe o papel dos fatores como as mais relevantes para a vantagem competitiva e os processos de inovação para aplicação da eficiência energética. Portanto, estudos sobre eco-inovação enfatizam a importância das competências para consumir menos energia e seus recursos (STOLDOSKY, 2012).

Os fatores determinantes da eficiência energética atuam para reduzir a dependência da importação de combustíveis, diminuir a exposição à volatilidade dos preços da energia e contribuir para a mitigação da mudança climática, tornando os sistemas e as sociedades mais resistentes (PATTERSON, 1996).

Segundo Rodrigues (2018), a redução do uso de energia é essencial na luta contra a mudança climática, porque as usinas tradicionais queimam combustíveis fósseis que liberam gases de efeito estufa e contribuem para a poluição do ar. As casas e edifícios eficientes também estão mais bem equipados para mudar para energia renovável, que não produz emissões nocivas.

As melhorias na eficiência energética reduzem a quantidade de eletricidade na rede de uma vez, conhecida como carga, minimizando o congestionamento e o estresse na rede elétrica. A menor carga evita interrupções de energia e a redução do uso de combustíveis fósseis resulta em ar, água e terra mais limpos, os quais afetam diretamente a saúde humana, especialmente aqueles em comunidades marginalizadas e pessoas com condições que são agravadas pela poluição (LIU; GOLOVITCHER, 2003).

Conforme Tolmasquin (2021), a economia de recursos é um indicador importante da relação entre a eco-inovação e o desempenho dos custos e, portanto, numerosos estudos confirmaram a importância da eco-inovação no desempenho financeiro e ambiental das empresas.

Consequentemente, as inovações de eficiência energética são essenciais para uma economia verde e para as indústrias intensivas em energia, que representam uma parte significativa dos recursos e do consumo de energia do mundo. Portanto, inovações energeticamente eficientes criam um efeito ambiental positivo através da economia de recursos (BOSQUES, 2022).

3. AÇÕES DE REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA EM FERROVIAS NA CONTEMPORANEIDADE DO BRASIL

Em um estudo realizado por Bazani (2022), evidenciou-se a importância de reduzir o consumo de energia em ferrovias no Brasil. Ainda, o autor discorre sobre a relevância nacional do Controle de Trens Baseado em Comunicação (CTBC) que se trata de um sistema de controle capaz reduzir o consumo de energia. No Brasil, mais especificamente em São Paulo, esse balanço sobre investimentos em tecnologia já é utilizado desde 2018, a fim de reduzir os gastos com energia elétrica.

Deste modo, ações como: instalação de novas lâmpadas, compra de equipamentos para movimentação dos trens, são medidas que tem reduzido anualmente R\$ milhões de reais em energia. Destaca-se também, que o CTBC gera uma economia de 11% por ano no consumo em comparação com outros sistemas de controles mais antigos. Quando à iluminação, especialmente, a dos prédios, estações, plataformas e áreas técnicas, em 2018 houve as trocas de lâmpadas fluorescentes para LED, resultando em uma economia de R\$ 2 milhões por ano, apenas com a troca do sistema de iluminação (UNIÃO DE TRANSPORTES FERROVIÁRIOS DE SÃO PAULO - UTFSP, 2018).

Ainda, outro mecanismo estratégico de redução é a instalação do Inversor de Tração nas subestações. Este dispositivo permite um ganho significativo no desempenho energético nos trens, fazendo com que os motores dos trens sejam transformados em geradores elétricos durante as frenagens. Ainda, o Comitê de Energia Elétrica do Estado de São Paulo prevê o monitoramento das subestações elétricas, tração de trens, sistemas de sinalização, equipamentos auxiliares, dentre outros, a fim de propor estratégias de redução do consumo de energia elétrica na região (UTFSP, 2018).

Em um estudo realizado por Souza (2018), destaca-se quatro pontos em que a para alcançar a eficiência energética nas ferrovias no Brasil: vagões com finalidade múltipla/

flexível, otimização do trem ferroviário (redução tara do vagão, otimizando a relação lotação/tara), redução do esforço tração (utilização de truques radiais) e redução do esforço de arraste.

Deste modo, o autor discorre que até o início dos anos 2000, os vagões *hopper* eram fabricados para transportar cargas exclusivas de grãos e farelo, açúcar e fertilizantes. No entanto, diante de uma demanda crescente foi desenvolvido o vagão híbrido para transporte de diferentes tipos de produtos, permitindo sua utilização também na carga de retorno e assim contribuindo para eficiência energética. Um outro exemplo de vagão flexível é a gôndola, para transporte de minério, que produzido em aço inox, o habilita a transportar também carvão (SOUZA, 2018).

Outrossim, observa-se outra solução no que tange a redução de consumo de energia em ferrovias no Brasil, objetivando assim, o aumento de sua eficiência energética: investir na otimização do trem ferroviário através do aumento de sua capacidade. O exemplo abordado foi um vagão especialmente desenvolvido para o transporte intermodal, que por si só já é flexível e, portanto, já gera eficiência energética (SOUZA, 2018).

Nesse sentido, a indústria ferroviária no Brasil tem buscado investir em técnicas computacionais, objetivando ampliar os processos de otimização dos projetos de seus veículos, com vistas no aumento da eficiência energética e, portanto, na redução de gases de efeito estufa e particulados na atmosfera. Tem buscado, ainda, a redução de um dos principais custos na operação de transporte ferroviário, que é o custo da tração dos veículos, seja o diesel nas locomotivas ou a energia elétrica nos trens de passageiros (WAKE, 2021).

Destacam-se aqui motores de corrente alternada, elétricos ou a diesel, que reduzem o consumo da energia de tração em cerca de 25%. Recentemente, foi desenvolvida e fabricada no Brasil uma locomotiva de manobra elétrica, 100% a bateria, destinada à Vale e em fase de testes, com resultados já satisfatórios. Tanto que a fabricante nacional já está produzindo uma segunda locomotiva, para exportação aos EUA, que será um benchmarking brasileiro. As duas fabricantes nacionais desenvolvem, desde 2020 na Califórnia, testes em locomotivas de linha, também 100% a bateria (WAKE, 2021).

Sistemas de controle remoto para operação de locomotivas de manobra estão sendo desenvolvidos pela indústria ferroviária brasileira para aumentar a produtividade dos movimentos realizados pelas concessionárias em pátios e terminais ferroviários, de forma segura, com redução dos custos de suas operações. Estes sistemas comunicam-se através de rádio, rede de celular comercial ou Wi-Fi. Projetos pilotos estão em processo de implementação nas ferrovias nacionais (INSTITUTO BESC, 2021).

Para o transporte de carga e de passageiros, a indústria ferroviária nacional desenvolve e fornece sistemas de sinalização da via, que possibilitam a máxima aproximação segura entre os veículos, diminuindo significativamente o intervalo entre eles, o que permite formar um sistema chamado carrossel, que oferece um transporte produtivo e seguro. Além de equipar trens sem condutores, os chamados *driverless*, já em operação no Brasil. Outra fronteira tecnológica que está sendo desenvolvida, também disruptiva, é a da utilização de hidrogênio na tração de trens regionais e de veículos leves sobre trilhos, na Europa e na Ásia, pelas matrizes das fabricantes brasileiras de trens e que poderá chegar em breve ao Brasil (INSTITUTO BESC, 2021).

Os vagões de carga também têm contribuído com esses desafios, ao utilizarem ferramentas de simulação em ambiente virtual e ensaios físicos em túnel de vento para validação de resultados, o que tem gerado economia de combustível – da ordem de 3 a 5% – por meio da redução da força de arrasto dos vagões (INSTITUTO BESC, 2021).

Em 2022 o Ministério de Infraestrutura no Brasil (MINFRA), criou o programa Frota Ferroviária Verde, destinada a estimular o consumo eficiente e racional dos materiais e fontes energéticas, visando assim a sustentabilidade do material rodante no âmbito das concessões e autorizações ferroviárias federais. A ideia é incentivar os investimentos que possibilitem a redução das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da operação da frota ferroviária e alternativas que busquem aumentar a participação de fontes renováveis e não poluentes na operação do serviço de transporte ferroviário de cargas e de passageiros. A substituição gradual das locomotivas movidas a combustíveis fósseis por outras que atendam critérios de sustentabilidade é um objetivo buscado pelo referido Ministério (MME, 2022).

Além de comparar a eficiência entre eletricidade e óleo diesel, é importante avaliar também o contexto da obra. Se for construída em uma região pouco desenvolvida, escolher um sistema eletrificado pode ser melhor. A usina que vai alimentar a ferrovia, por exemplo, também pode incentivar a abertura de uma fábrica, afinal, haverá energia disponível. Isso acaba gerando empregos e desenvolvendo a região (PEJO, 2022).

Ainda de acordo com Pejo (2022), existem 7 indicadores de eficiência energética do transporte ferroviário: (1) Consumo de energia final por esforço de tração; (2) Consumo de energia final por transporte oferecido; (3) Consumo de energia primária por saída real de tráfego; (4) Consumo de energia final por saída real de tráfego; (5) Participação no consumo de energia para os trens estacionados; (6) Taxa de recuperação de energia; (7) Eficiência da rede de distribuição de trem.

Todos esses aspectos devem ser analisados pelas empresas concessionárias do transporte ferroviário de carga no Brasil, a fim de promoverem a melhoria da eficiência energética de suas operações. No período compreendido entre 1999 e 2013 houve uma redução de 19,4% no indicador que mede a eficiência energética (PEJO, 2022).

De acordo com Bambini (2014), em 1999 eram necessários 5,31 litros de diesel para o transporte de mil TKU (tonelada quilômetro útil). Em 2013, o consumo baixou para 4,28 litros de diesel por mil TKU, tal resultado é equivalente a uma redução de 307,154 milhões de litros de diesel para realizar o serviço de 297,628 Bilhões de TKU em 2013. Cabe ressaltar que no período de 2008 até 2013 ocorreu um aumento de 0,47% no indicador que mede a eficiência energética.

Embora as quotas de modos de transporte ferroviário sejam pequenas quando comparadas a outros modos em geral, como o automóvel, tanto em termos de passageiros como de mercadorias movimentadas e energia consumida, os custos totalizam bilhões reais (JÚNIOR et al. 2013).

O custo da energia normalmente representa pelo menos 15-20% dos custos anuais de operação e manutenção das propriedades de trânsito ferroviário. A parcela do custo de energia pode ficar ainda mais alta para o resto do mundo, especialmente nos países em desenvolvimento, onde os custos de mão-de-obra são relativamente baixos (BRASIL, 2022).

Bazani (2022) explica que existem outros elementos de custos operacionais, que são proporcionais ao consumo de energia, tais como os custos de manutenção de sistemas de tração, etc. Portanto, os operadores de trânsito, especialmente aqueles que operam uma grande frota de veículos ferroviários, estão muito motivados a reduzir o consumo de energia, o que, por sua vez, pode levar a uma redução significativa na eficiência operacional.

Por outro lado, os modernos sistemas de controle de trens, muitas vezes chamados de controle positivo (CP), irão, eventualmente, substituir os sistemas de sinais convencionais. O sistema de CP coleta a maioria das das informações necessárias para calcular os

controles ideais a bordo porque os mesmos dados que são necessários para monitorar a segurança da operação. As informações, tais como o plano da pista, perfil da pista, perfil civil características de velocidade, tração e frenagem podem estar localizadas em um banco de dados a bordo (ELLER; SOUSA; CURTI, 2011).

Šūmakaris, et al. (2021) ensinam que temporariamente limites de velocidade e tempo de viagem necessários podem ser transmitidos por meio de links de rádio. Tudo o que ele precisa, para um sistema automatizado de operação de trem, é um algoritmo apropriado para um computador de bordo capaz de fornecer orientação operacional para melhorar a eficiência energética durante a operação processo.

Essas características refletem diretamente na questão da eficiência energética em ferrovias no Brasil e devem ser preconizadas, uma vez que é um conjunto de ações que permitem materializar a eficiência destas no país. É importante salientar que a eficiência energia não é um compromisso apenas das concessionárias, mas também de toda a população, tendo em vista que a sociedade pode favorecer o debate sobre a fomentação de ideias práticas e ações técnicas sobre a importância da eficiência energia (BAMBINI, 2014).

4. CLASSIFICAÇÃO E FATORES DE IMPACTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FERROVIAS

A principal abordagem de economia de energia para ferrovias e sistemas de trânsito ferroviário é através do projeto energeticamente eficiente de locomotivas e unidades motoras, redução efetiva da resistência ao movimento do trem e manutenção adequada do material rodante e dos trilhos.

De acordo com Koziem et al. (2021), o primeiro ponto a ser destacada é a redução dos impactos ambientais. Em relação as emissões de CO₂, observa-se nos últimos 5 anos uma expressiva redução de 33%. Em 2015, os valores de 21,33 gCO₂ eq/TKU reduziram para 14,34 gCO₂ eq/TKU em 2020, com uma média de redução de 8% a cada ano. Traduzindo estes números, considerando os ganhos de eficiência energética da Rumo no período, cerca de 1,2 milhão de toneladas de CO₂ deixaram de ser emitidas na atmosfera. A Tabela 1 define o que foi citado acima:

Ano	Emissões Específicas (g CO₂ eq/TKU)	Redução (em relação a 2015)
2015	21,33	-
2016	20,31	- 5%
2017	18,59	- 8%
2018	17,13	- 8%
2019	15,82	- 8%
2020	14,34	- 9,4%

Tabela 1 – Comparativo de emissões em ferrovias no Brasil

Fonte: Gomes (2022)

Com exceção do ano de 2016, em que houve uma redução significativa das emissões absolutas derivadas de um período de baixa produtividade, nos demais anos é possível observar o aumento da produtividade anualmente e uma redução as emissões absolutas a partir de 2018. Ainda, analisando as emissões absolutas, mesmo com um aumento de 39% nas produtividades, houve uma redução de 6,5% nas emissões. Anualmente, desde 2017, os dados são auditados e validados por terceira parte independente, para garantir credi-

bilidade ao processo, seguindo as especificações do Programa GHG Protocol e ABNT ISO 14064 (KOZIEN et al., 2021).

Com quase a totalidade das suas emissões de GEE provenientes da combustão módel (99,2%), as ações de eficiência energética para redução do consumo de combustível, cumprem uma função importante diretamente relacionadas a redução das emissões (ROCHA, 2018).

Outro impacto positivo é a redução de custos e, portanto, aumento de economia. Algumas empresas e projetos acerca de ferrovias no Brasil, preveem a utilização de energia solar para geração de energia. Suas vantagens contemplam perspectivas que vão além do aspecto ambiental, uma vez que esta, se configura como uma energia limpa e sustentável, ou seja, se caracteriza como uma fonte de energia renovável, pois não se utiliza elementos fósseis, assim, contribui na minimização de problemas climáticos (TOLMASQUIM, 2021).

Se cotejarmos eficiência energética e danos ao meio ambiente, a ferrovia é disparada o meio de transporte de carga que deve ser visto, pelo Governo, como o modal do século XXI, tal como foi o precursor no século XIX. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos calcula que a cada tonelada transportada por 1,61 quilômetro, um caminhão típico emita aproximadamente três vezes mais óxidos de nitrogênio e dióxidos de carbono que uma locomotiva. De acordo com a Sociedade Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos, se 10% das cargas intermunicipais transportadas em rodovias fossem levadas por trens, no mínimo 2,5 milhões de toneladas de dióxido de carbono seriam eliminadas da atmosfera anualmente (EPE, 2020).

Já a Associação dos Ferroviários Norte-Americanos calcula que, se apenas 10% das cargas que circulam em rodovias fossem direcionadas para os trens, os Estados Unidos economizariam mais de 880 milhões de litros de combustível por ano. Apesar dos investimentos que o Governo vem realizando, tais como a Ferrovia Norte-Sul, entre Belém-PA e Panorama-SP, Ferrovia Bahia-Oeste, entre Ilhéus-BA e Figueirópolis-TO e, em fase embrionária, a chamada Ferrovia Transcontinental, que ligará o Norte do Estado do Rio, talvez o Porto de Açú, em construção pela iniciativa privada, até Boqueirão da Esperança-AC, e a Ferrovia Transnordestina com investimentos público e privado, pode-se dizer que ainda é pouco para as necessidades do País (SILVA, 2018).

Em estudo realizado por Stodolsky (2012), o aumento da economia de energia nos transportes ferroviários é em decorrência da: a) sistema de gestão de trens: que favorece o sistema de otimização, gestão de consistência, gestão de frotas de trens, aerodinâmica, atrito rocha/trilho, resistência ao rolamento; b) sistema de locomotivas: redução do tempo parado, recuperação de energia, motores de tração; c) motores de locomotivas: sensores e controles, combustão e injeção de combustível, dispositivos de controle e tratamento de emissões, uso da energia contida nos gases de exaustão; e d) combustíveis e geração de energia avançados: combustíveis alternativos e substituição de motores de combustão interna.

De acordo com o autor, esses aspectos melhoram o processo de eficiência energética e por isso, devem ser preconizados pelas empresas, uma vez que permitem a melhoria dos combustíveis através de avaliações de formas de redução de custos, melhoram a dinâmica do trem, bem como o desenvolvimento tecnológico dos trens e automação destes (STODOLSKY, 2012).

Esses fatores ainda refletem diretamente no meio ambiente, pois percebe-se a importância de identificar as repercussões ambientais no processo de eficiência energética, pois com o desenvolvimento e utilização intensiva dos meios de transporte, em especial o rodoviário, há fortes indícios da existência de efeitos colaterais negativos ainda pouco

conhecidos ou estimados. A falta de alternativas viáveis e a necessidade de medidas de ampliação do sistema como forma de garantir a continuidade do desenvolvimento econômico fazem com que alguns impactos sejam subestimados, apesar de seus impactos negativos a médio e longo prazo serem cada vez mais expressivos (ELLER; SOUSA; CURTI, 2011).

No período entre 2010 e 2019, as emissões totais de dióxido de carbono na atmosfera, 41,2% vem do petróleo, seguido pelas emissões de gás com 20,4% e pelo carvão com 37,5%, sendo o setor de transportes o maior responsável pela representação do petróleo como a principal causa de poluição mundial (TADEU, 2010).

Nesse sentido, a eficiência energética é um elemento fundamental no desenvolvimento econômico de um país. Para o setor de transporte, destacando-se o ferroviário, o consumo de energia é elevado e responsável por uma grande parte dos custos de transporte, portanto diretamente relacionado ao lucro da companhia. O grande objetivo das empresas é otimizar o consumo de energia na operação, a fim de minimizar o consumo de combustível total (REIS et al., 2013).

O uso consciente da energia tornou-se algo pertinente nas ferrovias e os sistemas de transporte, é um fator importante para qualquer setor e para a sociedade. No que diz respeito a uma ferrovia, a eficiência energética pode ser influenciada por diversos fatores, alguns mais controláveis do que outros, mas que precisam ser estudados e entendidos, principalmente os que geram impactos no consumo de combustível (REIS et al., 2013).

Uma alternativa é a busca por novas fontes energéticas, em especial aquelas que não gerem impactos ambientais. No entanto, devido a critérios como acessibilidade, preço e capacidade de atendimento às demandas de mercado, tornam provisoriamente o comportamento de consumo restrito. Grande parte das alternativas de eficiência energética no Brasil são de concessionárias privadas e pouco se percebe os investimentos do Governo em criar ações estratégicas de eficiência energética (DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2013).

Dentre os fatores que explicam estas relações pode-se destacar: o transporte ferroviário no Brasil em sua maior parte destina-se ao minério, ainda, o fato que o aumento do volume de produção, principalmente de um dos produtos de destaque na pauta de exportação brasileira (minério de ferro) cria a necessidade de aquisição de novas locomotivas para atendimento e cumprimento das demandas (DIÓGENES, 2002).

Para tanto, essas novas máquinas possuem maior capacidade de tração de carga e maior eficiência quando comparadas a modelos mais antigos. Isto permitiu otimizar o transporte destas mercadorias (minério de ferro e carvão), pois desta maneira obtivesse uma formação uniforme para todos os trens, maximizando o volume transportado dado a capacidade de tração das locomotivas utilizadas. Portanto, consegue-se transportar um maior volume com um consumo relativo inferior ao que seria realizado, caso outros modelos de locomotivas fossem utilizados (DIÓGENES, 2002).

Ainda, é de suma importância a articulação do governo com a sociedade civil, tendo em vista que ambos são beneficiários no processo de eficiência energética, uma vez que os custos são reduzidos, a operacionalização torna-se mais efetiva, e a emissão de CO₂ é reduzida. Nesse sentido, é importante ainda o investimento em locomotivas e projetos de melhoria na malha ferroviária brasileira, tendo em vista que estes investimentos podem favorecer diretamente em um desenvolvimento tecnológico e, portanto, na eficiência energética de todo o maquinário ferroviário (DIÓGENES, 2002).



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo, foi possível estudar sobre os fatores determinantes para eficiência energética e sua função na melhoria e desenvolvimento de inovações que são essenciais para equilibrar as necessidades energéticas em diversos setores. Notou-se que a energia eficiente é essencial para a melhoria da produtividade e competitividade.

No âmbito das ferrovias e malha ferroviária, foi estudado as ações de redução no consumo de energia em ferrovias na contemporaneidade do Brasil e ficou demonstrando que há um interesse crescente no potencial da ferrovia urbana para reduzir o impacto do transporte metropolitano devido a sua alta capacidade, confiabilidade e ausência de emissões locais. Entretanto, em um contexto caracterizado pelo aumento da demanda de capacidade e dos custos de energia, e onde outros meios de transporte estão melhorando consideravelmente seu desempenho ambiental, a ferrovia urbana deve minimizar seu uso de energia sem afetar sua qualidade de serviço.

O consumo de energia da ferrovia urbana é definido por uma ampla gama de fatores interdependentes; portanto, é necessária uma perspectiva ampla do sistema, em vez de se concentrar na economia de energia em nível de subsistema. Este documento contribui para a literatura atual ao propor uma abordagem holística para reduzir o consumo geral de energia da ferrovia urbana.

Pode-se concluir, então, que o modal ferroviário, seja por seu custo, por suas características afins aos principais produtos da pauta exportadora do Brasil, teve e ainda tem grande importância no escoamento da produção do País para mercados domésticos e internacionais. Entretanto, houve poucos investimentos no modal durante um período pelo governo brasileiro e os processos de concessão e privatização trouxeram uma recuperação para esse transporte.

O crescimento do uso do modal traz hoje uma preocupação premente, da eficiência energética, além da exclusão da mão de obra, o que torna o tema bastante fértil para novas discussões e aprofundamento em novos artigos no futuro. Deste modo, almeja-se com este estudo ampliar as possibilidades de discussão sobre o transporte ferroviário sob a ótica da eficiência energética, tendo em vista que este elemento, promove sobretudo: redução de custo, maior sustentabilidade, e desenvolvimento socio-regional.

Referências

- BAMBINI, G. **Balanço do Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil de 2013**. Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF). Brasília. Agosto. 2014.
- BAZANI, A. P. Transporte ferroviário elétrico: revisão interativa. 2022. **Diário do Transporte**, v. 2. 2022.
- BOSQUES, I. Ferrovia Brasileira: concessão pública para uso privado. **Revista Gerenciais**, São Paulo, v. 5, n. 2, 2022.
- BRASIL. **Demanda Energética do Setor de Transportes**. Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis. Fevereiro de 2022.
- BUSSINGER, A. V. M. A. Financiamento da Infraestrutura de transportes. **Journal of Transport Literature**, vol. 7, n.1, 2022.
- CASSEMIRO, S. L. da S. DA COSTA, F. A. C. V. **Distribuição otimizada de locomotivas para ganho de eficiência energética**. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET Ouro Preto, 9 a 13 de novembro de 2015.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Ferrovário: Histórico**. Brasília, 2013.
- DIÓGENES, Germano Sanford. **Uma contribuição ao estudo dos indicadores de desempenho operacional**

- de ferrovias de carga:** o caso da Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2002.
- ELLER, Rogéria de Arantes Gomes; SOUSA, Wilson Cabral de; CURI, Marcos Lopes Cançado. Custos do Transporte de Carga no Brasil: Rodoviário x Ferroviário. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011.
- ELETOBRÁS. **Conservação de Energia** – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. Universidade Federal de Itajubá, 3ª ed., 2006.
- EPE. **Empresa de Pesquisa de Energia. Balanço Energético Nacional**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.
- INSTITUTO BESC. Tecnologias a favor da malha ferroviária no Brasil. **Revista Frotas & Fretes Verdes do Instituto BESC**. 2021.
- JÚNIOR, S. M. M. et al. **Análise da causa raiz de perdas de eficiência energética em uma ferrovia de cargas**. Estudo de caso. 8 f. 2013.
- KOZIEN, T. M. ARNOLD, B. BONIKOWSKI, R. T. R. **Emissão de gases de efeito estufa: uma gestão eficiente na ferrovia**. Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Rumo S. A., Curitiba/PR, 2021.
- LARSSON, H.; ERICSSON, E. The effects of an acceleration advisory tool in vehicles for reduced fuel consumption and emissions. **Transportation Research Part D**, n. 14, p. 141- 146, 2009.
- LIU, R.; GOLOVITCHER, I. M. Energy-efficient operation of rail vehicles. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 37, n. 10, p. 917-932, 2003.
- MARTINO, G. **O que é eficiência energética?** 2008. Disponível em: <http://gilbertomartino.org/2008/07/19/o-que-eficiencia-energetica/>. Acesso em: 09 out. 2022.
- MME, Ministério de Minas e Energia. **MME disponibiliza plataforma digital de eficiência energética**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-disponibiliza-plataforma-digital-de-eficiencia-energetica>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- PATTERSON, M. G. What is energy efficient? Concepts, indicators and methodological issues, **Energy Policy**, Palmerston North, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.
- PEJO, T. R. B. **Uma Contribuição Para a Gestão Operacional de Ferrovias Por Meio de Simulação Probabilística**. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2022.
- REIS, V. et al. Rail and multi-modal transport. **Research and Transportation Economics, TU Dortmund**, n. 41, p. 17-30, 2013.
- ROCHA, C. F. **O Transporte de cargas no Brasil e a sua importância para a economia**. 71f. Universidade Regional de Jundiaí, 2018.
- RODRIGUES, K. P. **Análise de modelos de gestão da eficiência energética no transporte ferroviário heavy haul**. 116f. Programa de pós-graduação em energia em ambiente. Mestrado profissional em energia e ambiente. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.
- SILVA, L. R. Caminhos ferroviários: um balanço da historiografia ferroviária brasileira. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, vol. 2, n. 4, 2018.
- SOLA, A.V.H.; et al. Análise dos fatores determinantes para eficiência energética. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2007.
- SOUZA, M. **Como aumentar a eficiência energética no transporte ferroviário**. 2018. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/noticias/como-aumentar-a-eficiencia-energetica-no-transporte-ferroviario/>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- ŠŪMAKARIS, Paulius, et al. Determinantes da Inovação Eficiente Energética: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Rev. Energies**, 14(22), 7777, 2021.
- STOLDOSKY, F. **Eficiência energética em malha ferroviária**. Rio de Janeiro, Ed. 1, 2012.
- SZKODA, M.; TULECKI, A. Ecology, energy efficient and resource efficiency as the objectives of rail vehicles renewal. **Transportation Research Procedia**, Shanghai, n. 25, p. 386-404, 2016.
- TADEU, H. F. B. **Cenários de longo prazo para o setor de transportes e consumo de combustíveis**. 227 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Progra-

ma de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Belo Horizonte, MG, 2010.

TOLMASQUIN, M. T. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Cenergia, 2021.

UTFSP. **União de Transportes Ferroviários de São Paulo. Trocas de lâmpadas no setor ferroviário em São Paulo**. São Paulo, 2018.

WAKE, P. F. Dinâmica da estratégia logística em empresas brasileiras. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 22-35, out/dez, 2021.

20

ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

STREET LIGHTING IN BRAZIL: CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Jefferson Carlos Araújo dos Reis

Resumo

A partir dos choques do petróleo da década de 1970 e das discussões ambientais da década de 1990, a eficiência energética ganha projeção mundial e passa a fazer parte da política energética de inúmeros países da Europa, Estados Unidos, Brasil e outros. No que se refere ao setor elétrico, foco do presente trabalho, atualmente, os principais programas brasileiros voltados à eficiência energética são: Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), 1984; Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), 1985; Programa de Eficiência Energética (PEE), regulado pela Aneel (Lei 9.991/2000) e Lei de Eficiência Energética (10.295/2001). No campo da iluminação pública, destacam-se o Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes, o PROCEL/RELUZ, instituído pela Eletrobrás em 2000 e o Programa de Eficiência Energética (PEE), instituído em 2000 e regulado pela Aneel.6 Importa salientar que, a partir de 2005, a ANEEL deixou de permitir que os recursos do programa sejam investidos em iluminação pública.

Palavras-chave: Eficientização, Iluminação Pública, Brasil.

Abstract

The present study, whose theme is: a view on electricity distribution and quality, proposes to discuss the quality of electricity supplied by utilities in Brazil to their appropriate consumers, understanding that this discussion is relevant today, considering that the electricity quality causes disturbances that affect, above all, electronic equipment and cause their total failure, resulting in problems and/or harm to the population. In this sense, energy distributors have the role of providing good quality electricity to consumers and must be continuously adapting to technologically structure themselves, thus aiming to minimize disturbances and relevant failures. Thus, the research in question followed the principles of a literature review of a qualitative nature based on articles and dissertations published in the, in order to gather information and literature on the subject. It was found in the study that the advances made by utilities in distributing and supplying electricity to consumers have contributed to the reduction of problems and losses for their customers. However, it is essential that this advance reach all populations.

Key-words: Electricity, Distribution of Electricity, Quality of Electricity.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que os sistemas de iluminação pública quando funcionam de forma eficientes possibilitam melhores índices de qualidade de vida, favorecendo ainda, o comércio local, bem como o desenvolvimento da região através das perspectivas de turismo e lazer noturno da população. Ainda, é pertinente destacar que a iluminação pública fornece melhores condições urbanas ou rurais, uma vez que proporcionam a iluminação de ruas, avenidas, calçadas e praças públicas.

No Brasil, o sistema de iluminação pública representa cerca de 3,3% de todo consumo de energia no país, demonstrando assim, uma ferramenta essencial para a população brasileira. A iluminação pública deve ser ofertada pelos municípios, através da efetivação dos serviços públicos de interesse local, assumindo um caráter essencial e emergente, ou seja, a iluminação pública é um serviço indispensável às regiões, sejam elas urbanas ou rurais (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

Contudo, apesar da importância da efetivação e eficiência deste serviço, a utilização de equipamentos de baixa tecnologia, gestão municipal deficitária, os sistemas de iluminação pública podem apresentar além dos problemas mecânicos e estruturais, desperdícios pertinentes de energia elétrica, elevando assim, as perspectivas orçamentárias do município. A falta de investimentos tecnológicos e problemáticas de competência técnica, impactam diretamente as manutenções e expansões do sistema sem planejados estratégicos, fomentando em um sistema ineficiente.

Embora, esses serviços venham assumir um caráter imprescindível no país, devendo ser ofertado a todos, o que se observa é um problema nacional – desperdícios de energia elétrica no que tange o sistema de iluminação pública, potencializando assim, gastos orçamentários municipais. Compreendendo esta perspectiva, quais métodos podem ser utilizados de diminuir o consumo de energia elétrica na esfera da iluminação pública?

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral, analisar os benefícios e impactos da atualização tecnológica dos sistemas de iluminação pública no Brasil.

Através de um sistema de iluminação pública eficiente todo o processo de desenvolvimento local também se torna uma realidade, uma vez que este contexto tende a favorecer a promoção de outros serviços que possibilitam a materialização de políticas públicas, corroborando na expansão de serviços e áreas que potencializam um cenário de desenvolvimento econômico, político e social.

Desta forma, o presente estudo possui relevância na seara acadêmica, tendo em vista que propõe discutir a importância dos serviços de iluminação pública no Brasil, sob a ótica da eficiência energética. Discutir sobre esta perspectiva, prescinde explicitar que a eficiência está diretamente ligada aos interesses dos municípios em aplicar métodos tecnológicos que promovam a qualidade dos serviços e que venham impactar na minimização do consumo e, portanto, nas taxas de energia dos consumidores.

A pesquisa consiste em ampliar os conhecimentos já existentes, além fornecer arcabouço teórico sobre a temática proposta, compreendendo que as possibilidades de melhoria do sistema de iluminação pública no Brasil, podem contribuir com a satisfação das demandas dos usuários, no que se refere a consumo, além de possibilitar a redução de custos e taxas. Assim, é imprescindível debater sobre esta perspectiva contemporânea, uma vez que revela benefícios a sociedade, já que a adoção de tecnologias à favor da sociedade, corrobora para a diminuição dos altos custos de consumo gerados por impostos no Brasil.

O estudo seguirá os princípios de uma revisão bibliográfica. Através deste tipo de pesquisa, será possível levantar a literatura necessária para a análise e compreensão da temática proposta. Nesse sentido, o presente estudo será de cunho qualitativo, a fim de analisar de forma crítica e subjetiva a pesquisa em questão.

As buscas serão realizadas na base de dados da *Scientific Electronic Library Online* – SCIELO, Google Acadêmico e em Revistas Eletrônica de Engenharia Elétrica, documentos disponibilizados em sites institucionais, que possibilitarão a coleta de informações necessárias através de artigos e periódicos disponibilizados. Deste modo, serão selecionadas pesquisas publicadas entre 2010 e 2021 escritas no idioma português, com os seguintes descritores: iluminação pública no Brasil; sistema de iluminação pública; eficiência do sistema de iluminação pública.

2. ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL

Historicamente, a iluminação pública sempre esteve atrelada às perspectivas de desenvolvimento urbano e rural, conferindo a população segurança, além de contribuir para a movimentação da população em ruas, bem como para o tráfego e sinalização. Desta forma, a iluminação pública se mostra um fator essencial e imprescindível para a ordem em sociedade (COPEL, 2018).

Desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, a iluminação pública tornou-se obrigação dos municípios brasileiros, seja nos aspectos de manutenção como instalação, segundo o Art. 30: “Compete aos Municípios: V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial” (BRASIL, 1988).

Desta forma, o município poderá estruturar de forma direta os serviços ou realizar sob regime de concessão ou permissão. No tocante a concessão desse serviço público, empresas privadas ou concessionárias públicas realizam pedidos de licitação. Contudo, em decorrência da falta de recursos financeiros, técnicos e humanos, “até o fim da década de 1990 muitos municípios optaram por transferir essa responsabilidade, por meio de licitações, para as concessionárias que já dispunham de mão de obra especializada para prover as manutenções e ampliações necessárias” (COPEL, 2018, p.33).

Os sistemas de iluminação pública de responsabilidade das concessionárias tinham como finalidade a eficiência energética, a redução de custos e o atendimento dos requisitos mínimos estipulados nas normas vigentes. No entanto, como outrora citado, um sistema de iluminação pública pode servir como um meio relevante para o desenvolvimento local (COPEL, 2011).

Partindo dessa perspectiva, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou em 2010 a Resolução Normativa nº 414/2010, em substituição à Resolução nº 456/2000, que regulamenta, os sistemas de iluminação pública no País, corroborando assim, para melhor qualidade do sistema de iluminação pública (ANEEL, 2010).

Dentre as possibilidades que podem melhorar os aspectos de eficiência, nota-se a relevância da substituição das lâmpadas tradicionais de vapor metálico pelos modelos de LED, uma vez que as lâmpadas de LED geram economia de até 70% para o município. Estas lâmpadas, possibilitam ainda a minimização de falhas e distúrbios, corroborando para maior nível de segurança local (CELESC, 2019).

Destaca-se que a tecnologia utilizada nos sistemas de iluminação pública no Brasil, tem evoluído de forma significativa nos últimos anos, refletindo diretamente na redução

dos custos e ainda, garantindo maior eficiência. Os principais equipamentos utilizados na iluminação pública são: luminárias; lâmpadas; reatores; relés; braços e tomadas (antiga base para relé) (COPEL, 2018).

As luminárias possuem a finalidade de distribuir a luz, além de alojar a lâmpada e os demais equipamentos e ainda, atua como elemento estético. De acordo com Vieira e Külh (2018, p. 88):

Somente com a luz produzida pela lâmpada não seria possível garantir a distribuição adequada da luminosidade na via ou espaço público. Para uma eficiência maior existe a necessidade da lâmpada ou LED estarem instalados em uma luminária. Basicamente, existem três tipos básicos de luminárias aplicáveis à iluminação pública.

Estas luminárias podem ser abertas, contudo, possuem baixa eficiência luminosa, além de deixar a lâmpada exposta a práticas de vandalismo, processos de oxidação, dentre outros. A segunda, trata-se das luminárias fechadas para lâmpadas de descarga, que objetivam melhorar a eficiência luminosa, além de proteger a lâmpada, possuem a função de direcionar o fluxo luminoso para áreas específicas e pontuais. E por fim, a luminária fechada, que se configura como um alta potência e eficiência em seu processo luminoso, garantindo melhor aproveitamento da luz (VIEIRA; KÜLH, 2018).

No tocante as lâmpadas, estas podem ser: lâmpada a vapor de mercúrio; lâmpada a vapor de sódio; lâmpada a vapor metálico e LED. De acordo com Nascimento (2012), por se tratar de fontes luminosas com fecho de luz bem direcionado, livres de metais pesados, uma alta vida mediana (cerca de 50.000 horas), alta eficiência, (cerca de 80 lm/W), são mais resistentes a vibrações, possuem elevado IRC e flexibilidade na escolha da temperatura de cor desejada. Desta forma, essa tecnologia tem se tornando a alternativa mais viável para sistemas de iluminação e atende de forma satisfatória os índices de eficiência no Brasil.

Partindo dessa perspectiva, é fato que as luminárias LED sejam cada vez mais utilizadas em projetos de iluminação pública, porém possuem um custo mais elevado se comparado a outras tecnologias no mercado. No entanto, seu tempo de vida e custos municipais superam expectativas. A eficiência de um LED está em torno de 125 lm/W, porém é estimado que em 2022 esta eficiência possa superar 200 lm/W. Em comparação, as fluorescentes tubulares de maior eficiência apresentam aproximadamente 100 lm/W e as a vapor de sódio a alta pressão, em torno de 140 lm/W (VASCONCELLOS; LIMBERGER, 2022).

A substituição das luminárias tradicionais por modelos de luminárias LED tornou a iluminação pública tornou-se a mola propulsora para a fomentação de sistemas inteligentes nas cidades e municípios no Brasil. Além de emitirem menos poluentes e serem mais econômicas e eficientes, as luminárias LED permitem a dimerização de seu fluxo luminoso, diminuindo também seu consumo de energia elétrica (EXATI, 2018).

A iluminação pública tem importância para a sociedade, sendo considerada um serviço essencial, contribuindo para a segurança pública e para a melhoria da qualidade de vida. A demanda por energia no Brasil é crescente. A Agência Internacional de Energia (2006) considera que o consumo de energia com iluminação é responsável por 19% de toda energia elétrica gerada no mundo.

Por isso é importante que o crescimento de consumo de energia associado à eficiência energética, em especial de produtos destinados à iluminação. Para se suprir a demanda por energia é necessária a substituição de produtos ineficientes por produtos cada vez mais eficientes. O setor público deve servir de modelo para a sociedade em geral, essa

troca deve estar acompanhada de uma gestão pública eficiente. A utilização de tecnologias eficientes nos sistemas de iluminação pública pode reduzir a demanda em horários de ponta e combater o desperdício de energia elétrica, com a melhora na qualidade dos serviços prestados.

O aumento do consumo energético, embora represente o aquecimento econômico e melhora na qualidade de vida, esgota os recursos utilizados para a produção de energia, além de impactar negativamente no meio ambiente e necessitar de elevados investimentos em busca de novas fontes e na construção de usinas. Uma maneira de conter o consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico é o uso eficiente. O princípio da eficiência norteia a Administração Pública, visa tornar a máquina pública menos cara e ineficaz, utilizando meios mais eficientes e sem desperdícios de recursos.

Apesar do potencial para melhoria da eficiência energética nos sistemas de iluminação pública, existem barreiras que impedem um maior avanço dessas ações. Uma barreira é a legislação quanto à responsabilidade dos envolvidos, concessionárias e municípios. Como visto anteriormente, a prestação dos serviços públicos é de competência dos municípios, conforme determina a Constituição Federal, já as atividades de implantação e manutenção são executadas diretamente tanto pelos municípios quanto pelas concessionárias.

As lâmpadas eficientes na iluminação pública dos municípios podem contribuir para um consumo energético consciente, favorecendo os meios relacionados, havendo comprometimento do poder público em suas próprias instalações. A gestão energética municipal atende à legislação específica, Lei de Eficiência Energética, e o programa de gestão da energia elétrica, Gestão Energética Municipal, que visa racionalizar os gastos com eletricidade nas prefeituras.

O acesso aos recursos para eficiência energética, especialmente para os pequenos municípios, é limitado, porém para as concessionárias os recursos do PROCEL estão disponíveis. No entanto, conforme Barbosa (2000) as concessionárias consideram que investimentos para melhoria da eficiência energética dos equipamentos de uso final, como lâmpadas e reatores, reduzem o faturamento da empresa.

A gestão pública da iluminação não pode ser considerada uma solução para a falta de recursos dos municípios, mas pode contribuir para reduzir os impactos deste insumo nas contas públicas e permitir a destinação de tais economias para outras necessidades (SAIDEL, 2005).

Assim, a redução dos gastos com energia elétrica, proporcionada pela melhoria da eficiência energética na iluminação pública, pode contribuir para a racionalização das despesas totais do município. A gestão da iluminação pública representa um novo instrumento de gestão pública no âmbito municipal, através da qual o gestor deve buscar garantir que o serviço público seja prestado com eficiência e qualidade.

3. CONCLUSÃO

Nestes termos e a título de conclusão, o Plano Nacional de Eficiência Energética (versão consulta pública), poderia considerar a tecnologia LED, em detrimento às lâmpadas de vapor de sódio, na operação de substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio. O LED possibilita redução no horário de ponta superior às tradicionais lâmpadas de vapor de sódio, maximizando os benefícios para a sociedade e para o setor elétrico. Entre outros, ve-

rificou-se a postergação de vultosos investimentos em expansão da geração, incremento da segurança operacional do sistema, economia de combustível (permitindo redução das tarifas ao consumidor), redução das emissões de CO₂, incentivo ao desenvolvimento de tecnologia, inovação e fabricação dos componentes (led e luminária) em território nacional. Como mecanismo indutor, o Plano poderia indicar, além do financiamento concedido pelo PROCEL/RELUZ, os Programas de Eficiência Energética, objeto de investimento pelas distribuidoras de energia elétrica.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf?>. Acesso: 28 de abr. 2022.

CELESC. **Programa de Eficiência Energética**. 2019. Disponível em: <http://site.celesc.com.br/peecelesc/>. Acesso em: 06 abr. 2022

COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Manual de Iluminação Pública**. Versão 2012. 2012. Disponível em: https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuai_83_s/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paraense_de_energia.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Manual de Iluminação Pública**. Versão 2018. 2018. Disponível em: [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/\\$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf). Acesso em: 20 abr. 2022.

COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Tipos de Lâmpadas**. 2016. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a-1032571000064b22e%2F423c114f77e78e81032573f7004b2e92>. Acesso em: 27 abr. 2022.

EXATI, EPS. **Modernização, otimização, expansão, operação e manutenção da infraestrutura de iluminação pública do município de Governador Celso Ramos / SC**. 2017. 68 f. – Estudo de Viabilidade Técnico Econômica. Curitiba, 2018.

NASCIMENTO, A. **Análise do uso da tecnologia LED na iluminação pública**: Estudo das perspectivas de aplicação na cidade de São Paulo. 2012. 206 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do ABC. São Paulo, 2012

VASCONCELLOS, L.; LIMBERGER, M. **Iluminação Eficiente**: Iniciativas da Eletrobras, Procel e Parceiros. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2013.

VEIRA; Luan. KÜLH, RC. **Eficientização da iluminação pública**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.anima-educacao.com.br/bitstream/ANIMA/4168/1/TCC%20-%20EFICIENTIZA%C3%87%C3%83O%20ENERG%C3%89TICA%20NA%20ILUMINA%C3%87%C3%83O%20P%C3%9ABLICA.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

21

GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: UM ESTUDO SOBRE ARMAZENAMENTO

*PHOTOVOLTAIC ENERGY GENERATION: A STUDY ON
STORAGE*

Vinicius Mendes Machado

Resumo

O presente estudo, cuja temática é: armazenamento de energia no sistema de geração fotovoltaica, traz em sua estrutura, a importância de se discutir sobre o fenômeno da energia fotovoltaica, sob a ótica do armazenamento de energia através das baterias, uma vez que são a partir desses dispositivos que se torna possível armazenar a energia necessária para a distribuição. Ainda, a pesquisa em questão permite ampliar o arcabouço teórico referente ao tema, tendo em vista, que a energia fotovoltaica se insere em um contexto econômico e social, por se tratar de uma alternativa viável de geração de energia renovável e confiável. Além disso, o crescimento do mercado fotovoltaico tem impulsionado a ampliação e viabilização desse sistema para a sociedade. Para tanto, a pesquisa seguiu os princípios de uma revisão bibliográfica a partir de aportes teóricos disponibilizados no Google Acadêmico e SCIELO, datados de 2006 a 2020, com os seguintes descritores: bateria; armazenamento; energia fotovoltaica, a fim fornecerem dados e informações necessárias para a compreensão do tema. Deste modo, partir da literatura estudada, observou-se que apesar dos avanços inerentes a esta nova tecnologia – energia solar, ainda é preciso ampliar os recursos e reduzir os custos para adesão desta, posto que, sua relevância na sociedade possibilita economia para a população, proteção contra os aumentos de luz abusivos, sustentabilidade e valorização do imóvel.

Palavras-chave: Baterias de Armazenamento, Energia Fotovoltaica, Geração.

Abstract

The present study, whose theme is: energy storage in the photovoltaic generation system, brings in its structure the importance of discussing the phenomenon of photovoltaic energy, from the perspective of energy storage through batteries, as they are the from these devices it becomes possible to store the energy needed for distribution. Still, the research in question allows to expand the theoretical framework related to the theme, considering that photovoltaic energy is inserted in an economic and social context, as it is a viable alternative for renewable and reliable energy generation. In addition, the growth of the photovoltaic market has driven the expansion and feasibility of this system for society. Therefore, the research followed the principles of a literature review based on theoretical contributions made available on Google Academic and SCIELO, dating from 2006 to 2020, with the following descriptors: battery; storage; photovoltaic energy, in order to provide data and information necessary for understanding the topic. Thus, from the literature studied, it was observed that despite the advances inherent to this new technology - solar energy, it is still necessary to expand the resources and reduce the costs for its adherence, since its relevance in society allows savings for the population, protection against abusive light increases, sustainability and valuation of the property.

Keywords: Storage Batteries, Photovoltaics, Generation



1. INTRODUÇÃO

No sistema de geração de energia fotovoltaica são vários equipamentos capazes de gerar energia solar fotovoltaica em energia elétrica. A célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, é a principal unidade desse processo de conversão.

Um sistema fotovoltaico é classificado como *Off-Grid* ou *On-Grid*. Os sistemas fotovoltaicos *Off-Grid* ou Isolados são aqueles que não possuem qualquer tipo de interligação com a rede de distribuição de energia, nesse caso, necessita de um sistema de armazenamento de energia. Já, por outro lado, os sistemas fotovoltaicos *On-Grid* são conectados à rede, aqueles que dependem da interconexão com a rede para realizar a transformação da radiação solar em energia elétrica. Além desses dois sistemas acima citados, tem o sistema Híbrido, esse é uma junção dos dois sistemas, pois além de ser conectado à rede, ele tem um sistema de armazenamento de energia, porém esse sistema ainda não dispõe de regulamentação.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o mercado de geração de energia solar vem crescendo a cada ano, considerando que projeção de crescimento é de 70% somente no ano de 2021. É necessário que a população use um novo modelo energético sustentável de fontes de energia limpa. Considerando aspectos econômicos e sociais, apresenta-se como uma alternativa viável de geração de energia renovável e confiável. Além disso, o crescimento do mercado fotovoltaico tem impulsionado a ampliação e viabilização desse sistema para a sociedade.

Considerando este contexto, para instalar um sistema de geração de energia fotovoltaica, tem que analisar qual melhor sistema escolher, o *off grid* e *on grid*. No caso do *off grid*, que precisa se um sistema de armazenamento de energia por baterias, qual o custo-benefício desse sistema?

Nesse sentido, é necessário um sistema de armazenamento de energia, e o sistema mais utilizado é através de baterias. Esse processo de armazenamento tende a facilitar o usuário no tocante a autonomia, uma vez que a distribuição deste tipo de energia é fomentada por uma concessionária local. Desta forma, não existem medidores de consumo, o que contribui para expansão desta alternativa, considerando o fator baixo custo.

Para tanto, a pesquisa tem como objetivo geral descrever o processo de geração e armazenamento de energia fotovoltaica e os objetivos específicos serão: discorrer sobre os tipos de baterias, apresentar as vantagens e desvantagens dos sistemas de armazenamento de energia por baterias na geração de energia fotovoltaica e compreender por que esse sistema é pouco utilizado.

A relevância desta pesquisa consiste em ampliar os conhecimentos já existentes, além fornecer arcabouço teórico sobre a temática proposta, compreendendo que esta alternativa de geração de energia pode contribuir com as demandas dos usuários, no que se refere a consumo, além de possibilitar a redução de agentes poluentes na região. Assim, é imprescindível debater sobre esta perspectiva contemporânea, uma vez que revela benefícios a sociedade, já que a adoção desse sistema corrobora para a diminuição dos altos custos de consumo gerados por impostos no Brasil.

Para a elaboração deste, foi pertinente realizar uma Revisão de Literatura, através de artigos científicos, dissertações e teses disponibilizados na base de dados da *Scientific Electronic Library Online* – Scielo e Google Acadêmico, datados de 2013 a 2020, com os seguintes descritores: bateria; armazenamento; energia fotovoltaica, a fim fornecerem o arca-

bouço teórico necessário para a compreensão e abordagem da temática.

2. UMA ABORDAGEM SOBRE BATERIAS

As baterias, independente do modelo, possuem características básicas comuns a todos. Dentre elas, estão os polos positivo e negativo, a carcaça rígida e a reação eletroquímica para armazenamento e liberação de energia elétrica. Dessa forma, o princípio de funcionamento das baterias se dá por uma reação química entre o lado positivo (cátodo) e o lado negativo (ânodo). As cargas elétricas se soltam de um lado e vão a caminho para o outro lado, realizando o realinhamento das partículas atômicas. Esse movimento faz com que ocorra a liberação dos elétrons (PINHO, 2014).

Um fator relevante está relacionado à qualidade dos componentes utilizados na reação química de carga/descarga, são a qualidade dos materiais utilizados na produção das baterias, quanto mais baixo a qualidade, menor será a vida útil das baterias. A vida-útil não está relacionada somente com a qualidade dos materiais utilizados na produção das baterias, mas também ao modo de uso. Por serem armazenadores de energia, a vida útil do período de fornecimento fica diretamente proporcional à intensidade em que é utilizada no sistema (PINHO, 2014).

Compreendendo os aspectos estruturantes de armazenamento das baterias, observa-se que estas podem ser utilizadas como mecanismos de depósito de energia fotovoltaicas, além de serem necessárias nos sistemas de *off-grid*, que não depende da rede de transmissão elétrica convencional (CABELLO; POMPERMAYER, 2014).

Nesse sentido, torna-se pertinente descrever os tipos de baterias utilizadas na atualidade com a finalidade de armazenamento de energia solar, compreendendo que as especificidades das baterias contemplam tecnologias diferentes e estruturas particularizadas (CABELLO; POMPERMAYER, 2014).

No mercado brasileiro, são utilizados 3 tipos de bateria para armazenamento de energia solar: bateria de chumbo-ácido, de níquel-cádmio e de íons de lítio. No que tange a bateria de chumbo-ácido, a sua composição se dá através de dois eletrodos, no entanto, o seu alto custo no mercado não condiz com a vida útil deste tipo de bateria (DIAMANDIS, 2014).

No tocante a bateria de níquel-cádmio, está também possui um alto custo de uso paralelo a uma vida útil insatisfatória. Enquanto a bateria de íons de lítio possui maior potência e durabilidade, uma vez que opera de forma reativa, armazenando uma grande quantidade de energia, possibilitando ser carregada de forma parcial (DIAMANDIS, 2014).

Considerando estas perspectivas, a viabilização de energia fotovoltaicas e seu armazenamento através de baterias, tem sido amplamente discutido. Essas alternativas tornaram-se possíveis, uma vez que a procura por este recurso é recorrente, além de fatores sociais, ecológicos e econômicos estarem associados a energia fotovoltaica (ALMEIDA, et al, 2016).

Destaca-se que as crises de abastecimento das hidrelétricas, elevou de forma significativa o preço da energia, afetando diretamente os consumidores. Ainda, outro fator associado para a adesão desta tecnologia – sistema fotovoltaico, é as perspectivas de buscar fontes renováveis que possam corroborar para o desenvolvimento sustentável do planeta (SILVA et al., 2019).

A energia fotovoltaica caracteriza-se por ser uma energia constituída e gerada por um processo de conversão da radiação solar para eletricidade. Essa dinâmica só é possível,

através de um sistema e/ou dispositivo denominado de célula fotovoltaica atuando diretamente a partir do princípio de efeito fotoelétrico (IMHOFF, 2018).

Deste modo, a utilização de fonte solar para a geração de energia elétrica, possibilita benefícios como: a) diversificação da matriz; b) redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores; c) aumento de geração de empregos locais; d) aumento da arrecadação e investimentos (SILVA, et al., 2019, p.14).

Esse tipo de energia pode apresentar-se através de um painel solar, conhecidos também como módulos. A estrutura destes painéis é formada por células fotovoltaicas, o conjunto desses módulos é denominado de gerador fotovoltaico, tendo como função principal a captação de irradiação solar, a fim de possibilitar a transformação em energia (PINHO; GALDINO, 2014).

Todo esse processo fotovoltaico, tanto de captação como de geração, só é possível através de baterias, que possuem a finalidade de armazenamento. À vista disso, a indústria tem buscado avançar em tecnologias de melhoria a respeito de armazenamento da energia solar, a fim de fornecer melhores sistemas e produtos para a população (ESPÓSITO; FUCHS, 2013).

Apesar de estar associado ao baixo custo no que se refere consumo, o sistema fotovoltaico ainda é um produto e alto custo, no que tange a instalação e processo operacional. No entanto, empresas do setor buscam incentivar o uso desse sistema, viabilizando a compra através de financiamentos e outros métodos de facilitação de crédito. Paralelo a esta conjuntura, as empresas fornecedoras do sistema fotovoltaicas buscam modernizar e reduzir os custos das placas, através da redução de tamanho dos módulos de captação. Estima-se que em 2021 o acréscimo de aquisição deste sistema chegará a 19,3% no Brasil, correspondendo às expectativas de avanço dessa alternativa de energia, além de favorecer a diminuição de fatores poluentes (LUIZ; SILVA, 2017).

A energia elétrica gerada através de placas solares, denominada de energia solar fotovoltaica, pode ser tanto consumida de forma imediata após a geração, como também, pode ser armazenada para um consumo futuro. Desta forma, torna-se imprescindível a utilização de baterias para seu armazenamento, considerando que a forma como seu armazenamento é realizado se difere no tocante ao sistema de configuração (DANTAS, 2018).

Nesse sentido, são utilizados dois tipos de configurações de sistemas fotovoltaicos, referente ao armazenamento de energia solar. Dentre estes, destaca-se o sistema *off-grid*, que se caracteriza por ser um sistema que não é necessário estar conectado à rede. Neste contexto, toda a energia consumida no imóvel é gerada e armazenada por este. Assim, a energia elétrica gerada em forma de corrente contínua - CC, passa pelo inversor, sendo convertida em corrente alternada - CA (DANTAS, 2018).

Posteriormente, a energia é enviada para o banco de baterias, passando pelo controlador de carga, aparelho que gerencia a melhor distribuição da energia entre as baterias. Por fim, após esse processo é que essa energia é utilizada para alimentar a demanda do imóvel (DANTAS, 2018).

Todo esse processo, permite a independência da rede elétrica da concessionária, corroborando para inexistência de relógio medidor e, portanto, contas de luz. Embora o sistema *off-grid* apresente essa vantagem em sua aplicabilidade e uso, destaca-se que, esta possui um alto custo para sua instalação, em especial, pelo valor alto do banco de baterias. Assim, sua instalação é realizada em áreas rurais, onde não existe fornecimento de energia convencional (CERAGIOLI, 2019).

Já no sistema *on-grid*, a energia elétrica só é utilizada quando for extremamente ne-

cessária, sendo priorizadas as energias geradas pelas placas, ou ainda, àquela armazenada pelo sistema de baterias. Na dinâmica do *on-grid*, a energia gerada em corrente contínua – CC pelo painel solar é convertida em corrente alternada – CA pelo inversor, sendo esta, enviada ao quadro de luz e distribuída para o imóvel em questão (PEREIRA, 2006).

Nesse sentido, a energia que excede é enviada para a bateria e ao completar a carga necessário, o restante da energia a passa a ser injetada na rede elétrica, constituindo créditos energéticos. No período noturno, após a carga da bateria finalizar, o sistema passar a utilizar da rede elétrica para alimentar o imóvel (PEREIRA, 2006).

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Em 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regulamentou a Resolução Normativa no 482/2012 (ANEEL, 2012), que discorria sobre a geração distribuída de energia. Este processo ocorreu através da definição do sistema de compensação, denominado de *net metering*, “um arranjo no qual a energia ativa injetada na rede por uma unidade distribuidora é cedida à distribuidora e posteriormente compensada com o consumo de energia” (ANEEL, 2012, p. 88).

Esta dinâmica, possibilita o incentivo ao desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos em outros países da América Latina, bem como no Brasil. No ano de 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa no 687/2015, que dispõe alguns benefícios aos micros geradores. Estes benefícios possibilitam a geração distribuída de forma conjunta, ou seja, a energia gerada pode ser dividida entre várias residências de acordo com seus interesses e demandas, desde que elas façam parte da mesma área de concessão (ANEEL, 2015).

Destaca-se ainda, a validade dos créditos de energia, que passou de 36 meses para 60. Observa-se também, que a potência máxima de geração de energia por unidade aumentou de 1 MW para 5 MW e o “processo de adesão para conectar a geração distribuída à rede de distribuição foi simplificado” (DANTAS, 2018, p. 14). Essa diretriz contribuiu para o avanço desta tecnologia no Brasil, o que explica a tendência de novos consumidores em aderir a energia fotovoltaica nos últimos anos.

Em dezembro de 2020, o setor de energia solar no Brasil possuía 344.608 micros e minissistemas fotovoltaicos instalados que, somados a usinas solares, estimavam mais de 7 GW de capacidade operacional. Os dados nacionais, apontam para 22 GW de energia solar distribuída no Brasil até 2030 (QUASCHNING, 2021).

Suas vantagens contemplam perspectivas que vão além do aspecto ambiental, uma vez que esta, se configura como uma energia limpa e sustentável, ou seja, se caracteriza como uma fonte de energia renovável, pois não se utiliza elementos fósseis, assim, contribui na minimização de problemas climáticos (TOLMASQUIM, 2021).

Outra vantagem associada a energia fotovoltaica é o fator econômico, ou seja, esta alternativa de energia, permite a redução e/ou ausência de custos nas contas de energia. Os sistemas residenciais, tendem a oferecer um “retorno financeiro sob seu investimento, como fundos de renda fixa, tesouro direto e caderneta de poupança” (DIAMANDIS, 2014, p. 12).

Na adesão desta tecnologia garante ao consumidor economia por 25 anos, no mínimo, que é normalmente o tempo de vida útil do painel solar. Destaca-se também, que a implementação da energia fotovoltaica em residência e/ou estabelecimentos, permite a valorização do imóvel em questão (DIAMANDIS, 2014).

Torna-se importante destacar que, a adoção deste tipo de energia, garante aos consumidores brasileiros a proteção contra inflação do custo da geração de energia elétrica convencional, tendo em vista, que grande parte da população está à mercê de aumentos e tarifas altas em suas contas de luz (CASTRO, 2021).

Esta instabilidade tarifária afeta diretamente os consumidores da energia elétrica convencional. Isto ocorre devido à má administração do governo brasileiro, que não adere de forma efetiva novas tecnologias para a geração de energia, ainda, destaca-se também, que os efeitos climáticos reduzem na produção de energia elétrica somados ainda, aos impactos sociais e econômicos que a pandemia decorrente da COVID-19 gerou neste setor. No presente ano – 2021, os brasileiros estão passando por uma crise energética oriunda do processo de inflação, o que tem levado alguns consumidores a adotarem o sistema fotovoltaico (CASTRO, 2021).

Destaca-se que esta perspectiva não é considerada de forma explícita como desvantagem, mas como um desafio a este setor: o aspecto financeiro e informativo para a adesão desta tecnologia, tendo em vista que, o sistema fotovoltaico ainda é uma realidade distante da maioria, e ainda, estes também não possuem o conhecimento e nem a mediação para as linhas de financiamento desta tecnologia (CASTRO, 2021).

Os altos custos para adesão deste sistema é um desafio social para a disseminação deste recurso. Contudo, têm-se observado a oferta de linhas de financiamento específicas para a aquisição dos sistemas através dos bancos. Os prazos e taxas de juros tornam-se atrativos, no qual esses financiamentos possibilitam ao consumidor “pagar pelo seu sistema com a própria economia de energia que obtém na conta de luz, a qual pode alcançar até 95%” (CASTRO, 2021, p. 18). Percebe-se que os desafios estão encaminhando para um processo de superação, compreendendo que este tipo de energia é de suma importância para a sociedade nacional e mundial.

Muitos países estão investindo em energia limpa, uma vez que muito se discute sobre a importância de ampliar métodos que priorizem a sustentabilidade, bem como, estratégias que minimizem os processos de poluição. Desta forma, a energia solar fotovoltaica tem sido uma alternativa renovável. Nesse sentido, o Brasil apesar dos inúmeros desafios sociais e econômicos, tem crescido na adoção de energia fotovoltaica (SHER, 2012).

Só em 2020, o mercado de energia solar no Brasil cresceu mais de 212%, alcançando a marca de 2,4 GW painéis instalados. Segundo a ANEEL (2020), foram instalados mais de 110 mil sistemas fotovoltaicos de mini e microgeração, correspondendo a R\$ 4,8 bilhões e 15 mil profissionais foram contratados na área. Ainda, estima-se que o Brasil está entre os 10 países que mais possuem consumidores de energia solar (ANEEL, 2020).

Contudo, apesar dos números revelarem boas perspectivas para a adesão a esta tecnologia, um dos desafios que os painéis tradicionais de energia solar enfrentavam, relacionava-se a sua eficiência. Considerando esta conjuntura, painéis solares modernos estão ganhando espaço no mercado, tendo em vista que, qualquer os painéis tradicionais oferecem de eficiência máxima apenas 33%, revelando que grande parte da radiação solar era desperdiçada (LUQUE; EGEDUS, 2021).

Assim, apesar dos sistemas de armazenamento de baterias solares serem úteis, o seu custo ainda é muito alto, assim, torna-se pertinente discutir sobre a implementação bem-sucedida aliada a redução de custos destas, a fim de ampliar o número de consumidores no Brasil (LUQUE; EGEDUS, 2021).

4. CONCLUSÃO

A partir do arcabouço literário estudado, a viabilização de energia fotovoltaica e seu armazenamento através de baterias, tem sido amplamente discutido na contemporaneidade. Essa alternativa tornou-se possível, uma vez que a procura por este recurso é recorrente, além de fatores sociais, ecológicos e econômicos estarem associados a energia fotovoltaica.

No processo de captação como de geração de energia solar fotovoltaica, só é possível através de baterias, que possuem a finalidade de armazenamento. À vista disso, a indústria tem buscado avançar em tecnologias de melhoria a respeito de armazenamento da energia solar, a fim de fornecer melhores sistemas e produtos para seus consumidores. Contudo, esta tecnologia ainda está associada aos altos custos no tocante a instalação, tendo em vista, que os dispositivos que compõem o sistema fotovoltaico, em sua grande maioria são importados, ou seja, as empresas brasileiras e, portanto, os consumidores, acabam pagando altas taxas de importação.

A solução para esta problemática, seria o Brasil produzir esses dispositivos ou diminuir as taxas de importação e impostos, objetivando assim, a redução dos preços de adesão e ainda, o avanço na aquisição da energia fotovoltaica, compreendendo que esta tecnologia possibilita melhorias nos fatores sociais, ambientais e econômicos de curto e a longo prazo.

Referências

- ALMEIDA, E., ROSA, A., DIAS, F., BRAZ, K., LANA, L., SANTO, O., Sacramento, T. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**. 2017.
- BALDINI, Ruberval. **Potencial de Geração de Energia Elétrica com Sistemas Fotovoltaicos**. 2016.
- BLUESOL. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://bluesol.com.br/franquia-de-energia-solar-blue-sol/>. Acesso em: 12 de nov. de 2021
- CABELLO, A. F.; POMPERMAYER, F. M. **Energia fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico**. Brasília: Ipea, 2014.
- CASTRO, R.S. **A realidade da energia solar no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.canalbioenergia.com.br/a-realidade-da-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 04 de nov. de 2022.
- CERAGIOLI, Paulo César. Manual de Energia Solar Fotovoltaica. 2019 Disponível em: <http://rf.com.br/sites/rf.com.br/iles/docs/SolarMan97.pdf>. Acesso em: 12 de out. de 2021. Acesso em: 01 de nov. de 2021.
- DANTAS, S.G. **Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e Possíveis Efeitos no Setor Elétrico**. 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdfhttp://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf. Acesso em: 12 de out. de 2022.
- DIAMANDIS, P. **Solar energy revolution: a massive opportunity**. New York: Forbes, Sept. 2014.
- ENERGIA TOTAL. **Como funciona o painel fotovoltaico**. 2017. Disponível em: <https://www.energiatotal.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico-e-do-que-sao-feitos><https://www.energiatotal.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico-e-do-que-sao-feitos>. Acesso em: 30 de out. de 2022.
- ESPÓSITO, A. S. E FUCHS, P. G. (2013) **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Revista do BNDES, 2013.
- FADIGAS, E.A. **Dimensionamento de fontes fotovoltaicas e eólicas com base no índice de perda de suprimento e sua aplicação para atendimento à localidades isoladas**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- FERNANDES, B.C. **Centros Sociais Solares**. 2008. Rev. De Eng Elétrica. Ed. 18. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopolii0001103.pdf>. Acesso em: 31 de out. de 2022.
- FREITAS, M.G. MIRANDA, A.A. **Custo/benefício e implantação de sistema fotovoltaico**. 2017. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/CustoBeneficio%20e%20Implata%c3%a7%c3%a3o%20>



de%20Sistema%20Fotovoltaico.pdf. Acesso em: 01 de jul. de 2022.

http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acesso em: 27 de março de 2022.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos** autônomos, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS. 2018.

LUIZ, B. S. E SILVA, T. S. **Energia fotovoltaica: um retrato da realidade brasileira**. Artigo Científico in: INOVAE - ISSN: 2357-7797, São Paulo, Vol.5, N.2, 2017.

LUQUE, A. HEGEDUS, B.C. **Handbook of photovoltaic science and engineering**. Wiley. 2006.

MESSINGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering**. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C, 2020.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006

PINHO, J. T. e GALINDO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB. Março de 2014. Disponível em:

QUASCHNING, V. **Understandig Renewable Energy Systems**. London: Earthscan, 2006

RÜTHER, Ricardo et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: <http://bit.ly/pPmCE3>. Acesso em: 31 de out. de 2022.

SHEER, H. Economia Global Solar. **Estratégias para modernidade ecológica**. Rio de Janeiro: CRESES-CEPEL, 2019.

SILVA, L.S, ASSUNÇÃO, R.F. SOBRINHO, D.C. FREITAS, E.S. ASSUNÇÃO, W.F. **Avaliação de Custo Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica**. 2019.

TOLMASQUIN, M.T **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Cernegia, 2019.

22

A ENERGIA SOLAR: A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

*SOLAR ENERGY: THE GENERATION OF ELECTRIC ENERGY
USING PHOTOVOLTAIC CELLS*

Jocivaldo Duarte da Silva

Resumo

A energia solar fotovoltaica é denominada pela energia obtida através da conversão direta da luz do sol em eletricidade. Isso acontece através de um efeito chamado fotovoltaico que é decorrente do aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades de matérias semicondutor, produzido por conta da absorção de luz. Diante desse contexto encontramos a célula fotovoltaica que é essencial para que esse processo aconteça. A geração de energia através das células fotovoltaicas tornou-se um dos métodos mais difundidos no mundo, como forma de alternativa sustentável para aquisição de energia elétrica. Esse método fez com que a adoção de painéis fotovoltaicos em residências, nas indústrias ou nos comércios que estejam dispostos a aderir essa tecnologia sustentável ficasse mais viável e comum, onde esse tipo de adoção fosse feito com pagamentos direcionados apenas uma parcela para as distribuidoras dessa energia renovável. O objetivo geral deste trabalho é identificar a importância do uso da Energia Solar Fotovoltaica como alternativa de geração dos custos de energia, promovendo assim o conhecimento sustentável dessa energia. O trabalho foi elaborado através da metodologia de estudo bibliográfica e teórica, levantamento de informações sobre esta temática em artigos, livros, revistas e relatórios periódicos desenvolvidos nos últimos anos. Conclui-se, portanto que a energia solar fotovoltaica é considerada como uma das fontes de energia mais caras, porém está se caracteriza por ter um elevado grau de confiabilidade e pela alta flexibilidade, onde seu acesso pode chegar a áreas consideradas inacessíveis.

Palavras-chave: Energia Elétrica. Energia Solar. Sistema Fotovoltaico. Célula Fotovoltaica. Painéis Fotovoltaicos.

Abstract

Photovoltaic solar energy is called by the energy obtained by the direct conversion of sunlight into electricity. This happens through an effect called photovoltaic that is due to the appearance of a potential difference in the ends of semiconductor materials, produced by the absorption of light. Given this context we find the photovoltaic cell that is essential for this process to happen. The generation of energy through photovoltaic cells has become one of the most widespread methods in the world, as a form of sustainable alternative for acquiring electric energy. This method has made the adoption of photovoltaic panels in homes, industries or commerce that are willing to adhere to this sustainable technology more feasible and common, where this type of adoption was done with payments directed only a portion to the distributors of this energy renewable energy. The general objective of this work is to identify the importance of the use of Photovoltaic Solar Energy as an alternative to generate energy costs, thus promoting the sustainable knowledge of this energy. The work was elaborated through the methodology of bibliographical and theoretical study, survey of information on this subject in articles, books, magazines and periodical reports developed in recent years. It is concluded, therefore, that photovoltaic solar energy is considered as one of the most expensive energy sources, but it is characterized by a high degree of reliability and high flexibility, where its access can reach areas considered inaccessible.

Keywords: Electricity. Solar energy. Photovoltaic System. Photovoltaic cell. Photovoltaic panels.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desenfreado da população mundial e do aumento de consumo de energia em grande escala associado a natureza dos combustíveis fósseis a crescente poluição que a queima gera, o modelo de energético começou a ser questionado. Por conta disso a necessidade de encontrar um modelo fundamentado no desenvolvimento mais sustentável, gerou interesse por conta do uso de uma energia mais limpa e renovável. Essa energia deve gerar satisfação aos consumidores, não alteraria as condições de vida dos seres humanos no planeta terra. Dentro desse contexto nasce a inserção da energia fotovoltaica, que possa suprir inúmeras necessidades, assim como o uso das energias tradicionais.

Justifica-se a ideia por fontes de energias alternativas, em especial o uso da energia fotovoltaica tem se feito absolutamente necessário, isso porque esse tipo de geração de energia tem atuado como um vetor para o processo de preservação e equilíbrio do meio ambiente. Mesmo com o custo bem mais elevado, a energia fotovoltaica possui um elevado grau de credibilidade e alta flexibilidade, isso porque deriva da capacidade de chegar a localidades mais remotas, cujas redes tradicionais não possuem acesso.

Por conta da escassez dos recursos naturais e do aumento da demanda por oferta dos recursos energéticos renováveis, a presente pesquisa busca responder a seguinte problemática: Qual a importância da implantação do sistema de Energia Solar Fotovoltaica em relação às demais energias?

O objetivo geral deste trabalho é identificar a importância do uso da Energia Solar Fotovoltaica como alternativa de geração dos custos de energia, promovendo assim o conhecimento sustentável dessa energia, tendo como objetivos específicos: Estudar a energia solar fotovoltaica; Compreender os módulos fotovoltaicos e Identificar as células fotovoltaicas, assim como as vantagens e desvantagens da mesma.

Para elaboração deste trabalho será feita uma pesquisa bibliográfica baseada nas obras dos autores Cunha (2006), Fedrizzi (2003), Lorenzo (1994) e Severino (2008), entre outros citados no decorrer do desenvolvimento. Será realizado também o levantamento de informações sobre esta temática em artigos, livros, revistas e relatórios periódicos desenvolvidos nos 20 últimos anos. Sobre os materiais impressos, serão observados os sumários para sinalizar que tratam do assunto em questão. Para ambos, os descritores procurados serão: “Energia Solar Fotovoltaica”, “Célula Fotovoltaica”, “Princípios Fotovoltaicos” e “Módulo Fotovoltaicos”.

2. HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é obtida através do processo de conversão direta da luz em eletricidade o chamado efeito fotovoltaico. Esse efeito teve seu primeiro relato feito por Edmond Becquerel em 1839, onde apareceu uma diferença de potencial nos extremos do material semicondutor, este por sua vez era produzido pela absorção de luz. A célula fotovoltaica é a unidade principal do processo de conversão (VILLALVA, 2015).

No final do século XX e início do século XXI o homem passou a se sensibilizar e ficar em alerta para agressão à natureza, por conta das dependências de energias não renováveis. Por conta disso houve a necessidade encontrar sistemas alternativos de energia, que buscasse equilibrar o uso de recursos naturais e sem agredir a natureza. A energia solar

é um dessas fontes alternativas que podem ser utilizadas para resolver alguns problemas ocasionados pela falta de noção do homem (TORRES et al., 2019).

Dentre as energias renováveis cujo planeta Terra tem disponível, está o Sol que é o mais abundante. Essa energia em um minuto é suficiente para cobrir toda a necessidade energética do mundo durante um ano, porém é utilizada apenas uma pequena porção. Isso ocorre por conta do rendimento das tecnologias de energia solar, que visam que essa não é ainda o ideal para custear a sobrevivência humana na terra (SOUZA, 2018).

A energia disponibilizada pelo sol tem um caráter absolutamente seguro, autônomo responsável. Isso porque ela não utiliza nenhum tipo de recurso que possa colocar em perigo a vida humana, ou seja, não gera resíduos no seu processo de distribuição e é renovável porque sua principal fonte de matéria-prima é o sol. A conversão da energia elétrica é feita através do efeito fotovoltaico (SILVA, 2015).

A conversão da radiação solar em eletricidade gera a energia fotovoltaica, está por sua vez utiliza de materiais semicondutores cujo a denominação é chamada de Efeito fotovoltaico. A primeira vez que o efeito fotovoltaico foi observado, ocorreu no ano de 1939 em uma experiência feita através de uma solução de selênio pelo físico francês Edmund Becquerel. O físico observou o aparecimento de uma espécie de tensão entre os eletrodos, cujos mesmo possuíam uma solução condutora. Essa solução era iluminada pela luz do sol (ANTONIOLLI, 2015).

Porém apenas no ano de 1870 o efeito fotovoltaico começou a ganhar ênfase e foi sendo estudado por conta de seus estados sólidos, assim como selênio. Em 1880 houve a construção da primeira célula fotovoltaica, que ocorreu graças à utilização do selênio. No ano de 1950 começaram a ser realizadas as primeiras pesquisas sobre as aplicações práticas de tecnologias voltadas para a fotovoltaica. No ano de 1954 foi produzida a primeira célula fotovoltaica de silício de junção PN. Desde então se trabalhou intensamente para a obtenção da criação de um sistema realizável e com uma duração mais estendida, para potencializar a alimentação de satélites (DIAS et al., 2017).

Por conta da crise de energia mundial nos anos de 1973 e 1974 a preocupação com o estudo de novas formas de produção de energia, fez com que a utilização das células fotovoltaicas deixasse de se restringir apenas para programas especiais, dando espaço a estudos mais avançados para que esta pudesse suprir no meio terrestre o fornecimento de energia (GREENER, 2021).

Há vários materiais semicondutores que podem ser apropriados para o processo da conversão fotovoltaica. Cita-se o silício cristalino e o silício amorfo hidrogenado que são os mais comuns em termos de uso, porém são bem diferentes entre si. O silício cristalino possui átomos que ocupam posições regulares dentro do espaço, estes por sua vez formam uma rede periódica considerada perfeita. Já o silício amorfo hidrogenado possui fins mais econômicos, por conta da sua periodicidade não ser tão respeitada. Isso é decorrente da presença de defeitos da estrutura onde os átomos de hidrogênio fazem sua compensação (MÁXIMO; DARLI, 2017).

Os filmes de espessura mais finos de silício amorfo hidrogenados são suficientes para o processo de fabricação das células solares que são considerados relativamente eficientes. Há outros materiais como arseneto de gálio e filmes mais finos ainda estão sendo pesquisados. A fabricação dos filmes mais finos tem sido fabricada com o uso de células mais discretas, porém seu depósito é feito em um substrato que pode ser de vidro ou metal, que são mais baratos que as pastilhas de silício. Dentro desse contexto, os principais eventos que envolvem a conversão de energia solar fotovoltaica são: Efeito Fotovoltaico, Efeito Fotovoltaico que foram estudados em sólidos e a Construção da primeira célula fotovoltaica

(PEREIRA; MENDES, 2018).

Para Greener (2022) é possível que as células solares de silício cristalino sejam fabricadas com até 27% de eficiência através da conversão. As que são produzidas de maneira industrial obtêm apenas de 9 a 12% de eficiência dentro do laboratório e de módulos produzidos maciçamente tem porcentagem entre 6 a 7%. O custo de fabricação é bem menor do que as de célula de silício cristalino. Alguns laboratórios ainda tentam desenvolver tecnologias que maximizem os parâmetros e os custos de eficiência.

A eletricidade solar fotovoltaica é considerada como uma das tecnologias energéticas mais promissoras, isso porque as células solares são convertidas diretamente em energia solar, buscando assim uma fonte de energia mais renovável para o processo de eletricidade. A produção e geração desse processo ocorrem através de dispositivos semicondutores que não possuem nenhum tipo de parte móvel, além disso, não produzem resíduos. Isso ocorre porque a liberação do calor é residual, ou seja, ela não altera o equilíbrio da biosfera. Outro fato relevante é o não envolvimento da queima de combustível, o que evita o efeito estufa (PEREIRA; MENDES, 2018).

A eletricidade solar tem múltiplas aplicações sendo que por se tratar de sistemas modulares, esses módulos servem para a geração de potências que são requeridas e instaladas mais rapidamente. Todo o processo de ampliação dessas potências é obtido através da adição simples de módulos. Esse tipo de sistema é usado com frequência nas redes de telecomunicações e nas repetidoras de micro-ondas. Nos países cujo desenvolvimento é maior, o processo de aplicação dessas ideias ainda se encontra em áreas mais isoladas ou que sejam distantes das redes de distribuição de energia como os sistemas de refrigeração, eletrificação de cercas e sinalização automática (SGANZERLA, 2018).

Há grandes potências de ordem de dez *megawatts* são desenvolvidas nos Estados Unidos e continuam gerando um grande sucesso, em países como o Japão. As centrais são menores e só conseguem alimentar a rede comercial, permitindo economia de combustíveis fósseis. O quilowatt-hora cuja origem é solar tem seu custo três a cinco vezes maiores que os produzidos através de métodos convencionais. Porém, de acordo com o processo de evolução das tecnologias, esses custos tendem a diminuir o que futuramente possa fazer com que a geração dessa eletricidade possa competir com a eletricidade que depende da queima de combustíveis nucleares ou fósseis (SILVA, 2015).

2.1 A indústria e pesquisa fotovoltaica no Brasil

O processo de geração fotovoltaica no Brasil deu seu primeiro sinal de existência no ano de 1953, no Centro de Mecânica aplicada do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. O idealizador foi Dr. Teodoro Oninga um químico que estudava a energia solar no país propôs promover a utilização da pesquisa fotovoltaica como fonte alternativa de energia. Desse momento em diante a pesquisa chamou atenção de diversos pesquisadores, que deram continuidade ao desenvolvimento de novas pesquisas tendo como ponto de partida a energia solar (SOUZA, 2018).

A região nordeste do Brasil possui um excelente índice de radiação solar, isso porque a região do semi-árido tem os melhores valores típicos de 1.768 a 2.201 kWh/m² por ano de radiação incidente. Esse tipo de característica coloca o país em uma vantagem superior aos países cujo processo de industrialização ajuda o processo de utilização da energia fotovoltaica. Por conta dos baixos rendimentos tecnológicos para o processo de conversão em calor ou em eletricidade, o país ainda enfrenta uma grande dificuldade para aproveitamen-



to do recurso. Há casos especiais como os investimentos no meio rural, onde as condições econômicas utilizam da viabilidade para uso do recurso na secagem de produtos agrícolas e no processo de geração de eletricidade de pequenas escalas (TORRES et al., 2019).

Apesar da falta de investimento, o Brasil é o país da América do Sul com maior desenvolvimento das energias renováveis, sendo o terceiro país do mundo a fabricar comercialmente a célula fotovoltaica, com base do silício monocristalino, não se limitando apenas ao uso de simples painéis solares. No ano de 1979, surgiu no país a primeira fábrica de módulos fotovoltaicos, conseqüentemente por conta da crise do petróleo de 1973. Uma empresa da área de telecomunicações, cuja sede era na cidade de São Paulo, seus módulos fotovoltaicos com a utilização de células fotovoltaicas foram montados e importados para outra empresa, que tinha como principal objetivo expandir-se no mercado de telecomunicações (VILLALVA, 2015).

No ano de 1981 foi criada a Lei da Informática que tinha como objetivo proteger o mercado eletrônico interno do país. O fato de os painéis fotovoltaicos serem produzidos com os dispositivos eletrônicos, precisam se encaixar dentro dessa lei que tinha vantagens e desvantagens. A empresa que produzia os painéis fotovoltaicos aproveitou o período para dar mais ênfase à produção nacional, obtendo assim um aumento expressivo do faturamento (ANTONIOLLI, 2015). Essa Lei da Informática durou apenas dez anos, período este que as empresas do território nacional necessitavam para ganhar estabilidade econômica e suportar o processo competitivo com as multinacionais do mercado interno. A grande problemática desse período é que algumas empresas estrangeiras continuavam a vender seus equipamentos fotovoltaicos para o Brasil, através do mercado ilegal (mercado negro) (GREENER, 2021).

A produção de células fotovoltaicas ganhou destaque no decorrer dos anos, tendo o silício como principal material utilizado. O silício é o segundo elemento mais abundante no globo terrestre e com o passar dos anos foi explorado de diferentes formas. Porém a busca por materiais alternativos é algo constante, principalmente na área de filmes finos onde o silício amorfo é usado com frequência. As células de filmes finos, além de usarem uma menor quantidade de material, também requerem uma menor quantidade de energia para seu processo de fabricação (ANTONIOLLI, 2015).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em três categorias, como mostra a Figura 1. A utilização desses sistemas irá depender da aplicação dos recursos energéticos que existem no local (VILLALVA, 2015).



Figura 1 – As definições dos sistemas fotovoltaicos

Fonte: VILLALVA (2015, p. 224)

Segundo Villalva (2015) no sistema isolado é possível compreender que a carga utilizada é feita apenas com energia fotovoltaica. Nesse tipo de sistema é comum que haja um tipo de armazenamento, como é possível ver no esquema montado na Figura 2 e 3. O armazenamento de energia pode ser formado de baterias, que visam acionar os equipamentos movidos a eletricidade durante o período que falta energia fotovoltaica. Existem sistemas em que a energia armazenada em tanques de água elevadas, que ficam na forma de energia potencial gravitacional.

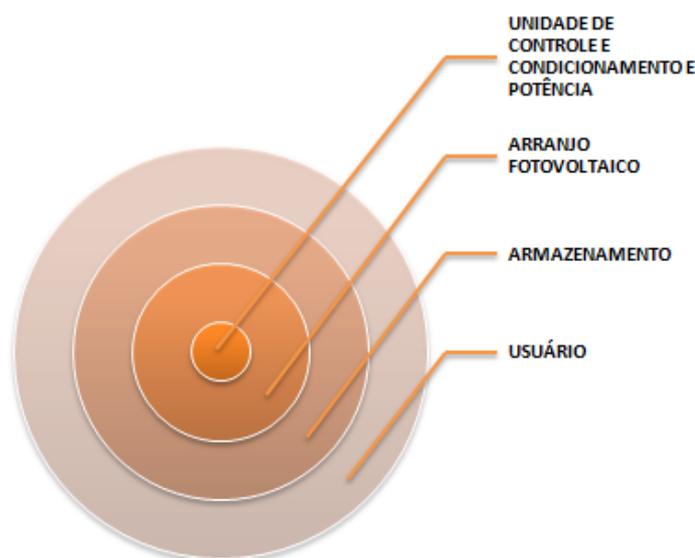


Figura 2 – Configuração básica de um sistema fotovoltaico isolado

Fonte: VILLALVA (2015, p. 224)

No sistema isolado (*off grid*) a energia solar é gerada por painéis fotovoltaicos, que são direcionados para alimentação dos aparelhos elétricos onde estes utilizam propriedade e armazenamento e baterias. É possível ter energia disponível quando esse sistema não está gerando nenhum tipo de energia (TORRES et al., 2019).

Quando a energia fotovoltaica não possui nenhuma ligação com a rede de distribuição elétrica convencional, a existência de um armazenamento é indispensável, pois é essa que irá garantir a autonomia do sistema. Por se tratar de um sistema independente da rede, existe uma regulamentação específica para o sistema off grid, dessa forma não há necessidade de formalizar um pedido (SILVA, 2015).



Figura 3 – Exemplo de um sistema isolado

Fonte: Silva (2015)

Já o sistema híbrido é aquele que quando se desconecta da energia elétrica faz uso de várias formas da geração de energia, como por exemplo, a energia eólica, diesel e energia fotovoltaica. Para Máximo e Dalri (2017) esse tipo de característica faz com que esse tipo de sistema seja considerado mais complexo e sempre necessite de algum tipo de controle que seja capaz de integrar os vários geradores. Isso faz com que seu processo operacional seja otimizado. Na Figura 4 é possível que compreender como funciona o sistema híbrido.

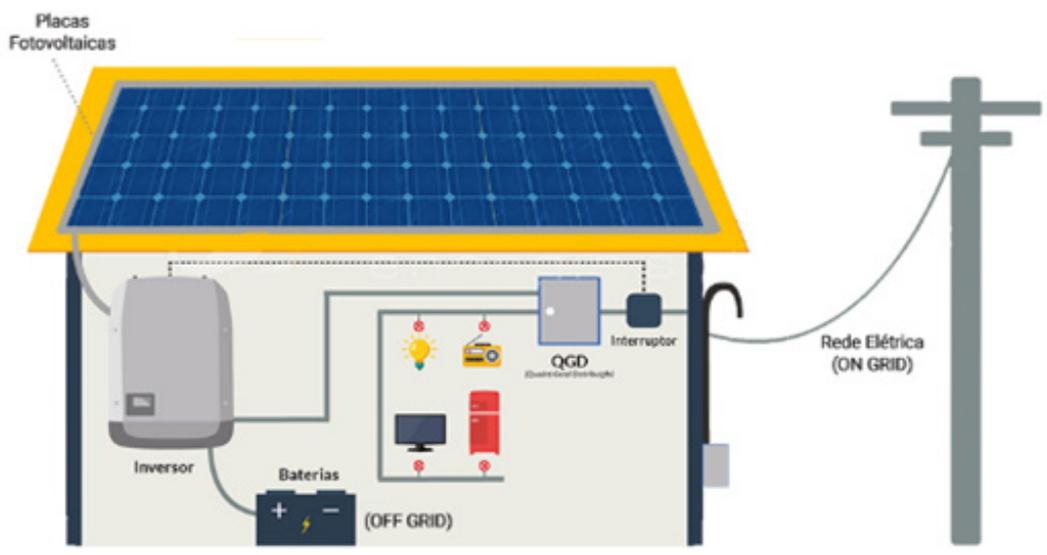


Figura 4 – Exemplo de Sistema Híbrido

Fonte: Máximo e Darli (2017, p.67)

Embora a energia solar fotovoltaica gere uma energia mais barato durante o dia, ela precisa de fontes sustentáveis de geração durante o fornecimento ao longo do dia. Segundo Dias et al. (2017) existe uma definição formal para os sistemas híbridos usados com a teoria do sistema dinâmico, que são atribuídas a sistemas que apresentam simultaneamente em um tempo discreto. Antonioli (2015) já os sistemas conectados a rede são os sistemas de energia fotovoltaica que apresentam uma fonte complementar a geração de energia convencional. Esse tipo de sistema não utiliza armazenamento, porque toda a potência é entregue a rede elétrica.

Esse tipo de sistema observado na figura acima possui painéis fotovoltaicos que são responsáveis pela geração de energia elétrica de maneira contínua. Isso ocorre porque seus inversores convertem a energia em uma corrente alternada que busca fornecer a mesma a rede elétrica. Dessa forma quando o sistema produz mais do que o consumo local está acostumado, a energia gerada será direcionada a rede (DIAS et al., 2017).

3. OS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Os módulos fotovoltaicos são mecanismos que transformam a energia solar em energia elétrica. Esse tipo de transformação ocorre de forma simples, sem gerar nenhum tipo de resíduos e sem necessidade uma manutenção constante. A eficiência dos painéis solares fotovoltaicos podem variar entre 18% e 32%, mesmo que o investimento inicial seja maior a garantia de retorno é sempre garantida (NASCIMENTO, 2004).

Há diferentes dimensões e potências, dependendo da tecnologia empregada. Dessa forma existem três tipos básicos de módulos fotovoltaicos comercializados, são eles: monocristalinos, policristalinos e de filmes finos. Os módulos monocristalinos são mais eficientes e possuem efeitos nas células monocristalinas de silício. O silício é mais utilizado por possuir uma demanda de pureza elevada, o que envolve um processo de fabricação considerado complexo. Já os módulos policristalinos possuem uma eficiência menor, se comparado ao monocristalinos. As células desse módulo são caracterizadas por diversos cristais. O último módulo de filme finos é composto por material depositado diretamente sobre a superfície que forma o painel (vidro ou metal). Esses módulos são considerados mais eficientes e foram os pioneiros (GLASNOVIC; MARGETA, 2007).

A constituição dos módulos fotovoltaicos ocorre a partir da construção dos painéis fotovoltaicos que são as células que em grande parte utilizam o silício. O silício é constituído de átomos minúsculos, que são carregados de elétrons. Esse tipo de painel fotovoltaico é comumente composto por dois tipos de silício e tem o intuito de criar cargas positivas e negativas. Pode-se criar uma combinação do silício com o boro e criar cargas negativas, assim como pode-se usar a combinação das mesmas substâncias com o fósforo que criam cargas positivas (LORENZO, 1994).

Segundo Cunha (2006) as cargas positivas são envoltas pelas cargas negativas disponíveis através das células fotovoltaicas. Isso cria a reação do silício quando a luz solar incide sobre ele. Cada uma dessas células fotovoltaicas é colocada diretamente em série e se conecta através das demais faixas condutoras que são extremamente finas. Essas faixas possuem uma faixa fina que fica interligada com os circuitos.

As células fotovoltaicas são cobertas por uma espécie de encapsulamento que as protege das ações do tempo e dos impactos que podem sofrer. Esses módulos ficam voltados para o sol e são cobertos geralmente por materiais transparentes. Geralmente os materiais transparentes são vidros, resinas de silicone e plástico que visa garantir a proteção e a eficiência do equipamento (MOEHLECKE; ZANESCO, 2005).

Todas essas composições de elementos compõem os painéis que ficam envoltos de uma moldura de alumínio e buscam garantir a eficiência e a rigidez de sua composição. Os módulos fotovoltaicos podem ser conectados através de uma corrente denominada contínua a um inversor solar, que faz com que haja produção de luz elétrica através dos recursos solares (PEREIRA; MENDES, 2018).

A quantidade de células em série é que determina as características da tensão elétrica do módulo fotovoltaico. Há uma série de necessidades especiais para o manuseio e a limpeza das células, para que os materiais como vidro ou plástico não sejam perfurados ou danificados por conta das ações do tempo. O desgaste desse tipo de material pode levar de 2 a 5 anos para entrar em processo de decomposição, mas necessita de um tratamento especial para que não haja nenhum tipo de dano (CHUCO, 2007).

Os módulos fotovoltaicos que apresentam uma vida útil considerada mais eficiente são os módulos cristalinos que possuem aproximadamente 24 anos e uma eficiência comercial em torno de 18% dos demais sistemas de energia solar fotovoltaica, seja ela *on-grid* ou *off-gr* com a maior eficiência possível, nesse caso a constante busca por acessórios que aumentam a capacidade de cada sistema tornaram-se verdadeiros desafios para o mercado (PEREIRA; MENDES, 2018).

Chama-se atenção para os painéis fotovoltaicos que apresentam uma eficiência comercial maior, por conta da sua fabricação ser de silício cristalino e ter em sua composição células mono e policristalinas que possuem uma eficiência de conversão solar maior. Outra questão que deve ser contextualizada é que a composição dos módulos fotovoltaicos é composta pela associação de uma série de células que tem como finalidade aumentar o valor da tensão e manter o valor corrente, onde a tensão nominal de cada célula pode variar em aproximadamente 0,7 V (ALVES, 2019).

4. A CÉLULA FOTOVOLTAICA

Durante muito tempo, houve uma procura por recursos naturais do planeta, visando o suprimento das necessidades de energia, sem a preocupação com os efeitos que o uso indevido da energia poderia ocasionar ao meio ambiente. Segundo Alves (2019, p. 32) “[...]”

a civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a crise climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate”. Isso faz com que o comportamento do tempo seja alterado, ou seja, o tempo ultimamente não está de acordo com os parâmetros estudados.

Em contrapartida, há um cenário onde se busca por melhorias e que há pesquisas e investimentos em tecnologias com o intuito de usar os recursos naturais renováveis para o suprimento e diversificação da matriz energética. Hoje tem-se vivido uma constante busca pela diversificação da matriz energética brasileira, o que é ocasionada por duas razões: a primeira diz respeito ao panorama energético, pois a diminuição das chuvas ocasiona a diminuição da energia gerada pelas hidrelétricas, fazendo com que haja a necessidade de uso das termelétricas, aumentando o valor da energia (ALMEIDA et al., 2016).

É nesse contexto que a energia solar fotovoltaica tornou-se conhecida e ampliou seu mercado econômico e acadêmico. O sistema fotovoltaico é definido como a energia gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isso acontece por meio de um dispositivo denominado como célula fotovoltaica que atua usando o princípio fotovoltaico (GRUBERT; OLIVEIRA, 2019).

Alves (2019) discorrem que o efeito fotovoltaico é produzido por meio da absorção solar, que faz com que haja uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor. Essa informação dizendo que “Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica. Apenas mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado efeito fotovoltaico.

Então, visando o uso de novas tecnologias para o uso de energia renováveis, os sistemas fotovoltaicos têm estado em ascensão na sua utilização. Dessa forma, tem sido muito explorado recursos materiais, bem como o investimento em estudos e pesquisas relacionados à área. Na fabricação das células fotovoltaicas (FV) o principal material de uso é o silício (Si), que se constitui como o segundo elemento químico mais abundante da terra. Esse elemento tem sido explorado em diversas formas, por exemplo, o cristalino, policristalino e amorfo (BOSO; GABRIEL; FILHO, 2015).

Existem três tecnologias aplicadas para a produção de células FV, que são classificadas em três gerações, de acordo com o material e suas características. Cepel e Cresesb (2014) discorrem que a primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que é subdividido em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representa 85% do mercado por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança.

O modelo fotovoltaico silício monocristalino (m-Si), também conhecidos como células, são tidos a partir de um único grande cristal, mergulhados em silício fundido (MACHADO; MIRANDA, 2015). Aí, o cristal recebe poucas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo “p”. Alves (2016, p. 4) afirma que “A esse semicondutor, após seu corte, é introduzido impurezas do tipo ‘n’ 9, expostas a vapor de fósforo em fornos com altas temperaturas, garantindo confiabilidade e eficiência aos produtos”.

Já o modelo fotovoltaico silício policristalino (p-Si) é menor que a do silício monocristalino, mesmo sendo fabricados pelo mesmo material. Pois ao invés de ser formado somente por um cristal, é fundido e solidificado, resultando em um bloco com muitas quantidades de grão ou cristais, concentrando maior número de defeitos (SUZIGAN, 2015).

Ultimamente, de acordo com Cepel e Cresesb (2014), as células orgânicas ou poliméricas correspondem à forma mais recente da tecnologia fotovoltaica, estando em fase de pesquisa e desenvolvimento. Essa tecnologia é baseada na utilização de semicondutor orgânico, que é responsável pela absorção de luz, geração, separação e transporte de cargas.

Grubert e Oliveira (2019) afirmam que as células orgânicas podem ser consideradas como alternativas promissoras para a conversão de energia solar em baixo custo.

O sistema de energia solar possui diversas vantagens, como a economia da conta de energia, a diminuição da demanda pela energia do sistema nacional, fazendo com que a construção de barragens e usinas termelétricas sejam adiadas, o que ocasiona diversos impactos no quesito ambiental, por ser uma fonte de energia renovável e limpa, sem produzir resíduos poluentes. Utilizar a energia elétrica fotovoltaica para fornecimento de energia faz com que haja uma maior economia (BOSO; GABRIEL; FILHO, 2019).

Para um sistema fotovoltaico utilizado como complemento de energia elétrica em relação à convencional, uma das vantagens é que caso ocorra um defeito, este se limita à instalação específica não se estendendo às demais. Além disso, a energia solar não polui durante o uso, sua poluição é decorrente da fabricação dos equipamentos que são precisos para a construção dos painéis solares (MACHADO; MIRANDA, 2014).

Outro fator importante para ser salientado é que os painéis solares são a cada dia mais potentes, tornando o seu custo cada vez menor, isso resulta em energia solar num valor mais econômico e cabível no orçamento dos cidadãos. Importante salientar também que, como a energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em quase todo o seu território (ALMEIDA, 2016).

A respeito das desvantagens, existe uma variação na quantidade produzida de acordo com a situação climática, pois há a necessidade de armazenamento de energia produzida durante o dia em locais onde os painéis não estejam ligados a rede de transmissão de energia. Além disso, as formas de armazenamento de energia solar são pouco eficientes, se comparadas a combustíveis fósseis e energia hidroelétricas (GRUBERT; OLIVEIRA, 2019).

Outro fator a ser considerado é que os painéis solares têm rendimento de somente 25%, embora esse valor tenha vindo no decorrer dos anos. O custo acentuado que a tecnologia fotovoltaica possui principalmente nas placas fotovoltaicas, contam com um nível de complexibilidade (CASCAES, 2019). Entretanto, a tendência é que, com o tempo, o seu custo seja diminuído.

Para Villalva (2015) a instalação dos sistemas fotovoltaicos é simples e rápida, se comparada às demais. Grande parte dos módulos e o dos inversores se adequam facilmente as telhados e paredes já existentes nos módulos, sem que haja a necessidade de uma estrutura adicional. Os quadros com dispositivos de proteção geralmente devem ser fixados próximos aos inversores.

Sganzerla (2018) destaca que mesmo com a proteção UV é necessário que se faça a proteção dos equipamentos por eletrodutos rígidos, que são fáceis de instalação e o curso não costuma ser elevado. Sempre que instalados é necessário que sejam testados mais de uma vez, para que se comprove o funcionamento.

O baixo custo de manutenção também é considerado vantajoso para a aquisição desse tipo de energia. Para se compreender os módulos podem ser lavados com água corrente a cada seis meses. Porém o processo de instalação dos módulos já faz com que este tenha sua limpeza feita com ajuda da chuva. A instalação de inversores em locais cuja proteção e a utilização de eletrodutos rígidos ajudam no processo de diminuição precoce dos componentes (MIRANDA, 2013).

A vida útil dos sistemas fotovoltaicos costuma gerar em torno de 25 anos em grande maioria dos casos, o retorno desse tipo de investimento ocorre entre 3 a 7 anos. Essa variação ocorre por diversos fatores, como por exemplo, o local onde este é instalado, já o

processo do retorno do investimento dependerá exclusivamente da tarifa da energia e do potencial solar gerado do local (ALVES, 2019).

Vários estudos apontam que os imóveis dos sistemas fotovoltaicos são mais atrativos para o mercado, por se tratar de soluções econômicas e sustentáveis. Após o período de retorno do investimento, toda a energia solar gerada pelo sistema fotovoltaico, pode ser considerada lucro para o investidor.

O preço dos sistemas fotovoltaicos ainda são as grandes desvantagens para aquisição da solução fotovoltaica. Para se compreender um sistema de 1,5kWp de potência, que pode gerar uma economia de 170kWh por mês, não sairá por menos de R\$ 12.000,00 contando com o projeto de estruturação e processo de instalação (CASCAES, 2019).

A instalação dos módulos corresponde a aproximadamente cerca de 67% dos custos totais de um sistema. Porém o avanço tecnológico tem feito com que os meios de produção percam valor no mercado e a eficiência desses componentes aumento. Mesmo com o financiamento de bancos e consórcios de grupos privados, esse tipo de procedimento necessita de um planejamento financeiro que é considerado por muitos investidores um custo elevado (SILVA, 2015).

Outra problemática que envolve a desvantagem da aquisição da energia fotovoltaica é a dependência das concessionárias. Os sistemas fotovoltaicos quando conectados a rede, ao contrário do que a maioria pensa fica dependendo das concessionárias de energia. Isso ocorre porque a primeira geração fica totalmente comprometida quando o dia é nublado e é interrompida durante a noite, voltando a funcionar apenas no período da manhã (GREENER, 2021).

Para Villalva (2015) a aquisição do sistema de anti-ilhamento é outra desvantagem, se houver uma queda de rede os sistemas fotovoltaicos deixam de operar o que pode ocasionar uma série de danos para os investidores. Esse tipo de situação depende exclusivamente das concessionárias para reestabilização da energia, mesmo sendo uma medida protetiva esse tipo de aquisição causa aos investidores um custo relativamente alto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disseminação de fontes alternativas, em especial a energia solar fotovoltaica se faz necessária por conta de o atual modelo energético possuir uma série de problemas relacionados a sociedade e ao meio ambiente. Mesmo sendo uma das fontes de energia mais caras, a energia solar fotovoltaica se caracteriza por ter um elevado grau de confiabilidade e pela alta flexibilidade, onde seu acesso pode chegar a áreas consideradas inacessíveis.

Nesse contexto é de extrema importância que se compreenda os investimentos, o apoio e o incentivo a pesquisas voltadas para o aumento da eficiência das células fotovoltaicas, assim como a compressão e análise de como reduzir os investimentos para a aplicação dos painéis fotovoltaicos. É necessário ressaltar que a energia solar ainda não é popularmente conhecida pela sociedade, por diversos fatores, entre eles encontram-se a falta de promoção e campanhas explicativas que mostrem a eficiência e eficácia do uso dessa energia.

O estudo abordou todo o contexto histórico que envolve a história da evolução da energia solar, assim como as pesquisas fotovoltaicas, compreensão dos módulos fotovoltaicos, a célula fotovoltaica e as vantagens e desvantagens da utilização da energia solar fotovoltaica. Todas as abordagens feitas nos capítulos elaborados estão voltadas para dessa fonte promissora de energia elétrica, onde o cenário atual necessita da implantação dos



sistemas fotovoltaicos são fundamentais para a redução de despesas e a dependência de outras fontes de geração que não consideradas fontes limpas e renováveis. Como sugestão para possíveis pesquisas, fica a ideia de explanar o assunto em mais plataformas de pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, Eliane et al. **Energia solar fotovoltaica**: revisão bibliográfica. 2016. Disponível em: www.fumec.br/revistas/eol/article/%20download%20/3574/1911. Acesso em: 21 out. 2022.
- ALVES, M. de O. L. **Energia solar**: estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. 2019. 76 f. TCC (Graduação) – Bacharel em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Ouro Preto, João Molevade, MG, 2019. Disponível em: https://200.239.128.125/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA_EnergiaSolarEstudo.p df. Acesso em: 13 out. 2022.
- ANTONIOLLI, Andriago Filippo Gonçalves. **Avaliação do desempenho de geradores solares fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2015.
- BOSO, A. C. M. R.; GABRIEL, C. P. C.; FILHO, L. R. A. G. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. **Anap Brasil**. v. 08, n.12, 2015.
- CASCAES, B. P. **Avaliação de oportunidades do uso de energia solar térmica em aplicações industriais no Brasil**. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/193911>. Acesso em: 08 out 2022.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. CEPEL; CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. CRESESB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
- CHUCO, Braulio. **Otimização da potência de operação em sistema isolado fotovoltaico usando técnicas de inteligência artificial**. Dissertação; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007.
- CUNHA, J. L. P. A. **Eletrificação de edificações rurais isoladas utilizando energia solar fotovoltaica**. 2006. 49 f. Monografia (Pós Graduação Lato Sensu em Fontes Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- DIAS, C. T. C. et al. **Energia Solar no Brasil**. Artigo Científico in: INTER SCIENTIA. São Paulo, Vol.5, Nº.1, p. 153-165, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/download/463/416/>. Acesso em 21 ago. 2022.
- GLASNOVIC, Z.; MARGETA, J.; **A model for optimal sizing of photovoltaic irrigation water pumping systems**. Solar Energy. 2007.
- GREENER. **Estudo estratégico geração distribuída mercado fotovoltaico**. 2. Semestre- 2021. São Paulo: Greener, 2022.
- MACHADO, C. T., MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista virtual de química**, 7(1), 126-143, 2015.
- GRUBERT, S. S., OLIVEIRA, V. A. Evolução das energias renováveis e perspectivas para o futuro utilizando a biomassa. **Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça / RJDSJ**, v. 6, n. 8, Jul.-Dez./2019.
- LORENZO, E., **Electricidade Solar**: Engenharia de los Sistemas Fotovoltaicos. Madri: Editora Artes Gráficas Gala, 1994.
- MÁXIMO, Mariana de Moraes; DALRI, Thais Silveira. **Análise de custos da implantação de tecnologias sustentáveis em residências populares**. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.
- MIRANDA, Raul Figueiredo Carvalho. **Análise da inserção de geração distribuída de energia solar fotovoltaica no setor residencial brasileiro**. Dissertação de mestre em planejamento energético. UFRJ, 2013.
- MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I. **Mercado, física e processamento de células solares**. Metalurgia e Materiais, v. 61, n. 557, 2005.

- NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. Disponível em: https://www.solenerg.com.br/files/monograbfia_cassio.pdf. Acesso em: 25 out. 2022.
- PEREIRA, Fabiana Luzia; MENDES, Marina Alves. **O uso de energia solar fotovoltaica como alternativa à redução da fatura de energia elétrica em blocos universitários**. Engenharia Civil-Tubarão, 2018.
- SEVERINO, M. M. **Avaliação Técnico-Econômico de um Sistema Híbrido de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas da Amazônia**. 2008. 335 p. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SGANZERLA, Lucas Marino Bianchessi. **Análise dos Índices de mérito de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em Curitiba**. Monografia de Especialização – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, fevereiro, 2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 21 ago. 2022.
- SOUZA, Wilison; Souza, Rubem; Minori, Américo. **Boas práticas de manutenção preventiva em sistemas fotovoltaicos**. XXXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Outubro de 2018.
- SUZIGAN, K. R. **A transição para uma matriz energética limpa: os avanços na tecnologia solar**. 2015. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 121p, 2015.
- TORRES, D. G. B., et al. **Células fotovoltaicas: desenvolvimento e as três Gerações**. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420* – Ed. Especial – março, 2019 – p. 1-6. Disponível em: <http://creaprw16.creap.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/viewFile/540/326>. Acesso em 21 ago. 2022.
- VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015. 224 p.

23

FIBRA ÓPTICA E SUAS APLICAÇÕES
OPTICAL FIBER AND ITS APPLICATIONS

Leroel Francisco De Brito

Resumo

A fibra óptica pode ser definida como um filamento flexível e transparente, fabricado a partir de vidro ou plástico extrudido, sendo utilizada como condutor de elevado rendimento de luz, imagens ou impulsos codificados. Pode-se afirmar que a fibra óptica revolucionou as telecomunicações, como também, está relacionada com o avanço da humanidade em diferentes aspectos, sendo utilizada em atividades comuns, ou até mesmo complexas, do dia a dia, que vão desde o acesso à internet até a realização de exames e cirurgias, o que teve como consequência a expansão do mercado de fibra óptica em todo o mundo. Dessa forma, este trabalho consiste em uma revisão de literatura sobre a fibra óptica e suas aplicações, assim como, sobre o grafeno como uma possível alternativa de substituição da fibra óptica no futuro. Entre as fontes de pesquisa utilizados para elaboração estão livros e artigos científicos. Foi abordada a fibra óptica e sua aplicação em diversas áreas, como a militar e médica, assim como, foi explicada a aplicação da fibra óptica em redes de comunicação em malhas ferroviárias e o grafeno como possível substituto da fibra óptica. Portanto, foi possível destacar a ampla utilidade da fibra óptica, conceitos fundamentais, aplicações, vantagens e perspectivas de inovação com o uso do grafeno.

Palavras-chave: Fibra Óptica. Aplicações da Fibra Óptica. Grafeno. Perspectivas de Inovação.

Abstract

Optical fiber can be defined as a flexible, transparent filament made from glass or extruded plastic and used as a high-throughput conductor of light, images, or coded pulses. It can be said that fiber optics has revolutionized telecommunications, as well as being related to the advancement of humanity in different aspects, being used in common, or even complex, daily activities, ranging from Internet access to examinations and surgeries, which resulted in the expansion of the fiber optics market worldwide. Thus, this work consists of a literature review on optical fiber and its applications, as well as on graphene as a possible alternative to replace optical fiber in the future. Among the research sources used for the elaboration are books and scientific articles. The optical fiber and its application in several areas, such as military and medical, was discussed, as well as the application of optical fiber in communication networks in railway networks and graphene as a possible replacement for optical fiber. Therefore, it was possible to highlight the broad utility of optical fiber, fundamental concepts, applications, advantages and prospects for innovation with the use of graphene.

Keywords: Optical Fiber. Optical Fiber Applications. Graphene. Innovation Prospects.

1. INTRODUÇÃO

A fibra óptica é definida como um filamento flexível e transparente, fabricado a partir de vidro ou plástico extrudido, sendo utilizada como condutor de elevado rendimento de luz, imagens ou impulsos codificados. Ela começou como uma tecnologia misteriosa, que era utilizada principalmente na construção de redes de comunicação metropolitanas, nacionais e internacionais, distante do usuário comum.

Nos últimos anos a demanda por banda larga ficou cada vez maior, pois foi necessária uma boa internet para manter o mercado, as empresas e as pessoas conectadas e competitivas. Consequentemente, o mercado de fibra óptica se expandiu em todo o mundo e o Brasil fez parte desse crescimento, pois teve um crescimento significativo nesse setor no ano de 2021, embora outros países da América não tiveram a mesma performance. Contudo, é importante destacar que o Brasil ainda se encontra atrás de países desenvolvidos, e para superá-los, questões primordiais devem ser resolvidas como a velocidade nas instalações e ampliação das redes de fibra óptica.

Outro fato relevante e indiscutível é que a fibra óptica se tornou cada vez mais responsável pela comunicação em todo o mundo. Isso ocorreu, entre outras coisas, por causa de diversas vantagens na sua utilização, entre elas o baixo custo de implantação, grande capacidade de transmitir sinais, mensagens e informações. Além disso, não é possível esquecer a constante necessidade de aprimoramento e descoberta de novas tecnologias que se adequem as mudanças que ocorrem constantemente na sociedade.

Nesse sentido, a substituição da fibra óptica será um grande desafio, mas estudos demonstraram que o grafeno, caracterizado por ser um isolante e supercondutor ao mesmo tempo, pode se tornar o sucessor da fibra óptica ao ser estruturado para ser utilizado para modular frequências inigualáveis, como também, rejeitar frequências indesejadas, tornando a conexão mais estável.

Portanto, é essencial conhecer a fibra óptica, suas características, aplicações e possíveis tecnologias que possam ser utilizadas futuramente para substituí-la. Assim como, conhecer o grafeno, suas características e os estudos já realizados que podem servir como embasamento para futuras aplicações dele na área de telecomunicações, como possível substituto da fibra óptica.

Logo, o objetivo deste trabalho foi conhecer a fibra óptica, explicar os princípios de funcionamento, tipos, onde e como ela é utilizada. Os objetivos específicos são apresentar a fibra óptica e suas aplicações, mostrar a utilização da fibra óptica em redes de comunicação de malha ferroviária e apresentar o grafeno e a possibilidade dele substituir futuramente a fibra óptica.

A metodologia utilizada nessa pesquisa foi uma revisão de literatura. Foi pesquisado informações em diferentes meios, como livros, apostilas, manuais, internet e artigos científicos. A base de dados online utilizada foi o *Google Acadêmico*, sendo selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos.

2. FIBRAS ÓPTICAS

“A era das comunicações elétricas iniciou-se em 1837, com a invenção do telégrafo” (KEISER, 2014, p. 2), um instrumento extremamente importante para a revolução nos meios

de comunicação. Com o tempo a evolução foi surgindo e gerando os novos meios de comunicações: rádios, telefones, televisão e enfim a internet. Com a globalização dos computadores, a internet começou a ser cada vez mais utilizada, com essa demanda, empresas da área de telecomunicações precisaram melhorar suas capacidades de transmissão, com isso surgiu a fibra óptica (FERREIRA, 2021).

Mas foi em 1870 que houve a queda do paradigma, a descoberta que a luz não caminha apenas em linha reta. Em Londres, o físico John Tyndall utilizou uma lanterna em um recipiente opaco e com luz para provar que há uma curva no meio da luz. Essa descoberta não trouxe muitas vantagens para a ciência, mas em 1952 o físico Narinder Singh Kapany começou a se aprofundar o que desencadearia na criação da fibra óptica (MACHADO, 2021).

2.1 Aplicações das fibras ópticas

A aplicação da fibra óptica não é restrita a área das telecomunicações. Atualmente, ela é utilizada em diversas áreas, sendo essencial em cada uma delas. Dessa forma, nos próximos tópicos serão mostradas algumas aplicações, mas é importante ressaltar que ainda existem diversas outras aplicações.

2.1.1 Transmissão de dados

As fibras ópticas podem ser usadas para transmitir dados de internet, telefone, televisão, redes, rádio e etc. Conforme Pinheiro (2017, p.58) “uma das aplicações principais das fibras ópticas em sistemas de telecomunicações corresponde aos sistemas de telefonia, interligando centrais de equipamentos”, para isso precisam de uma capacidade grande de transmissão, interligando centrais que podem estar a vários quilômetros de distância.

2.1.2 Aplicações militares

Na área militar, a transmissão de dados rápida por fibra óptica é muito importante. Com modernas técnicas de comunicação, como: os sistemas de comando e controle em aviões e navios; a transmissão de dados por estação terrestre; contato com postos avançados. O fato de possuir uma maior largura de banda já é uma vantagem para esse sistema por não sofrer com interferências. Outro fato bastante relevante, é a redução no volume de peso, facilitando, assim, no transporte e diminuindo o consumo de combustível para as aeronaves e navios (RIBEIRO, 2015).

2.1.3 Cabos submarinos

Os cabos submarinos são feitos de fibra óptica e possuem isolamento especial. Eles são instalados no fundo do oceano para utilização de redes internacionais de telecomunicações. Cabo óptico submarino tem a principal finalidade de interligar países e continentes, por conta do seu grande alcance, entre 60 a 100 Km, e o mais importante é a sua grande capacidade de transmissão de dados em forma de mensagens de texto, áudio, imagens e vídeos de um ponto a outro (ANDRION, 2019).



2.1.4 Aplicações médicas

Na área da medicina, a fibra óptica é utilizada em diversas situações, uma delas é a endoscopia a laser. Isso ocorre devido:

A grande flexibilidade e as pequenas dimensões da fibra óptica permitem seu uso para medições no interior dos tecidos, dos órgãos e dos vasos sanguíneos. Endoscópios compostos podem possuir diversos canais associados com fibra óptica, nos quais a transmissão de imagens e guiagem de sinal até o ponto desejado são feitos via fibra óptica, e cânulas de pequenos diâmetros fazem o encaminhamento líquidos ou aspiração de resíduos do processo (RIBEIRO, 2009, p.125).

Outra aplicação das fibras é a utilização das operações com laser. Por exemplo: durante quebra das pedras nos rins. Também há o uso como sensores de temperatura, que tem sido utilizado, por exemplo, em terapia hiper térmica radiológica de tumores cancerígenos, onde as qualidades de imunidade eletromagnética das fibras ópticas são únicas, frente a radiação de micro-ondas da fonte de calor utilizada (FERREIRA 2021).

2.2 Tipos de fibra ópticas

Existem dois tipos utilizados: Monomodo e Multimodo. A diferença entre elas é como a luz se propaga (FERREIRA, 2021).

2.2.1 Multimodo

A fibra óptica do tipo multimodo, segundo Pinheiro (2017, p.28), “É o tipo de fibra em que vários feixes de luz, com diferentes ângulos de incidência, se propagam através de diferentes caminhos pelo núcleo”. Esse núcleo da multimodo é bem maior do que o da monomodo, mas o diâmetro total das duas são iguais, como mostra a Figura 1.

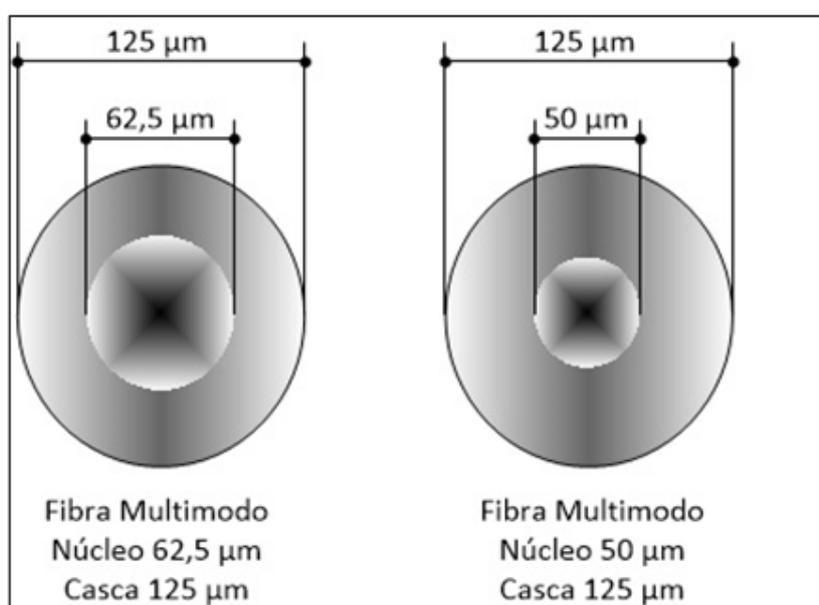


Figura 1 - Núcleo dos tipos de fibra óptica

Fonte: Vignoli (2019)

2.2.2 Monomodo

Conforme Pinheiro (2017, p.30), “As fibras ópticas do tipo monomodo distinguem-se das fibras multimodo, basicamente, pela capacidade de transmissão superior e pelas dimensões menores. As dimensões típicas são 2 μm a 10 μm para o núcleo e 80 μm a 125 μm para a casca”. Essas dimensões podem ser visualizadas na Figura 2. Devido a esse tipo de fibra ter apenas um modo de propagação, com o núcleo mais estreito, acaba proporcionando um maior alcance na transmissão da luz.

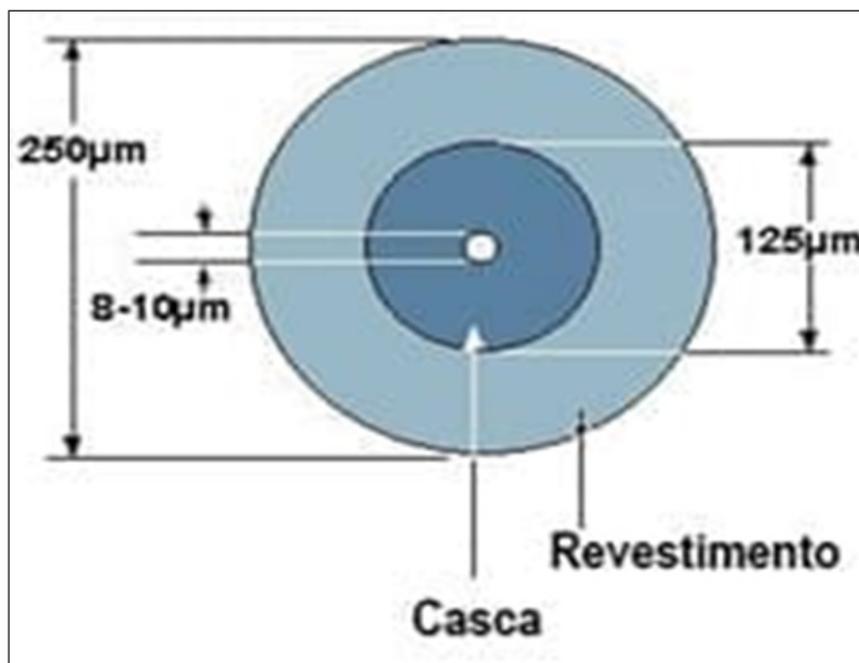


Figura 2 - Dimensão típica da fibra óptica

Fonte: Vignoli (2019)

2.3 Tipos de cabos de fibra óptica

Nas redes de fibra óptica são usados diversos tipos de cabos, do mais robusto ao mais simples, com a quantidade de fibras de acordo com a necessidade e sempre em pares. Assim os cabos vão da central até o cliente, ou vice-versa, e podem passar por diversos tipos de cabos (FERREIRA, 2021).

Em uma ligação entre as centrais são utilizados os cabos mais robustos, com maior quantidade de fibra, por exemplo um cabo com 72 fibras ópticas, como apresentado na Figura 3, os quais são ideais para essas situações devido à alta quantidade de tráfego de dados (FERREIRA, 2021).



Figura 3 - Cabo de fibra óptica com 72 fibras

Fonte: Couto (2020)

Já no local onde será distribuído a partir do cabo principal, são utilizados cabos menores e mais simples, até ao usuário há necessidade de se fazer curvas, nessas situações são usados cabos de 24, 12 e 6 fibras. Na Figura 4, é demonstrado um cabo com 12 fibras, que são os responsáveis por chegar até o cliente (FERREIRA, 2021).

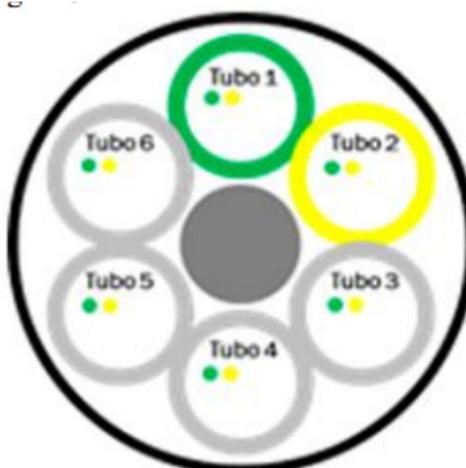


Figura 4 - Cabo com 12 fibras

Fonte: Couto (2020)

Também existem os cabos de terminação, que são usados por alguns provedores para levar a fibra até ao cliente, é um cabo mais fino e flexível que sai da caixa de emenda ou caixa de terminação óptica e vai direto para o assinante (FERREIRA, 2021).

2.4 Código de cores de fibra óptica

Para uma correta manutenção, o mantenedor deve saber como as fibras ópticas são enumeradas, principalmente na sangria de um cabo de *backbone* onde várias fibras já estão “acesas” e quebrar uma delas por engano pode resultar na queda do serviço de muitos clientes (COUTO, 2020).

Para melhor assimilar, primeiramente deve-se conhecer a sequência de cores das fibras ópticas apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Padrão de cores de fibra óptica

Fibra	Cor – Padrão ABNT	Cor - Padrão EIA598-A
1	Verde	Azul
2	Amarelo	Laranja
3	Branco	Verde
4	Azul	Marrom
5	Vermelho	Cinza
6	Violeta	Branco
7	Marrom	Vermelho
8	Rosa	Preto
9	Preto	Amarelo
10	Cinza	Violeta
11	Laranja	Rosa
12	Aqua	Aqua

Fonte: Couto (2020)

O Quadro 1 mostra duas sequências de cores. A primeira foi definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e é utilizada no Brasil por todos os fabricantes nacionais na construção de seus cabos (LIMA, 2018).

Já a segunda sequência, é conhecida como “padrão internacional”, foi definida por um instituto de normatização norte-americano chamado *Energy Information Administration (EIA)* e é adotado por vários países e fabricantes do mundo. Os cabos fabricados fora do país, mas que possuem certificação da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) seguem os padrões brasileiro. Já os cabos que são importados, sem a certificação da ANATEL, seguem o modelo EIA (LIMA, 2018).

Tão importante quanto conhecer a numeração das fibras é saber como numerar corretamente os tubos *loose* dos cabos conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Cores e numeração dos tube looses do cabo de fibra óptica

Grupo	Cor – Padrão ABNT	Cor - Padrão EIA598-A
1	Verde	Azul
2	Amarelo	Laranja
3	Branco	Verde
4	Branco	Marrom
5	Branco	Cinza
6	Branco	Branco
7	Branco	Vermelho
8	Branco	Preto
9	Branco	Amarelo
10	Branco	Violeta
11	Branco	Rosa
12	Branco	Aqua

Fonte: Couto (2020)

É possível perceber no Quadro 2 que o padrão EIA segue colorindo todos os tubos do cabo na mesma sequência adotada para as fibras. Por outro lado, o padrão ABNT coloriu apenas os tubos 1 (verde) e 2 (amarelo), fazendo com que os demais tubos do cabo permaneçam todos com a cor branca ou natural (LIMA, 2018).

3. REDES DE COMUNICAÇÃO EM MALHAS FERROVIÁRIAS

Em várias aplicações que precisam de uma comunicação rápida e assertiva, o meio utilizado é a fibra óptica. Por ser de fácil manutenção, baixo custo e pouco investimento, é algo que se paga em curto prazo após implantado (MACIEL; GODOY, 2017).

A empresa Vale/SA desenvolveu um projeto de lançamento de 890 quilômetros de cabo óptico para interligar equipamentos (*switchs*, roteadores, multiplexadores e rádios) as margens da Estrada de Ferro Carajás, que fica entre os estados do Maranhão e Pará (MOHAMED, 2013).

Esse projeto abrangeu 890 quilômetros de ferrovia, com vários equipamentos de sinalização ferroviária, os quais possuem como finalidade principal o deslocamento seguro do trem de um ponto ao outro, como também, o envio de todas as informações ao longo do percurso, em tempo real, para o centro de controle, situado em São Luís (MOHAMED, 2013).

Por causa de uma aplicação com capacidade de transmissão média de 40 Gbit/s, as possibilidades de envios de dados para tomadas de decisões são enormes, entre elas, pode-se citar:

Transmissão de dados: São utilizadas para transmitir dados de internet, telefone, televisão, redes, rádio, entre outros, ao longo da ferrovia, por dentro de vilas, aldeias indígenas (GONÇALVES, 2016).

Obtenção de imagens: Também são utilizadas para Circuito Fechado de Televisão (CFTV), para um rápido acionamento da equipe de segurança em lugares de difícil acesso, uma vez que a luz pode ser refletida em seu interior por grandes distâncias (ALVES, 2020).

Sensores: Por meio das fibras ópticas, é possível construir uma grande variedade de sensores capazes de variações sensíveis de temperatura, pequenas deformações em sólidos, frequências de luz, polarização da luz, etc. (ALVES, 2020).

3.1 Tipos de Redes

A primeira coisa que se precisa saber é que a internet não é uma única rede, e sim uma rede de redes onde as informações são compartilhadas abertamente. Uma topologia simples de uma conexão como a mostrada na Figura 5 (XAVIER FILHO, 2004).

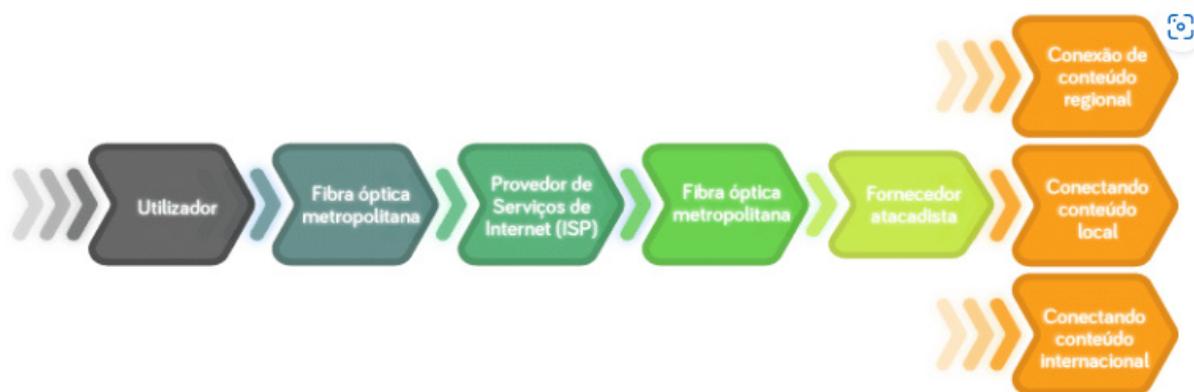


Figura 5 - Topologia de internet

Fonte: Carlos (2022)

Para isso, são utilizados os roteadores e *switches*, que realizam a interface dessas redes através de endereçamentos de rede via IP (XAVIER FILHO, 2004).

3.1.1 Switches

Os *switches* são os principais componentes de qualquer rede. Eles conectam vários dispositivos, como computadores, *access point* sem fio, impressoras e servidores na mesma rede. Os *switches* permitem que os dispositivos conectados compartilhem informações e conversem entre si. Existem dois tipos de *switches*: gerenciáveis e não gerenciáveis (XAVIER FILHO, 2004).

Os *switches* não gerenciáveis foram projetados para que ao conectá-lo, eles funcionem imediatamente, sem necessidade de configuração. Eles normalmente servem para conectividade básica. Por outro lado, os *switches* gerenciáveis (Figura 6), que foram adotados na ferrovia, oferecem maior segurança, mais recursos e flexibilidade, pois podem ser configurados para se adequarem à rede. Com esse controle maior, é possível proteger a rede e aprimorar a qualidade do serviço para os usuários dessa rede (HASS, 2018).



Figura 6 - Switch gerenciável AFS 650

Fonte: ABB Fox (2022)

A Figura 6 mostra um modelo de *switch* usado para comunicação entre estações ao longo da ferrovia, existe um a cada quatro quilômetros interligado via cabo de fibra óptica. Esse é um modelo gerenciável capaz de ser acessado e configurado em qualquer ponto da rede, desde que estejam interligados (ABB FOX, 2022).

A estrutura de rede mais comum e segura utilizada é em anel. Ela permite chavea-

mento rápido para outra porta em caso de rompimento do cabo óptico, fazendo com que a comunicação não pare, e os usuários interligados neles não sejam afetados (FERREIRA, 2021).

O *Switch* AFS 650 da ABB, mostrado na Figura 6, possui uma velocidade de chaveamento de rede de 0,05 segundos. Quando interligados em anel (Figura 7), uns com os outros, via fibra óptica, faz com que nenhum usuário seja afetado (ABB FOX, 2022).

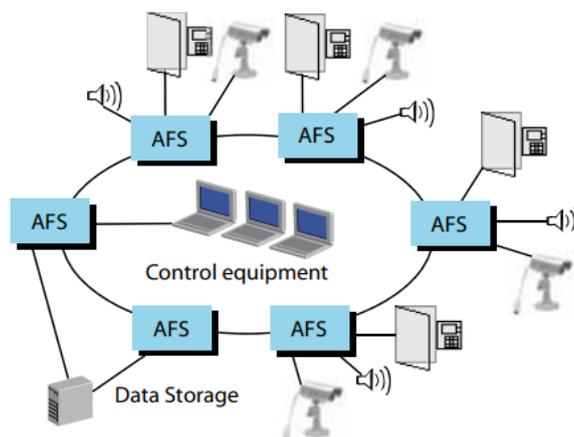


Figura 7 - Arquitetura de rede gerenciável em anel

Fonte: ABB Fox (2022)

3.1.2 Roteadores

Roteadores são equipamentos que recebe e envia dados nas redes de computadores, muitas vezes são confundidos com *switches* de rede, mas são bem diferentes (XAVIER FILHO, 2004).

Os roteadores orientam e direcionam os dados da rede (Figura 8), usando pacotes que contêm vários tipos de dados, como arquivos de comunicações, transmissões simples e interações na *Web*. Esses pacotes tem várias camadas e seções, uma das quais contém informações de identificação, como remetente, tipo de dados, tamanho e, o mais importante, o endereço IP de destino. O roteador lê essa camada, prioriza os dados e escolhe a melhor rota a ser usada para cada transmissão (MORAES, 2011).

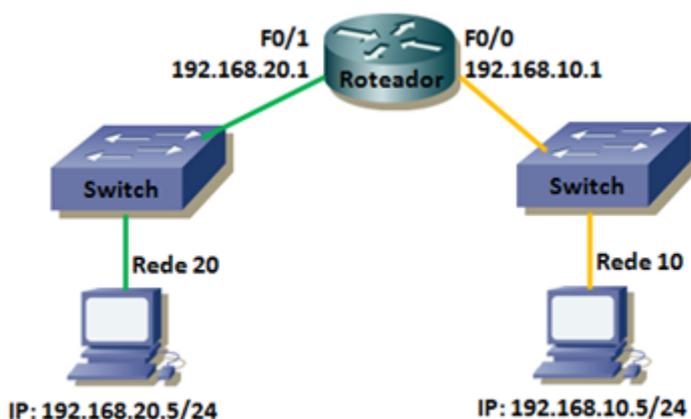


Figura 8 - Roteamento entre redes

Fonte: Ortega (2010)

Os roteadores são colocados na ferrovia em pontos estratégicos, também interligados através de fibra óptica, mas em bem menor quantidade que os *switches*, eles servem para realizar a integração das redes, já que sua função é receber redes distintas e fazerem com que elas se comuniquem normalmente (MORAES, 2011).

3.2 Transmissores ópticos

O transmissor é o equipamento que irá transformar a energia elétrica em energia óptica ou luminosa. Essa luz entrará em uma das entradas da fibra óptica e ao chegar ao outro lado, um receptor irá fazer a conversão contrária (MELO; NUNES, 2011).

O transmissor comumente usado é o *led*, o qual irá enviar os sinais luminosos pelo núcleo da fibra óptica. Quando o sinal chega na ponta receptora da transmissão, ele é reconstruído na sua forma original com um fotodiodo (CAMPOS, 2002).

Caso a distância entre o receptor e o emissor seja muito grande, é utilizado um dispositivo chamado de repetidor de fibra óptica, o qual pode ser colocado em posições estratégicas para amplificar o sinal de forma que ele alcance seu destino com força total (MELO; NUNES, 2011).

3.2.1 Fontes luminosas

As fontes luminosas para o sistema de fibra óptica devem converter a energia elétrica dos circuitos do terminal que as alimentam em energia óptica de modo que permitam o acoplamento efetivo da luz à fibra óptica. Isso acontece através de um conversor eletro-óptico, Figura 9, situado nas portas de comunicação dos equipamentos. Eles são chamados de GBIC ou SFP (XAVIER FILHO, 2004).



Figura 9 - Transceptores elétricos ópticos

Fonte: Next (2020)

Os transceptores mostrados na Figura 9 tem como função agir como uma adaptação para os dispositivos se comunicarem com a tecnologia de fibra óptica. A tecnologia GBIC foi criada primeiro e é um modulo maior, tendo um padrão próprio. Já o SFP veio surgir depois, como o mesmo padrão, mas em tamanho menor (NEXT, 2020).

3.2.2 Detectores de luz

No lado da recepção do sinal óptico, o receptor deve ser extremamente sensível, com um nível baixo de ruído. Existe dois tipos de dispositivos com essas características, os quais também detectam o feixe de luz, amplificam e convertem novamente em um sinal elétrico: o conjunto de transistor de efeito de campo integrado e o foto diodo de avalanche. No

caso do transistor de efeito de campo, um fotodiodo é acoplado com um amplificador de alta impedância. Esse dispositivo tem como diferencial o baixo consumo com baixa sensibilidade à temperatura de operação, confiabilidade elevada e facilidade de fabricação (XAVIER FILHO, 2004).

Já no caso dos fotodiodos de avalanche, temos um ganho superior a 100 vezes, porém ele produz ruídos que podem limitar a sensibilidade do receptor. Os dispositivos APDs exigem tensões elevadas que variam com a temperatura. Eles são muito sensíveis, porém o seu custo é alto (XAVIER FILHO, 2004).

4. USO DO GRAFENO PARA SUBSTITUIR A FIBRA ÓPTICA

Não há dúvida de que as pesquisas na escala de nanômetro estão mudando a tecnologia atual, o que está causando impacto em todo o mundo, principalmente, após a descoberta do grafeno, que tem a espessura de um átomo de carbono, é um dos materiais mais revolucionários que se acredita ter desenvolvido, devido suas excelentes propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, ópticas etc. (HASAN; MARION, 2016).

Com isso, o uso do grafeno em telecomunicações pode acelerar a velocidade da internet em até 100 vezes. Em um estudo da universidade de Bath, na Inglaterra, os cientistas demonstraram pela primeira vez que as taxas de respostas ópticas eram extremamente curtas usando o grafeno, o que poderia abrir o caminho para uma revolução nas telecomunicações (LIMMER; FELDMANN; DA COMO, 2013)

4.1 Condutividade do grafeno

As propriedades elétricas do grafeno são consequência da estrutura das suas bandas de energia. As bandas de energia do grafeno têm forma cônica, como a apresentada na Figura 10, podendo ser representadas, nos estados de energias mais baixos, pela Eq. (1), denominada de equação de dispersão (VIEIRA SEGUNDO; VILAR, 2016).

$$E(K) = \pm \hbar V_F \sqrt{K_X^2 + K_Y^2} \quad (1)$$

Onde $V_F = 10^6$ m/s é a velocidade de Fermi e $K=(K_x, K_y)$ é o vetor de onda bidimensional da estrutura, cuja norma corresponde ao número de onda. No grafeno, a relação energia-momento dos elétrons é linear, para um intervalo de energias. Como consequência, os elétrons e lacunas no grafeno apresentam um comportamento característico de partículas sem massa com uma velocidade independente de energia (VIEIRA SEGUNDO; VILAR, 2016).

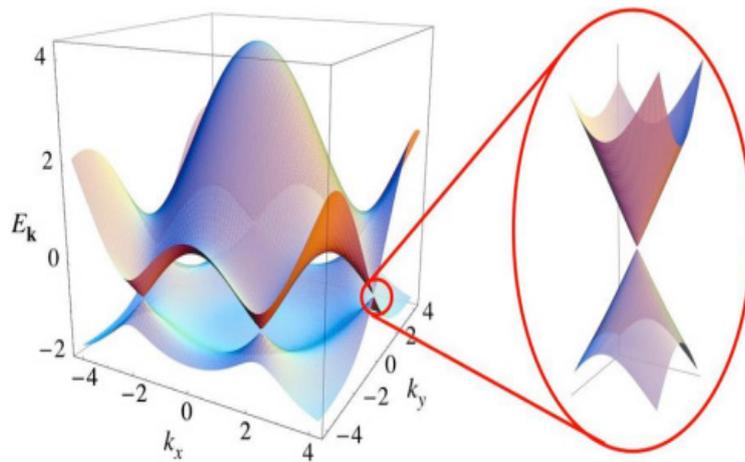


Figura 10 - Bandas de energia no grafeno

Fonte: Minari (2021)

Como mostra a Figura 10, o grafeno pode ser modelado como uma camada de espessura infinitesimal, com duas faces, caracterizadas por uma condutividade superficial.

4.2 Grafeno: uma alternativa para a fibra óptica

As fibras ópticas feitas com fios de silício são consideradas as melhores estruturas para transferência de dados em alta velocidade e por longas distâncias. Contudo, cientistas da Universidade de Winsconsin, nos Estados Unidos da América (EUA), querem usar o grafeno para melhorar o desempenho dessas transmissões. Eles conseguiram fabricar as menores fitas de grafeno já produzidas até hoje, Figura 11, usando um método de escalonamento que faz com que o material seja uma excelente alternativa para a utilização em telecomunicações no futuro (PERDUE, 2021).

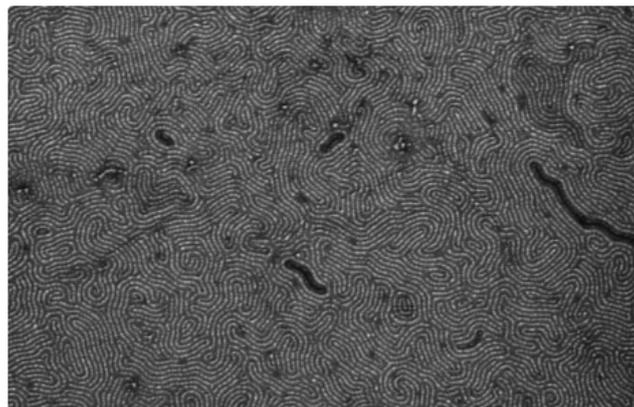


Figura 11 - Nanofibras de carbono com 12 nanômetros de largura

Fonte: Minari (2021)

Em sistemas de telecomunicações ou na fabricação de células de energia solar, o grafeno se torna um material altamente requisitado por ser relativamente barato e ter propriedades físicas únicas, como ser isolante e condutor de eletricidade ao mesmo tempo (RABELLO; NASCIMENTO; AMARANTE, 2018).

Sobre o grafeno é possível afirmar que:

Se modificado para interagir com luz de alta energia, o grafeno poderia ser usado para modular os sinais de telecomunicações em velocidades ultrarrápidas, podendo ser utilizado para bloquear frequências de comunicação indesejadas, por exemplo (PERDUE, 2021, p.1).

A forma encontrada pelos cientistas para melhorar o desempenho do grafeno é mostrada na Figura 12. Eles cortaram, em estruturas microscópicas, em escalas nanométrica, e elas funcionam como minúsculas antenas capazes de interagir com a luz. Quanto menor for a antena, maior será a quantidade de energia de luz que ela consegue transmitir (MINARI, 2021).

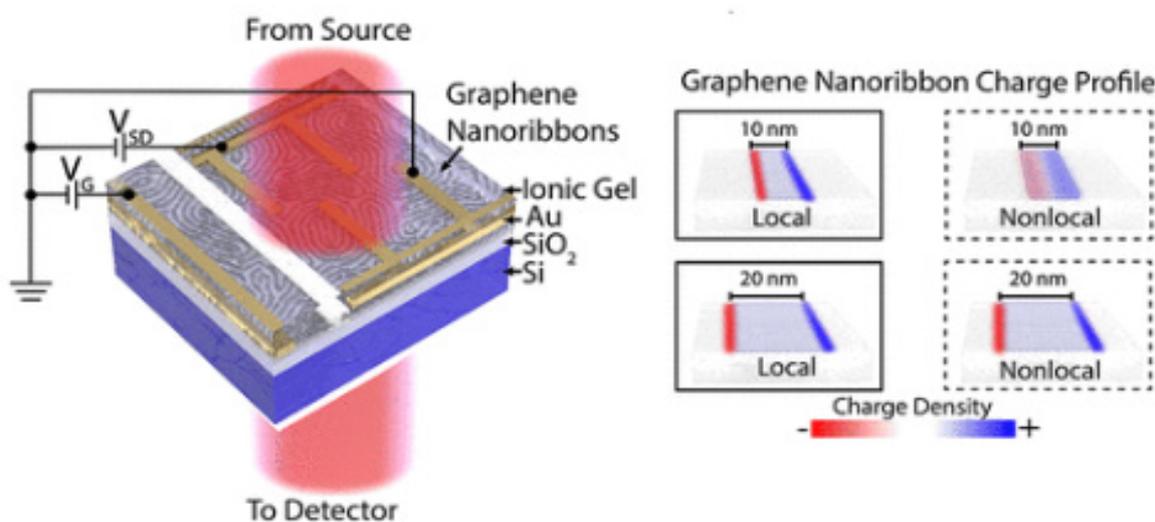


Figura 12 - Miniaturização das nanofitas de grafeno

Fonte: Minari (2021)

Para chegar a essa miniaturização, eles colocaram polímeros em forma de fita sobre o grafeno e então removeram parte do material circundante. Isso resultou em fitas de grafeno extremamente finas e, com isso, conseguiram chegar ao tamanho de 12 nanômetros de largura (MINARI, 2021).

4.2.1 Testes em laboratório

Durante os testes foram projetados diferentes comprimento de onda de luz infravermelha nas estruturas, para identificar os pontos de interação com maior força, conhecidos como onda ressonante. Com isso, foi descoberto que, conforme a largura da banda diminui, o mesmo ocorre com o comprimento dessa onda ressonante, indicando que comprimentos de ondas mais baixos significam energias mais altas (PERDUE, 2021).

Durante os experimentos, eles também conseguiram ajustar as fitas, aumentando a intensidade do campo elétrico das estruturas de grafeno. Ao comparar os dados, os cientistas perceberam que nas fitas mais finas ocorre um efeito chamado de “*blueshift*”, com uma mudança de energia maior do que a esperada (MINARI, 2021).

Sobre o “*blueshift*” é possível afirmar que:

O *blueshift* que observamos indica que os comprimentos de onda das telecomunicações podem ser alcançados com estruturas muito maiores do que o esperado anteriormente, cerca de 8 a 10 nanômetros, apenas um pouco menor do que as estruturas de 12 nanômetros que criamos (PERDUE, 2021, p.1).

Como falta pouco para atingir a meta que varia de 8 a 10 nanômetros, a próxima fase do estudo vai se concentrar na fabricação de fitas de grafeno ainda mais estreitas, capazes de transmitir ondas de luz com uma eficiência muito maior e de maneira mais confiável do que as fibras ópticas usadas atualmente na área da telecomunicação (PERDUE, 2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizada uma revisão de literatura sobre a fibra óptica e suas aplicações. Além disso, foi apresentado o grafeno como uma possível alternativa de substituição da fibra óptica no futuro. Para isso, foram utilizadas diferentes fontes de pesquisa, como livros, apostilas, manuais, internet e artigos científicos.

Foi possível perceber que a fibra óptica revolucionou as telecomunicações, como também, está relacionada com o avanço da humanidade em diferentes aspectos. Ela é imprescindível em diversas áreas, como a militar, espacial, médica e de transmissão de dados. Entre as vantagens evidenciadas no trabalho, com o uso da fibra óptica, estão a velocidade de transmissão, que atualmente pode chegar até 1 Pbit/s, baixa atenuação de sinal, vida útil longa, a qual pode chegar até 100 anos, baixo custo, resistência a interferências eletromagnéticas e ocupação de pouco espaço.

Outro ponto abordado no trabalho, foi a aplicação da fibra óptica em redes de comunicação em malhas ferroviárias. Nesse sentido foi apresentado um projeto executado as margens da Estrada de ferro Carajás, entre os estados do Maranhão e Pará, no qual foram distribuídos 890 quilômetros de cabo óptico para interligar equipamentos como *switchs*, roteadores, multiplexadores e rádios. Portanto, foi explicado os equipamentos, tipos de rede e transmissores ópticos.

O grafeno e a possibilidade de utilização dele como substituto da fibra óptica também foi discutido. O grafeno surgiu como um material revolucionário e apresenta excelentes propriedades mecânicas, elétricas, térmicas e ópticas. Isso foi mostrado, no campo das telecomunicações, em um estudo realizado em Bath, Inglaterra.

Sobre isso, foi apresentado também um estudo da Universidade de Winsconsin, nos EUA, em que o grafeno é utilizado para melhorar o desempenho de transmissões, através de nanofitas obtidas a partir de um método de escalonamento. Esse estudo é inovador e pretende fabricar fitas de grafeno ainda menores com o objetivo de transmitir ondas de luz com uma eficiência muito maior e de maneira mais confiável do que as fibras ópticas usadas atualmente na área da telecomunicação.

Portanto, é possível concluir que a fibra óptica é amplamente utilizada, como também, é fundamental para que se consiga realizar diversas atividades comuns, ou até mesmo complexas, do dia a dia, que vão desde o acesso à internet até a realização de exames e cirurgias. Sua utilização passa por diversas áreas e, atualmente, ainda é a solução mais econômica e eficiente. Contudo, não se pode deixar de evidenciar que o grafeno está surgindo como possível sucessor e que no futuro ele pode ser a melhor alternativa e passe a

substituir em muitas áreas a fibra óptica. Sendo assim, sugere-se que em trabalhos futuros seja pesquisado, de forma mais aprofundada, sobre o grafeno e sua aplicação na área da telecomunicação, militar e médica.

Referências

- ABB FOX. **ABB FOX switch (AFS) family for utility applications**. Utility communications. 2011. Disponível em: https://library.e.abb.com/public/c9b5f3b4_ee491ef8c125784000532ea2/AFS%20Flyer%202011.pdf. Acesso em: 15 out. 2022.
- ALVES, H. P. **Fibra óptica com perfil D: fabricação e aplicações em sensoriamento**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Elétrica. Recife, 2020.
- ANDRION, R. **Entenda a importância dos cabos submarinos**. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/07/11/internet-e-redes-sociais/o-que-sao-cabos-submarinos-veja-aqui/>. Acesso em: 17 out. 2022.
- CAMPOS, A. L. G. **Fibras Ópticas – Uma realidade reconhecida e aprovada**. RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, Boletim bimestral sobre tecnologia de redes, V. 6, n. 2. 2002. Disponível em: http://www.rnp.br/newsgen/0203/fibras_opticas.html. Acesso em: 10 out. 2022.
- CARLOS, E. **Rede de computadores**. 2020. Disponível em: <https://materiasparaconcursos.com.br/2020/08/20/redes-de-computadores/>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- COUTO, R. **Códigos de cores em fibras ópticas**. 2020. Disponível em: <https://www.infranewstelecom.com.br/codigo-de-cores-em-fibras-opticas/>. Acesso em: 13 set. 2022.
- FERREIRA, E. L. G. **Estudo da implementação da tecnologia GPON em uma rede de fibra óptica do CIASC**. Monografia (graduação) - Universidade do Sul de Santa Catarina- UNISUL. Palhoça, 2021.
- GONÇALVES, A. R. **A fibra óptica condutora da luz**. 2016. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Física, Curso de Licenciatura Plena em Física. Marabá, 2016.
- HASAN, N. M.; MARION, B. D. G. **Grafeno: Inovações, Aplicações e sua Comercialização**. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas, v. 2, n. 1. 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/exatas/article/view/2778>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- HASS, A. F. **Estudo para segmentação da rede da prefeitura municipal de Pato Branco em VLANS**. Monografia (Especialização em Redes de Computadores) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Departamento Acadêmico de Informática. Pato Branco, 2018.
- KEISER, G. **Comunicações por Fibras Ópticas**. 4. ed. Porto Alegre: Amgh, 2014.
- LIMA, L. A. T. de. **Projeto de implantação de uma rede FTTH para provimento de internet em um provedor no interior do Estado do Rio Grande do Norte**. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Telecomunicações. Natal, 2018.
- LIMMER, T.; FELDMANN, J.; DA COMO, E. **Carrier Lifetime in Exfoliated Few-Layer Graphene Determined from Intersubband Optical Transitions**. Physical Review Letters, v. 110. 2013. Disponível em: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.110.217406#fulltext>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- MACHADO, C. K. da S. **Uma proposta do ensino de física baseada no estudo da evolução do olho humano**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Cariacica, 2021.
- MACIEL, M. B.; GODOY, R. M. C. **Monitoramento de fibra óptica**. 2016. Monografia (graduação) - Universidade Taubaté, Departamento de Engenharia Elétrica, Graduação em Engenharia Elétrica. Taubaté, 2017.
- MELO, L. B. de; NUNES, A. L. **Projeto de rede via fibra óptica – FTTH**. Monografia (Graduação) - Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Graduação em Engenharia Elétrica, Habilitação em Telemática da Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2011.
- MINARI, G. **Grafeno pode superar fibras ópticas atuais no ramo das telecomunicações**. Canaltech. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/inovacao/grafeno-pode-superar-fibras-opticas-atuais-no-ramo-das-telecomunicacoes-184425/>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- MOHAMED, A. E. **Detector de descarrilamento com fibra óptica**. IV Encontro de Ferrovias ANTF. São Luís,

2013. Disponível em: <https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Detector-de-descarrilamento-com-fibra-%C3%B3ptica-rev-0-Modo-de-Compatibilidade.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.
- MORAES, K. E. **Provisionamento de QoS: Estudo comparativo entre algoritmos de escalonamento de pacotes**. Monografia (Especialização em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Curitiba, 2011.
- NEXT. **Qual a diferença entre gbic e sfp**. 2020. Disponível em: <https://nextcable.com.br/qual-a-diferenca-entre-gbic-e-sfp/>. Acesso em: 16 out. 2022.
- ORTEGA, A. **VLAN no Roteador – Router on a Stick**. 2010. Disponível em: <https://brainwork.com.br/2010/06/07/vlan-no-roteador-router-on-a-stick/>. Acesso em: 16 out. 2022.
- PERDUE, S. **Flexible, easy-to-scale nanoribbons move graphene toward use in tech applications**. UNIVERSITY of WISCONSIN–MADISON, 2021. Disponível em: <https://news.wisc.edu/flexible-easy-to-scale-nanoribbons-move-graphene-toward-use-in-tech-applications/>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- PINHEIRO, J. M. dos S. **Redes ópticas de acesso em telecomunicações**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.
- REBELLO, E.; NASCIMENTO, G. do; AMARANTE, M. **Grafeno**. Revista Pesquisa e Ação, v. 4(1). 2018. Disponível em: <http://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/402>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- RIBEIRO, J. A. J. **Comunicações ópticas**. 4. ed. Pinheiro: Editora Érica, 2015.
- VIEIRA SEGUNDO, J. E. D.; VILAR, E. O. **Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. v. 11, n. 2. 2016. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revistaremap/index.php/REMAP/article/view/493>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- VIGNOLI, R. **Evolução das fibras ópticas aplicadas em data centers**. Revista ISPMAIS. 2019. Disponível em: <https://www.ispblog.com.br/2019/04/10/evolucao-das-fibras-opticas-aplicadas-em-data-centers/>. Acesso em: 17 set. 2022.
- XAVIER FILHO, A. B. **Usando DWDM em redes Wan's e Lan's**. Monografia (Especialização) - Faculdade de Informática e Administração Paulista, Centro de Pós-Graduação, Curso de Comunicação de Dados e Convergência Tecnológica. São Paulo, 2004.

24

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDÊNCIAIS E SISTEMAS DE PROTEÇÃO

ELETRICAL INSTALLATIONS HOMES AND PROTECTION SYSTEMS

Fernanda Leite Saraiva
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Catterina Dal Bianco
Suellen Rocha Lima Ramos
João Vítor Raposo Costa
Júlio Adriano da Silva Ferreira
Jorge Luís Carvalho Maciel
Ronilson Silva Santos
Paulo José Pinto Souza
Juan Carlos Pereira Silva
João Tenório Britto Neto

Resumo

Este trabalho consiste em uma pesquisa de revisão literária sobre instalações elétricas residenciais e sistemas de proteção. A partir da observação de tantas residências e circuitos elétricos fora de padrão, dificultando assim a sua operação, manutenção e colocando em risco a própria segurança dos usuários. Verificou-se, assim, a necessidade em desenvolver uma pesquisa que traga os principais pontos e motivos que deixem claro a importância de seguirem-se normativas e sistemas de proteção como disjuntores e aterramentos. O uso consciente da energia elétrica é essencial na sociedade moderna, principalmente no que diz respeito à segurança choque elétrico pode causar ferimentos graves e até a morte de pessoas e animais. O principal objetivo deste trabalho é estudar os principais dispositivos de proteção por seccionamento e evidenciando as principais normas de instalações elétricas residenciais. Para isso, foi pesquisado sobre a principal norma de instalações elétricas residenciais através da Associação Brasileira de Normas técnicas, juntamente com um esclarecimento sobre os principais dispositivos de proteção por seccionamento (disjuntores) suas principais características e finalidades e sobre o aterramento elétrico residencial. Estes três principais tópicos que estarão detalhados ao longo do trabalho deixam claras as características dos sistemas e para que sirvam cada um dos componentes descritos. Ficando descrito cada um dos itens de suma importância, que tragam uma instalação segura e dentro das normas.

Palavras-chave: Aterramento, Disjuntores, Instalações Elétricas, Segurança.

Abstract

This work consists of literature review research on residential electrical installations and protection systems. From the observation of so many homes and electrical circuits out of standard, thus making their operation and maintenance difficult and putting the very safety of users at risk. Thus, it was verified the need to develop research that brings the main points and reasons that make clear the importance of following regulations, and protection systems such as circuit breakers and grounds. The conscious use of electrical energy is essential in modern society, especially with regard to safety; electric shock can cause serious injury and even death to people and animals. The main objective of this work is to study the main protection devices by sectioning and highlighting the main standards of residential electrical installations. For this, it was researched on the main standard of residential electrical installations, through the Brazilian Association of Technical Standards, along with a clarification on the main protection devices by sectioning (circuit breakers), their main characteristics and purposes, and on residential electrical grounding. These three main topics that will be detailed throughout the work make clear the characteristics of the systems and what each of the components described can be used for. Each of the extremely important items being described, which bring a safe installation and within the standards.

Keywords: Grounding, Circuit Breakers, Electrical Installations, Safety.



1. INTRODUÇÃO

A segurança das instalações elétricas residenciais tornou-se uma grande preocupação da sociedade e dos engenheiros. Em 2004, a NBR 5410, Norma Brasileira que regulamenta instalações elétricas de baixa tensão, estabelece que tanto a execução de projetos elétricos quanto a fabricação de produtos para o setor de segurança energética elétrica devem atender aos requisitos de certificação.

Eletricistas qualificados e certificações de equipamentos de segurança de rede são necessárias para garantir a confiabilidade do sistema, adequação dos regulamentos em vigor e, mais importante, a segurança do sistema elétrico. Essas iniciativas ajudarão a prevenir acidentes e garantir que o patrimônio e a vida humana e animal sejam protegidos. O uso consciente da energia elétrica é essencial na sociedade moderna, principalmente no que diz respeito à segurança. O choque elétrico pode causar ferimentos graves e até a morte de pessoas e animais. A eletricidade está presente em vários locais da casa onde existe este risco

Diante do exposto, definiu-se a seguinte problemática: Considerando o grande número de residências com instalações elétricas fora de norma, como seguir certo padrão através de normatizações, isso pode facilitar e tornar a vida de quem utiliza estes sistemas mais segura e confiável?

O principal objetivo deste trabalho é estudar os principais dispositivos de proteção por seccionamento e evidenciando as principais normas de instalações elétricas residenciais. E como objetivos específicos compreender a importância da aplicação dos sistemas de segurança em sistemas elétricos residências; descrever as condições inseguras diante da legislação e parâmetros de engenharia e identificar descrever os principais pontos para se obter uma instalação elétrica confiável.

A partir da observação de tantas residências e circuitos elétricos fora de padrão, dificultando assim a sua operação, manutenção e colocando em risco a própria segurança dos usuários. Assim, identificou-se a necessidade de desenvolver um estudo que forneça os pontos e motivos para esclarecer a importância da conformidade normativa e de sistemas de proteção como disjuntores e aterramento.

A elaboração deste trabalho de pesquisa visa reunir em um único documento conceito de choque elétrico, os efeitos fisiológicos gerados pelo mesmo e as proteções elétricas residenciais que eliminam ou atenuam esse risco. Desta forma, compreende-se a necessidade de seguir um modelo de execução desses projetos a fim de que se torne seguro e padrão não só para o usuário, mas também futuras modificações ou manutenções que se deseja executar no local.

A metodologia utilizada será uma abordagem qualitativa descritiva, de tipo revisão de literatura. Esse tipo de metodologia possibilita a síntese de informações já existentes e as conclusões a partir do tema proposto. O acervo pesquisado foi concebido nos últimos 10 anos. Os principais locais de busca são livros, e-books, sites especializados e artigos científicos. Foi realizada uma pesquisa que resume as informações mais importantes sobre o assunto e destaca a importância do uso correto dos disjuntores e aterramento. O estudo também resume as características de cada dispositivo, destacando os benefícios do uso correto e geral desses dispositivos para a segurança da rede elétrica as principais palavras chaves foram: Disjuntores; Aterramento; Instalações Elétricas e Segurança.

2. SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR SECCIONAMENTO

Para entender a importância da proteção elétrica doméstica, deve-se primeiro entender o choque elétrico e depois indicar as medidas de proteção necessárias para eliminar esse risco.

A maior preocupação com a eletricidade é sem dúvida a eletrocussão. É definida por Creder (2016) como a passagem de corrente utilizando o corpo como condutor. Segundo Creder (2016), o choque pode causar queimaduras e parada cardíaca em determinadas condições.

Segundo Cavalin e Cervelin (2004), o risco de eletrocussão e seus efeitos estão diretamente relacionados aos níveis de tensão da instalação. Segundo Cavalin e Cervelin (2004), mais pessoas estão expostas à baixa tensão do que à alta e média tensão. Isso ocorre porque a baixa tensão é mais comumente utilizada e, por esse motivo, pode-se supor que a baixa tensão representa um risco maior para a população. A maioria das casas tem esse nível de tensão. A figura abaixo mostra dois choques elétricos como exemplos.

De acordo com (ANICETO; CRUZ; 2012) os avanços tecnológicos, tanto em produtos quanto em regulação, levaram ao dinamismo tecnológico destruindo muitos diante do progresso inevitável, enquanto outro permanece obsoleto mesmo diante dele são simplesmente impossíveis segui-lo. É o caso das instalações elétricas. Há uma evolução constante de ambos os lados. No entanto, muitos dos métodos utilizados não seguem a forma como deveriam ser executados (SABER ELETRICA, 2018).

Segundo Creder (2016), para as instalações, as ações de controle mais importantes pela NR10 dizem respeito à necessidade de as instalações seguirem de perto os projetos das linhas individuais e os dispositivos/sistemas de proteção. Todos os disjuntores são projetados para suportar uma corrente específica mesmo em caso de surtos ou curtos-circuitos.

Os dispositivos de proteção são componentes integrantes e fundamentais nas instalações elétricas, pois, evitam a ocorrência de choques elétricos e oscilações na rede, prevenindo os imóveis e pessoas a incidentes provocados pela rede elétrica, assim como promove a proteção de qualquer dano aos condutores e equipamentos automaticamente, evitando curto-circuito e incêndios (NERY, 2012).

Dessa forma, o disjuntor interrompe o circuito e protege todos os elementos que fazem parte desse sistema (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018). É importante entender as características de cada tipo de disjuntor e sua finalidade. Assim, são destacados os tipos de disjuntores e suas principais características (MUNDO ELÉTRICO, 2018).

2.1 Tipos de disjuntores e dispositivos de proteção

De acordo com Gussow (1997), para solucionar os problemas de choque elétrico e danos materiais, foram desenvolvidos dispositivos de proteção que tinham como objetivo parar ou impedir o comportamento anormal das redes domésticas. São disjuntores termomagnéticos, dispositivos de corrente residual (DR), dispositivos de proteção contra surtos (SPD) e aterramento conforme norma (NBR510, 2004).

Segundo Cotrim (2009), estes são dispositivos essenciais para garantir a segurança das redes elétricas residenciais. Além disso, de acordo com os autores, cada proteção possui características diferentes que juntas tornam a rede elétrica da sua casa mais segura. Segundo Cavalin e Cervelin (2004), esse tipo de disjuntor garante operação simultânea e

proteção contra sobrecarga e correntes de curto-circuito.

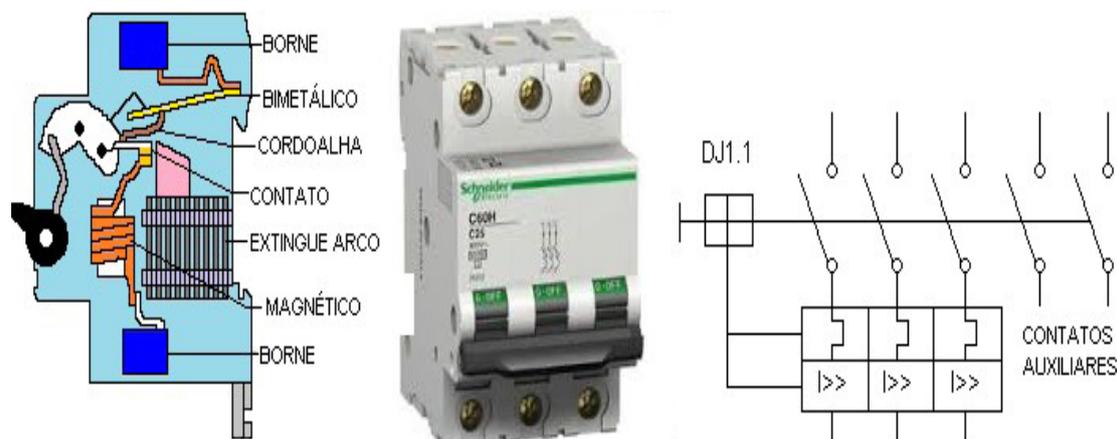


Figura 1 – Disjuntor termomagnético

Fonte: Schneider Eletric (2018).

Na instalação elétrica de edifícios residenciais, o mais importante é garantir as condições ideais de funcionamento do sistema para que em todas as condições de funcionamento as alterações de corrente não provoquem acidentes em equipamentos e redes elétricas (NBR5410, 2004).

Este disjuntor é dimensionado para proteger as redes conforme normas (NBR510, 2004). O circuito pode ser desligado em caso de superaquecimento ou sobrecorrente. Quando a corrente no circuito exceder o valor de projeto do disjuntor, o interruptor será desligado. Os disjuntores diferenciais possuem várias funções. Esses dispositivos também evitam o desperdício de energia devido à corrente de fuga excessiva.



Figura 2 - Disjuntor diferencial residual (DR)

Fonte: Schneider Eletric (2018).

O disjuntor residual complementa a proteção do disjuntor termomagnético. Ele também pode desligar o circuito elétrico para o qual foi dimensionado, assim como o disjuntor termomagnético citado anteriormente, nas condições descritas pela norma (NBR5410, 2004). A grande diferença é que ele desliga o circuito para o qual foi projetado no caso de haver fuga de corrente do mesmo.

O disjuntor térmico funciona deformando uma lâmina bimetálica. Quando ocorre uma sobrecarga e a corrente excede a faixa permitida, o efeito Joule aquece a lâmina e começa a se deformar. Esta deformação atua diretamente no contato e com alguma deformação abre este contato e interrompe o circuito protegido por este disjuntor (MUNDO ELÉTRICA, 2018).

Conforme Cotrim (2009), o dispositivo DR – Diferencial Residual é usado na detecção de fugas de corrente em circuitos elétricos e age de modo eficaz na secção dos circuitos em torno de 0,007s interrompendo a corrente quando o corpo da pessoa recebe a eletricidade, desarmando de imediato, protegendo os usuários contra choques elétricos. Os dispositivos DR são divididos em dois condicionantes: disjuntor diferencial residual e interruptor diferencial residual, que possuem diferenças e ao mesmo tempo funcionam em conjunto. Ambos os dispositivos proporcionam proteção contra choque elétrico aos indivíduos, suas diferenças são: o interruptor diferencial residual desliga e liga manualmente o circuito, enquanto o disjuntor diferencial residual protege os condutores dos circuitos contra os curtos-circuitos e sobrecargas (NERY, 2012).

Uma das maiores vantagens do disjuntor térmico é que ele é um componente mecanicamente simples e robusto, tornando o produto barato. Por outro lado, sua principal desvantagem é que a corrente de corte não é precisa e é usada para aquecimento de longa duração. Portanto, nenhuma proteção contra curto-circuito é fornecida (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

O disjuntor magnético, por outro lado, cria um campo magnético no qual a corrente que flui através do condutor atinge a bobina, deslocando os contatos para interromper o circuito quando um corrente forte é aplicada. Este efeito instantâneo garante a precisão deste disjuntor (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018). Esta velocidade de interrupção instantânea caracteriza este tipo de disjuntor como proteção contra curto-circuito. Esta é a maior vantagem. Por outro lado, o preço é mais alto (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

Os interruptores magneto térmicos têm funções específicas a favor da melhoria e segurança de edifícios, dispositivos e utilidades. Sendo um dispositivo mecânico, fica ativo em estado estável por longos períodos de operação, quando a corrente elétrica aumenta entre dezenas ou centenas de vezes a corrente nominal normal, desativa subitamente nos menores atrasos, interrompendo a corrente. As funções realizadas pelo dispositivo permitem que ele funcione como disjuntor. abrindo e cerrando o circuito interrupções elétricas somente em locais onde seja necessária a substituição de equipamentos e manutenção de circuitos elétricos. Protege condutores e equipamentos contra sobrecorrente e curto-circuito. -Circuito através de ação de gatilho ou dispositivo magnético (COTRIM, 2009).

2.2 Curvas de ruptura

Os equipamentos de classe DPS conseguem detectar sobre tensões que estão transitando na rede de distribuição elétrica. Este dispositivo protege a instalação elétrica e seus itens contra as sobre tensões geradas pela queda de raios próximos as edificações. Sua instalação se dá através do aterramento, onde sua função está diretamente ligada a proteção da rede elétrica interna e aos equipamentos contra as sobrecargas na instalação advinda de surtos atmosféricos ou provocadas pelo ligamento e desligamento nas redes de distribuição elétrica, causando a queima dos eletroeletrônicos (NERY, 2012).

A curva de desligamento do disjuntor é projetada para cada tipo de carga. Essas curvas são agrupadas em categorias, a curva de ruptura de um disjuntor é o tempo para suportar uma corrente acima de sua corrente nominal por um tempo especificado (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

A curva de ruptura do Tipo B indica que a corrente de ruptura deve estar entre três e cinco vezes a corrente nominal. Esses disjuntores são usados em circuitos onde são esperados curtos-circuitos fracos. Isso acontece, por exemplo, em tomadas residenciais com-

partilhadas onde a demanda por corrente de inicialização do dispositivo é baixa da curva de ruptura B para um disjuntor estipula, que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 3 e 5 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 30A a 50A (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

Os disjuntores curva B são usados onde se espera um curto circuito com baixa intensidade, normalmente cargas resistivas, em residências nas tomadas de uso comum, onde a demanda de corrente de partida do equipamento é baixa (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

A curva Tipo C mostra que a corrente de interrupção é de cinco a dez vezes a corrente nominal. Pode ser utilizado em circuitos onde são esperados curtos-circuitos de força moderada, sistemas de comando e controle, circuitos de iluminação geral, conexões de bobinas e motores (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018). A curva de ruptura C para um disjuntor estipula, que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 5 e 10 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10 A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 50 A e 100 A. Os disjuntores de curva C são usados onde se espera uma curto-circuito de intensidade média e onde a demanda de corrente para partida de equipamentos é mediana, normalmente cargas indutivas, como motores, sistemas de comando e controle, circuitos de iluminação em geral e ligação de bobinas (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

A curva Tipo D mostra que a corrente de interrupção é de dez a vinte vezes a corrente nominal. Usado em circuitos onde são esperados curtos-circuitos de alta resistência e correntes de *inrush* são altas. Aplica-se a sistemas com transformadores e motores de grande porte (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

A curva de ruptura D para um disjuntor estipula que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 10 e 20 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10 A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 100 a 200 A. Os disjuntores de curva D são usados onde se espera um curto circuito de intensidade alta e onde a corrente de partida é muito acentuada, sendo muito utilizados em grandes motores e grandes transformadores (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

3. IMPORTÂNCIA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Segundo Cotrim (2009), o choque elétrico pode ter efeitos fisiológicos profundos, como mostram os estudos deste estudo. Dispositivos de proteção elétrica como disjuntores termomagnéticos, proteção contra falhas (DR), proteção contra surtos e aterramento foram desenvolvidos para eliminar ou reduzir esses riscos.

Segundo Cavalini e Cervelini (2014), o uso adequado desses componentes garante a segurança da vida e do patrimônio, principalmente nas redes elétricas domiciliares em termos de energia elétrica. Cotrim (2009) contribue ao dizer que: evitar choques elétricos, reduzir o tempo de contato para quase zero e desligar a rede elétrica em caso de curto-circuito ou sobrecarga são algumas das principais funções da proteção elétrica doméstica.

Com base na pesquisa fica claro que faz mais sentido abordar a prevenção ou mitigação do choque elétrico do que os efeitos fisiológicos do choque elétrico no corpo humano. Além disso, de acordo com Cotrim (2009), os dispositivos acima garantem que a rede elétrica seja desligada em caso de sobrecarga do dispositivo, corrente de fuga ou descarga atmosférica dentro da rede.

Segundo Cotrim (2009), além de prevenir os efeitos fisiológicos acima, a proteção elétrica evita danos às redes elétricas e incêndios de efeito Joule. Essas análises destacam a importância do uso de fusíveis elétricos não apenas em residências, mas também em

outros locais para proteger a vida, a saúde e a propriedade.

O aterramento elétrico começou originalmente como uma medida de segurança para evitar que as pessoas entrassem acidentalmente em contato com a eletricidade. A eletricidade pode causar desde pequenos acidentes até danos físicos irreparáveis e até a morte (MUNDO DA ELÉTRICA, 2017). Originalmente usado como medida de segurança, agora é parte fundamental das instalações elétricas. Isso se deve a muitos dispositivos eletrônicos, como computadores.

Segundo a ABNT 5410 (2004), aterramento elétrico significa ter o sistema e o dispositivo no mesmo potencial, com a menor diferença de potencial possível entre o terra e o dispositivo. Terra é o terminal com uma diferença de potencial igual a zero. A diferença entre ele e neutro é que “sujeira” não altera seu valor. Por outro lado, o solo remove essa sujeira e impede que a energia escape. Mova-se para ficar na superfície do seu dispositivo eletrônico

Esses poluentes são lançados na terra, daí o nome de finalidades principais do aterramento elétrico podem ser identificadas: proteger a integridade física humana, facilitar a operação de equipamentos de proteção e dissipar a eletricidade estática de objetos e corpos de equipamentos (ELECTROSALA, 2018).

A NBR 5410 possui três tipos de aterramento. A diferença entre eles é a conexão dos fios neutra e terra entre o dispositivo considerado e o transformador localizado na via pública. É de extrema importância entender a importância de um sistema de aterramento eficiente em instalações elétricas (COMO FAZER UM PROJETO ELÉTRICO, 2018).

Sistema TN-S este sistema requer que dois condutores paralelos sejam conectados ao chassi do equipamento (ou terra). Contato incidental (PE), chamado de fio terra. (COMO FAZER UM PROJETO ELÉTRICO, 2018). Sistema TN-S este sistema requer que dois condutores paralelos sejam conectados ao chassi do equipamento (ou terra). Contato incidental (PE), chamado de fio terra (COMO FAZER UM PROJETO ELÉTRICO, 2018).

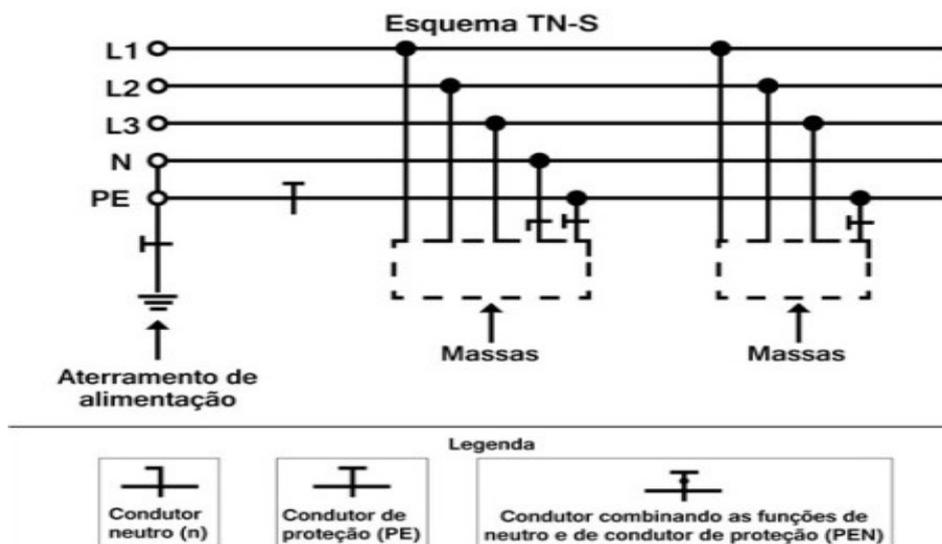


Figura 3 – Esquema TN-S

Fonte: ABNT 5410 (2003).

Diagrama de circuito de terra tipo TN-S acima. Onde T significa o ponto diretamente aterrado, N é o terra conectado diretamente ao ponto fonte aterrado, em corrente alternada o ponto aterrado geralmente é o ponto neutro e S é o ponto zero funcional. Protegido por outro diretor (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

Este circuito, ao contrário do anterior, é construído utilizando apenas um condutor com as funções de neutro e terra (PEN). Embora seu uso seja normalizado, não é recomendado, pois o fio neutro que sai do transformador deve ser aterrado e conectado a dispositivos correspondentes ao mesmo fio neutro e seu aterramento metálico respectivamente (MUNDO DA ELÉTRICA, 2017).

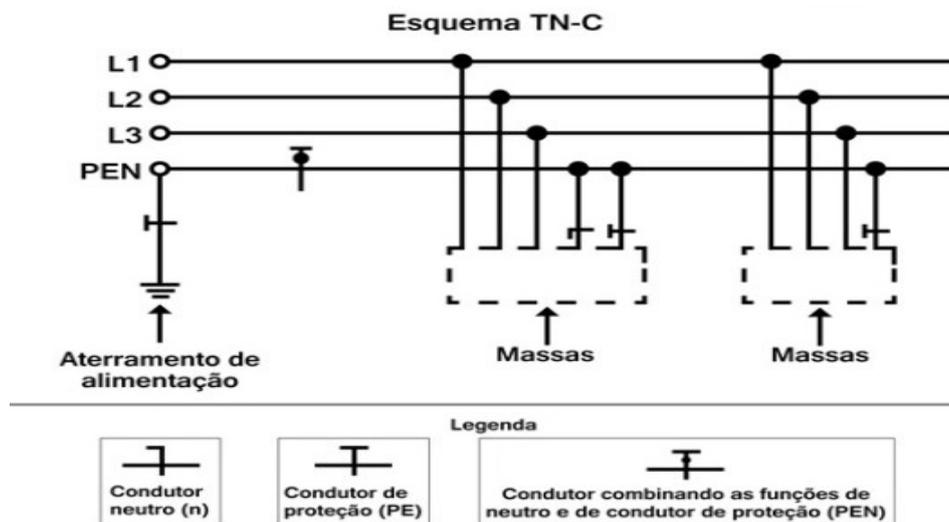


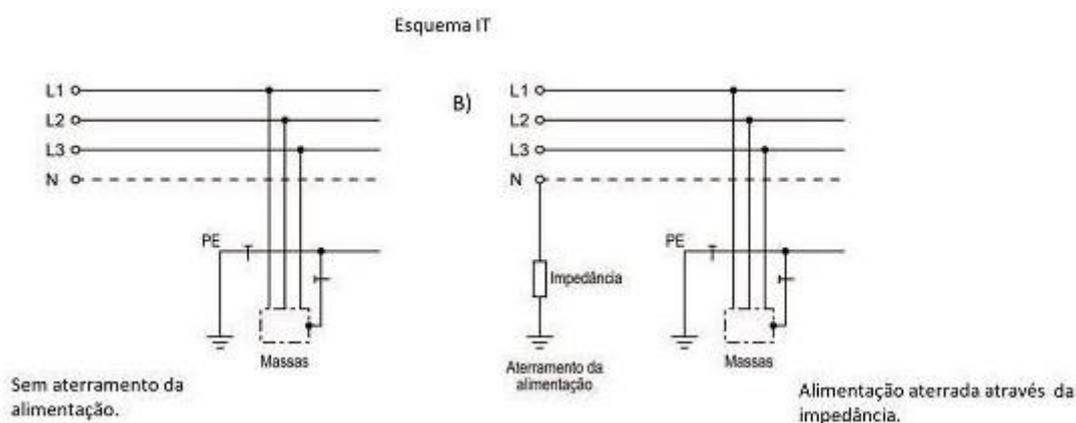
Figura 4 – Esquema TN-C

Fonte: ABNT 5410 (2003).

Neste circuito, T é o ponto diretamente aterrado, N é o terra conectado diretamente ao ponto de alimentação aterrado, em CA o ponto normalmente aterrado é o ponto neutro e C é o condutor único é um ponto neutro e função de proteção combinados. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018). Este circuito tem um ponto de alimentação conectado diretamente à terra e o terra é conectado a um eletrodo de aterramento que é eletricamente isolado do eletrodo de aterramento da fonte H. O aparelho é aterrado com haste própria diferente da utilizada para o fio neutro (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

Neste circuito, T é o ponto diretamente aterrado, N é o terra conectado diretamente ao ponto de alimentação aterrado, em CA o ponto normalmente aterrado é o ponto neutro, C é o condutor neutro e um único dispositivo de proteção A acoplado a um condutor ou S As funções neutras e de proteção são fornecidas por condutores separados (MUNDO DA ELETRICA, 2018).

Semelhante ao TT, porém o aterramento da fonte é através de uma impedância de alto valor. Isso limita a corrente e evita que o sistema desligue na primeira falha. O aterramento do equipamento é aterrado com as seguintes possibilidades: aterramento comum ao mesmo eletrodo de aterramento da fonte de alimentação (se houver) ou aterramento comum a um eletrodo de aterramento adequado porque não há eletrodo de aterramento para a fonte de alimentação como outra possibilidade, a terra é independente do aterramento de energia (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

**Figura 5:** Esquema IT**Fonte:** ABNT 5410 (2003).

Nesse circuito, I é a Isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento através de uma impedância, e, T é a massas diretamente aterrada, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

As instalações elétricas são classificadas através da sua tensão nominal (Volt), empregadas para caracterizar a instalação, das quais os circuitos elétricos são mantidos por correntes alternadas e corrente contínuas. É considerada uma instalação elétrica de baixa tensão aquela que possui características de tensão nominal, com frequência de corrente elétrica alternada menor ou igual a 1000 V e menor ou igual a 1500 V com corrente contínua. São as instalações frequentemente usadas em edificações residenciais, estabelecimentos de uso público e instituições, trailers e instalações associadas a esse gênero, assim como canteiros de obras, feiras e outras instalações de ordem temporárias (NBR 5410, 2004).

Segundo Cruz (2011), as descargas atmosféricas e as sobre tensões nas redes elétricas domésticas podem acarretar graves acidentes envolvendo pessoas, avarias e até mesmo a indisponibilidade total de equipamentos elétricos e eletrônicos. O DPS é um dispositivo elétrico especificado na norma NBR5410 (2004).

O curto-circuito é causado pela junção dos cabos, provocando aquecimento dos fios, danificando as emendas existentes, devido ao aumento da corrente elétrica. Já o caso da sobre tensão ocorre quando a rede excede seu valor nominal, ou seja, quando há um aumento exorbitante e acidental de tensão nas instalações elétricas ou nos equipamentos, acarretando a danificação total destes. A existência dos curtos-circuitos se dá devido às falhas dos sistemas elétricos, sendo que estas acontecem por intermédio das ligações mal-feitas e isolação dos circuitos, falha do material isolante e em muitos casos devido a condutores desencapados (GOMES *et al.*, 2020).

Segundo Cruz (2011), ele rapidamente detecta e atua no caso de um pico de alta tensão na rede, desviando o pulso de alta tensão diretamente para o terra. É um dispositivo barato para evitar a queima de equipamentos elétricos e eletrônicos.

Conforme observado na NBR5410 (2004), a instalação adequada desses equipamentos pode reduzir o risco de riscos à saúde e danos materiais. Este dispositivo tem a função de prevenir danos às instalações elétricas e equipamentos por elas alimentados, dissipando para a terra os pulsos de alta tensão causados por descargas atmosféricas e manobras na rede elétrica implementadas pela concessionária.

Segundo Cruz (2011), o dispositivo contra surtos é um dispositivo destinado a limitar as sobre tensões transitórias chamado de supressor de surto ou atenuador de tensão. Estes dispositivos são equipamentos que permanecem invisíveis ao circuito quando em regime

normal atuam rapidamente quando detectam um surto de acordo com Cruz (2011). São ainda, segundo o autor, destinados à proteção dos equipamentos ligados em redes elétricas.

4. SISTEMAS DE ATERRAMENTO PERMITIDOS PELA NORMA 5410

Em relação à energia elétrica, deve-se considerar que a segurança da instalação antes, durante e após a execução é primordial. Portanto, conhecer e entender as regras são tão importantes quanto simplesmente aplicá-las. Existem muitas recomendações, as chamadas NBR (Normas Brasileiras de Regulamentação) (MUNDO ELÉTRICA, 2018).

A NBR é aprovada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Esses padrões foram elaborados por meio de consenso e pesquisa local para definir requisitos de qualidade, desempenho, segurança e muito mais (MUNDO ELÉTRICA, 2018). NBR-5410 especifica as condições mínimas necessárias para o bom funcionamento das instalações elétricas de baixa tensão, garantindo a segurança humana e animal e a proteção do patrimônio (ELECTROSALA, 2018).

Para instalações elétricas residenciais, há também a NBR5413, que trata das recomendações para iluminação artificial interna mínima. O valor explícito da NBR5413 é utilizado nos cálculos para determinar a quantidade de lâmpadas a serem utilizadas em cada ambiente para proporcionar conforto aos usuários do local (MUNDO ELÉTRICO, 2018).

Em trabalhos elétricos residenciais, os cálculos são baseados na potência aparente e ativa, portanto, entender sua relação é importante para entender o que é o fator de potência (ELETRO/PIRELLI, 2013). Como a potência ativa é uma fração da potência aparente, pode-se dizer que representa a porcentagem da potência aparente convertida em potência mecânica, térmica ou óptica (ELETRO/PIRELLI, 2013).

A esta porcentagem dá-se o nome de fator de potência.

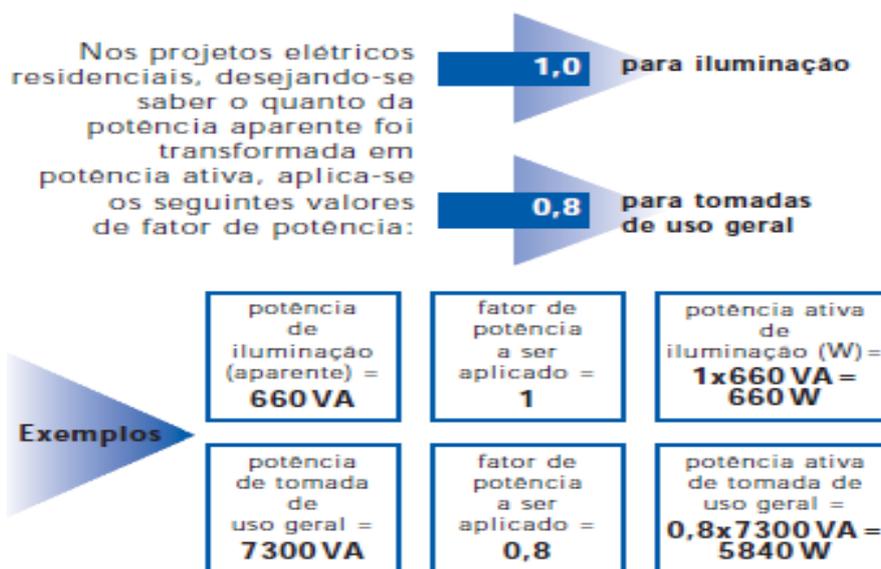


Figura 6: Projetos elétricos iluminação

Fonte: Elektro/Pirelli. (2013)

Um fator de potência de 01 significa que toda a potência aparente é convertida em potência real. Isso acontece com dispositivos que possuem apenas um resistor, chuveiros elétricos, torneiras elétricas, lâmpadas, fogões elétricos etc. (ELETRO/PIRELLI, 2013). O de-

sempenho pode ser determinado para a previsão de carga segue os requisitos da NBR5410 (ELETRO/PIRELLI, 2013).

1. Condições para se estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz.



2. Condições para se estabelecer a potência mínima de iluminação.

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência.

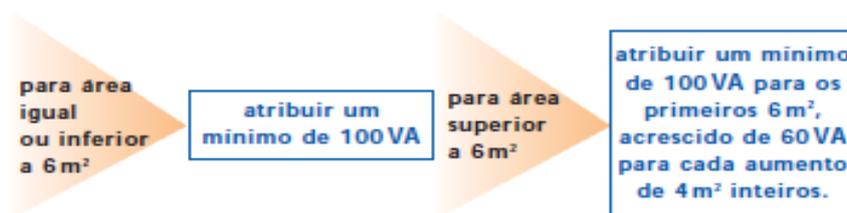


Figura 7: Projetos Elétricos com fator de potências

Fonte: Elektro/Pirelli. (2013)

Segundo Cotrim (2009), a parte mais importante do projeto de um esquema de aterramento é sua eficácia em garantir a segurança das instalações elétricas, e existem dois tipos de aterramento elétrico: aterramento de proteção e aterramento funcional. No aterramento de proteção, a terra é conectada diretamente a terra através de um condutor de proteção (PE) e sua finalidade é: Para garantir que o potencial terra-terra seja reduzido a um valor seguro sob condições normais de operação e que os dispositivos de proteção funcionem corretamente de correntes de falha à terra (COTRIM, 2009).

Segundo Cotrim (2009), no aterramento funcional o condutor neutro é conectado diretamente a terra através de um condutor de aterramento conectado a um ou mais eletrodos e tem as seguintes finalidades: Além de desviar a corrente de curto-circuito para a terra. STANDARD 5410 (2004) também permite o aterramento combinado onde um único condutor deve atuar como condutor de aterramento de proteção e funcional.

Outro tipo de aterramento que é utilizado está citado na NBR 5410 (2004), logo no início da norma em seus objetivos, alínea c está claro no texto à determinação da sua aplicabilidade em canteiros de obras, com isto o aterramento provisório que também é conhecido como aterramento de trabalho ou aterramento temporário torna-se obrigatório nesta etapa da construção.

Afirma Cotrim (2009) que este aterramento provisório também é utilizado durante serviços de manutenção em redes sobre tensão e que estas foram desligadas para serem reparadas. No canteiro de obras este aterramento provisório também é utilizado para a proteção dos operários que estão trabalhando no início das construções onde ainda não está instalada a rede elétrica definitiva, visto que muitos acidentes com eletricidade acontecem nestes canteiros.

A Norma Regulamentadora número NR-10 (2020), que trata especificamente de se-

gurança em instalações e serviços com eletricidade e define aterramento elétrico temporário como uma ligação direta intencional a terra para garantir a equipotencialidade e proteger o trabalhador durante o trabalho nas instalações elétricas.

Determina também que em todos os projetos elétricos o aterramento temporário deve ser descrito para garantir a proteção completa do trabalhador caso este venha a ter contato direto ou indireto com partes energizadas da instalação elétrica no qual está trabalhando.

A NBR 5410 (ABNT, 2004) se refere a instalações elétricas de baixa tensão e proporciona aos usuários e imóveis economia, segurança e funcionalidade dos circuitos. A aplicabilidade das normas adotadas para a elaboração do projeto elétrico traz uma série de informações as quais se caracterizam mediante as simbologias de cada circuito, gráficos, tabelas, legendas, sendo determinantes para cada tipo de instalações elétricas, servindo de base orientadora para os profissionais técnicos responsáveis pela execução dos serviços (BORGES; GOMES, 2019).

A norma referida possui aplicabilidade nas instalações elétricas de edificações em que os circuitos são mantidos por tensão nominal inferior ou igual a 1000 V e que possuam frequências menores que 400 Hz em sua corrente alternada – CA, ou 1500 V em sua corrente contínua – CC (ABNT NBR 5410, 2004). A NBR 5410 (ABNT, 2004) assegura que, seguindo todos os protocolos estabelecidos pela norma, a edificação fará utilização de equipamentos e materiais seguros, se adequando as funções que cada um irá desempenhar, de acordo com a carga estabelecida, prevendo todas as influências externas que a edificação sofrerá, atentando-se as aplicações às proteções contra choques elétricos de contato direto, sobre tensões e correntes elétricas, fazendo o emprego da necessidade de uso dos condutores de isolamento e minimizando os riscos de acidentes elétricos.

Daniel (2015) ressalta que a construção do projeto elétrico deve ser realizada mediante as normas técnicas da NBR 5410 (ABNT, 2004) e as normas das concessionárias locais, pois, ambas irão determinar as diretrizes para os cálculos necessários de consumo, dimensionamento da carga utilizada pelos equipamentos e suas condições mínimas, fixando as disposições técnicas e padronizando aos procedimentos para a distribuição de energia elétrica.

Lima Filho (2011) afirma que a NBR 5410 é utilizada na elaboração e execução de projetos de instalações elétricas de baixa tensão, responsável pela medição do consumo, entrada e alimentação, ficando sob responsabilidade da concessionária local o comando e proteção destes circuitos elétricos. O projeto elétrico deve ser eficiente, adaptável, dinâmico e conter todas as condições mínimas para o bom funcionamento da instalação, pois este proporciona a previsão detalhada de cargas que serão usadas, além de trazer soluções e melhorias, buscando satisfazer os objetivos ao qual se designa (LIMA FILHO, 2011).

Conforme Martinho (2015), para o bom funcionamento do projeto elétrico, este precisa conter algumas especificações mediante a necessidade de cada edificação, sendo estas: quantidade de tomadas e localização destas nos locais apropriados de cada uso, interruptores suficientes para atender as necessidades dos usuários, dimensionamento correto dos disjuntores e sistemas de aterramento, o qual deve proporcionar a otimização das instalações localizadas, com o intuito de ativar o inter rompimento automático da alimentação da rede elétrica, caso haja a presença de tensões de contato perigosa.

A norma NBR 5410 traz como princípios fundamentais orientações à proteção contra choques elétricos, sobrecargas, curtos-circuitos e incêndios, com a finalidade de possibilitar a segurança dos usuários, assim como a instalação em si, enquanto as concessionárias são encarregadas pela distribuição de energia elétrica até o consumidor final. Elas seguem

parâmetros normativos regidos por normas técnicas, que possuem definições determinadas pela NBR 5410, estabelecendo condições para a realização do abastecimento de energia elétrica até as residências (NERY, 2012).

A eletricidade possui mecanismos de fornecimento de luz, força e calor, usados diariamente em nosso cotidiano. Diante disso, a instalação elétrica é indispensável no processo construtivo de uma edificação. Para o uso seguro desta, é necessário o investimento em um projeto elétrico, assim como a execução correta das instalações, através da mão de obra qualificada, podendo assim garantir que o estabelecimento possua segurança ao uso dos equipamentos elétricos existentes (GOMES *et al.*, 2020).

Conforme Daniel (2015), as instalações elétricas possuem importância significativa para a construção civil. Quando bem executadas, a utilização é fundamental no cotidiano e convívio dos seres humanos. O projeto elétrico fundamentado pela NBR 5410 tem como finalidade a padronização e segurança dos serviços, garantindo a minimização de riscos aos patrimônios e usuários, assim como a redução dos gastos desnecessários com materiais elétricos, economia do consumo de energia provida por erros de dimensionamentos, proporcionando proteção das instalações.

O projeto elétrico é indispensável para qualquer tipo de instalação, residencial, industrial ou comercial, pois reduz os riscos de acidentes elétricos, aumentando a durabilidade e eficiência dos circuitos, possibilitando segurança, qualidade e funcionamento correto das instalações. A existência do projeto garante ao proprietário do imóvel o acesso ao esquema de distribuição dos circuitos que foram executados na edificação, deixando-o ciente de todos os processos do empreendimento. Caso haja a necessidade de realizar a manutenção dos cabos, fazer reformas ou modificação da estrutura do imóvel será necessário o conhecimento do projeto de instalações elétricas, o que o torna indispensável (LIMA *et al.*, 2013).

De acordo com NBR 5410 (ABNT, 2004), a elaboração do projeto de instalações elétricas tem como objetivo a antecipação de cargas que será consumida, quantidade de pontos de luz e tomadas, distâncias e alturas de cada item existente em cada cômodo, prevenindo os pontos de energia que terá na edificação. Diante disso, para a elaboração do projeto elétrico é necessário ter planejamento e objetividade, seguindo as exigências em normas, respeitando as complexidades de cada projeto, pois estes possuem singularidades específicas, tornando indispensável o segmento das normas técnicas regulamentadoras, a fim de garantir o funcionamento adequado das instalações (DANIEL, 2010).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou a pesquisa e a reflexão sobre a importância das principais normas de instalações elétricas residenciais, seus sistemas de proteção dentre eles por dispositivos de seccionamento ou sistemas de aterramento. Com isso, puderam-se perceber os motivos de, através das normativas já existentes executarem uma segura instalação. Para atingir uma compreensão dessas normas, definiram-se três objetivos específicos.

O primeiro sobre os sistemas de proteção por seccionamento aplicados em instalações elétricas residenciais, evidenciados através de pesquisas sobre os disjuntores que devem/podem ser utilizados para as residências. De modo que, ficaram claras as principais características de cada modelo de dispositivo. Dentro ainda dos sistemas de proteção, existem os sistemas de aterramento mais comuns em residências, atingindo o segundo objetivo específico: Os sistemas de aterramento, onde, através da pesquisa e revisão literária sobre este tópico, pode-se perceber a importância de realizar o correto aterramento

em todos os circuitos residenciais.

Após a compreensão sobre esses temas, adentramos no terceiro objetivo específico: As normas técnicas, onde, realizado pesquisas nas normativas já existentes, sobre instalações elétricas residenciais, compreendeu-se sobre as normas definidas e porque se deve segui-las para que a instalação elétrica seja o mais segura possível.

Tendo esclarecidos os temas propostos nos capítulos anteriores, percebeu-se a importância de cada dispositivo de proteção e a correta aplicação das normativas, em instalações elétricas residenciais. Através destas orientações, desenvolvendo assim um sistema cada vez mais confiável e seguro para o usuário. Abrindo assim, uma possibilidade de pesquisa futura sobre os temas, abrangendo detalhadamente cada tópico e a possibilidade de desenvolvimento de novas maneiras de aplicação dos componentes de segurança.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 5410: **Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações elétricas de baixa tensão**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.
- BORGES, Leandro Francisco Pereira; GOMES, Geisla Aparecida Maia. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: Construção de uma rede elétrica dimensionada**. – UNIS/MG, 2019.
- CAVALIN, Geraldo, CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 22ª. Edição Revisada. Editora Érica. Rio de Janeiro. 2014.
- COMO FAZER PROJETOS ELETRICOS. **Os tipos de aterramento**. Disponível em: Acesso em: 19 set. 2022.
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 16ª. Edição. Editora LTC. Rio de Janeiro. 2016.
- CRUZ, Eduardo Cesar Alves; ANICETO, Larry Aparecido. **Instalações Elétricas-fundamentos, prática e projetos em instalações residenciais e comerciais**. Saraiva Educação SA, 2011.
- DANIEL, Eduardo (a). **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação**. 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. 98 p.: Il;30 cm. _____. Capítulo V: Proteção contra choques elétricos. **O Setor Elétrico**, São Paulo. Ed.112, 2015. p.68-73.
- GOMES, Caroline Fernandes da Silva et al. A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEUS REQUISITOS NORMATIVOS. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 5, 2020. p. 71-86.
- GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica. 2**. Ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. Tradução de: Aracy Mendes da Costa.
- COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009
- LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projeto de Instalações Elétricas Prediais**. 12ª ed. São Paulo: Érica, 2011.
- LIMA, Francycleuma Costa et al. APLICAÇÕES PRÁTICAS DE CONHECIMENTOS E DE SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDÊNCIAS. In: **IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN**. 2013.
- MARTINHO, Edson. **Baixa qualificação aumenta riscos e reduz oportunidades**. Revista Abreme Potência, São Paulo, v.118, out. 2015. p. 34-36.
- MORENO, Hilton. **Instalações elétricas residenciais: Manuais de Instalações Elétricas Residenciais**. Campinas, SP. Santo André, SP. ELEKTRO, PIRELLI, 2003.
- MUNDO DA ELÉTRICA. **Quais são e para que servem as curvas dos disjuntores**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servemas-curvas-dos-disjuntores/>. Acesso em: 20 ago. 2022.bB.
- MUNDO DA ELÉTRICA. **O que é nbr-5410**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-nbr-5410/>. Acesso em: 21 ago.2022.C.
- MUNDO DA ELÉTRICA. **Nbr5413**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/a-nbr-5413-iluminancia-de-interiores/>.

Acesso em: 21 ago. 2022. D.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Aterramento**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-aterramento-eletrico/>. Acesso em: 21 ago. 2022.E

NERY, Norberto. **Instalações elétricas: princípios e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Érica, 2012.

SABER ELÉTRICA. **Como fazer aterramento**. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/como-fazer-aterramento/>. Acesso em: 21 out. 2018.a

SABER ELÉTRICA. **Dispositivos de proteção para instalações elétricas residenciais**. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/disjuntor-dispositivos-deprotecao/>. Acesso em: 10 de ago.2022.

SABER ELÉTRICA. **Como fazer aterramento**. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/como-fazer-aterramento/>. Acesso em: 21 out. 2022.a

SABER ELÉTRICA. **Dispositivos de proteção para instalações elétricas residenciais**. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/disjuntor-dispositivos-deprotecao>. Acesso em: 21 out. 2022.b

SCHNEIDER ELECTRIC. **Manual e Catálogo do eletricitista: Guia prático**. 2009.

25

INFLUÊNCIA DO MARCO REGULATÓRIO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NOS SISTEMAS DE MINI E MICROGERAÇÃO DE ENERGIA E SEU IMPACTO FINANCEIRO PARA O CONSUMIDOR

*INFLUENCE OF THE REGULATORY FRAMEWORK FOR
DISTRIBU-TED GENERATION IN THE ENERGY MINI AND
MICROGENERATION SYSTEMS AND ITS FINANCIAL IMPACT
FOR THE CONSUMER*

Suellen Rocha lima Ramos

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Catterina Dal Bianco

Fernanda Leite Saraiva

Juan Cralos Pereira Silva

Resumo

No Brasil, a maior parte da geração de energia elétrica é proveniente de centrais hidrelétricas. Embora seja uma fonte de energia renovável, as grandes centrais causam um forte impacto ao meio ambiente. Uma alternativa eficiente é investir em geração distribuída que são centrais menores e situadas próximas dos centros de carga. Este trabalho consiste mostrar as possíveis aplicações e os impactos causados por esse modo de geração descentralizada em conjunto num determinado sistema elétrico. Também aborda os requisitos a viabilidade econômica e as normas contratuais vigentes hoje no país. Tem-se com a geração distribuída a diminuição das perdas elétricas e melhoras no perfil de tensão da rede.

Palavras-chave: Geração Distribuída. Setor Elétrico. Minigeração. Microgeração

Abstract

In Brazil, most of the electricity generation comes from power plants hydroelectric plants. Although it is a renewable energy source, large power plants have a strong impact on the environment. An efficient alternative is to invest in distributed generation, which are smaller plants located close to load centers. This work consists of showing the possible applications and impacts caused by this decentralized generation mode together in a given electrical system. It also addresses the requirements for economic viability and the contractual standards currently in force in the country. Distributed generation reduces electrical losses and improves the grid voltage profile.

Keywords: Distributed generation. Electric Sector. mini generation. microgeneration

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica pode ser considerada um dos pilares mais importante para o desenvolvimento técnico, econômico, político e social do mundo atual. É por meio dela que temos acesso à iluminação, transporte coletivo, proteção térmica e higiene, além de permitir o estabelecimento de infraestrutura e fixação da produção nas indústrias, centros de pesquisa e meios de comunicação. Por fim, contribui ainda para a disseminação da informação e aquisição do conhecimento. O Sistema Elétrico de Potência - SEP, é composto, basicamente, de três fases que são geração, transmissão e distribuição, porém essa nomenclatura tem sofrido alteração devido à grande expansão da geração distribuída.

A geração distribuída tem potencial e crescimento acelerado no Brasil e no mundo provocaram inúmeras discussões com relação aos seus benefícios e impactos na sociedade e no sistema elétrico convencional. Com isso, para que a geração distribuída consiga se desenvolver de maneira aceitável, é necessária a realização de pesquisas a fim de possibilitar o seu desenvolvimento de forma otimizada, economicamente viável e de maneira eficiente.

Considerando esse grande potencial, esforços por meio de regulamentações têm sido aplicados para que tal geração seja feita da maneira mais correta possível, seja tecnicamente e economicamente, um dos pontos levantados na nova Lei que, permitirá entre outros itens, que geradores de maior potência dos que os permitidos atualmente sejam conectados à rede de distribuição e considerados ao sistema de compensação. Visto isso será analisado como as novas regras previstas podem influenciar na economia de energia, através da diminuição do consumo da energia da geração distribuidora, para os consumidores de energia no Brasil, onde o marco regulatório, da geração distribuída chega para trazer a necessária segurança jurídica para os agentes que atuam nesse segmento e permitir o seu crescimento de forma sustentável, pois apesar de sua importância para o Setor Elétrico, a Geração Distribuída não possuía lei própria. O tema da Geração Distribuída foi por muito tempo debatido no Congresso Nacional com a participação da sociedade e de diversos atores – associações, consumidores, órgãos e entidades do setor – de forma a alcançar uma proposta que melhor conciliasse os interesses dos envolvidos e garantisse benefícios para toda a sociedade brasileira.

Dessa forma, quais as diferenças nas configurações dos sistemas de mini e microgeração após as alterações na lei de geração distribuída e quais os benefícios para o consumidor?

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar os pontos de melhoria e avanços aos novos sistemas de micro e minigeração permitidos e seus benefícios. O presente trabalho também irá abordar os seguintes objetivos específicos: descrever os principais fatores que fazem com que a geração distribuída seja crescente no Brasil, entender o conceito de Geração Distribuída, entender as vantagens que podem ser obtidas pela utilização dessa forma de Geração.

O presente trabalho respaldou-se como metodologia de revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, foram coletadas informações em bases de dados como: Google Acadêmico, Bibliotecas virtuais de instituições brasileiras. Foi anteposto materiais publicados com no mínimo de 10 anos e no máximo 17 anos. As palavras-chave utilizadas para as referidas bases foram: “Resolução Normativa ANEEL nº482/2012” “Geração Distribuída” “Lei 14.300 novo marco regulatório” e “Microgeração e Minigeração”.

A estrutura do trabalho ocorreu da seguinte forma: No primeiro capítulo foram abordados em Descrever os principais fatores que fazem com que a geração distribuída seja crescente no Brasil. O segundo capítulo foi dedicado a entender o conceito de Geração Distribuída e por fim, o último capítulo discorreu em entender as vantagens que podem ser obtidas pela utilização dessa forma de Geração.

2. CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

Conta-se que a Geração distribuída é uma tecnologia utilizada para trazer benefícios a sociedade como um todo. Podendo servir, assim, como complemento as grandes centrais geradoras. Os fatores favoráveis à geração distribuída são de origem técnica, econômica e ambiental.

Para Driemeier (2009) do lado técnico, a geração distribuída diminui a necessidade do uso de extensas linhas de transmissão. Além disso, minimiza o risco de colapsos sistêmicos como o recente apagão do dia 10/11/2009, quando houve o desligamento temporário da Usina de Itaipu - que representa 19% da geração de energia elétrica do país - devido a falhas nas linhas de transmissão. O apagão atingiu 18 estados do Brasil e o Paraguai.

Segundo Driemeier (2009) do lado econômico, a geração distribuída proporciona economia de combustível quando feita em sistemas de cogeração. Esses sistemas produzem calor e eletricidade a partir do mesmo combustível e esse aproveitamento duplo aumenta a eficiência no uso do combustível. A geração distribuída também elimina ou reduz os custos com transmissão e distribuição, uma vez que a energia é gerada próxima do consumidor.

Para Driemeier (2009) do lado ambiental, a geração distribuída, por diminuir as perdas presentes no sistema de transmissão e distribuição, reduz a demanda por novas usinas hidrelétricas e o consumo de combustível das usinas térmicas. Dessa forma, sua presença no sistema elétrico reduz as emissões de gases de efeito estufa que aquecem o planeta. Geração distribuída também pode ser feita por fontes renováveis, tais como solar e eólica.

Os sistemas elétricos convencionais não conseguem garantir o suprimento sustentável de energia elétrica com a abrangência e a qualidade exigidas pela sociedade do século XXI. Esse fato, associado ao enorme avanço tecnológico dos últimos anos, abriu razoável espaço para a expansão da geração distribuída (GD), que tem como seus principais focos o fornecimento de energia elétrica a quem ainda não tem acesso a ela e a redução dos impactos ambientais da geração centralizada convencional (SEVERINO, 2008, p.30).

Devido à crise energética que o país atravessou, as vantagens da geração centralizada e dependente do regime de chuvas foram postas em questão. A geração própria é uma opção para o consumidor que não deseja ser prejudicado por eventuais interrupções prejudicadas por eventuais interrupções no fornecimento de energia e nem pagar tarifas mais elevadas nos horários de pico. Além disso, o excesso da geração própria pode ser vendido para as companhias de distribuição, possibilitando que o produtor independente tenha lucros participando ativamente do mercado de energia elétrica (MARQUES et al., 2004, p.20).

Em 2002, surgiu o Pró-reitoria de Infraestrutura (PROINFRA) como incentivo a fontes alternativas de energia elétrica no geral. Entretanto, somente com o Decreto nº 5.163 de 2004 se apresenta características da GD em si. Ainda assim, só a partir da Resolução normativa 428 de 2012 se culminou em debates e incentivos quanto a evolução da GD, por



estabelecer condições para o acesso de microgeração e minigeração distribuída, seguido pela Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 e pelo Pro GD. Desta forma, ao avaliar o crescimento da GD no Brasil de 2012 a março/abril de 2017, verifica-se que a mesma passou de 4 unidade consumidoras em 2012 para 10.897 conexões no Brasil no primeiro trimestre de 2017. Portanto, constata-se que o crescimento está diretamente relacionado as políticas de incentivo.

A geração distribuída proporciona diversos benefícios, pelo fato de ser uma geração que se localiza próxima à carga. Além disso, permite o atendimento da demanda crescente de forma rápida, já que a construção de grandes usinas hidrelétricas, que é o modelo de geração mais usado no Brasil, é um processo demorado. Com isso a inserção de geração distribuída no sistema brasileiro tende a se tornar a cada ano mais comum, como tem ocorrido no exterior (MARQUES et al., 2004, p.20).

[...]O tipo energia de alta confiabilidade é necessária para a economia atual só poderá se fundamentar em uma nova geração de aparelhos de micro energia que estão chegando ao mercado. Isso permitiria aos lares e empresas produzirem sua própria eletricidade, com muito menos poluição (SEVERINO, 2008, p.20).

Para Aneel (2012) em abril de 2012 criou-se Sistema de Compensação de Energia Elétrica, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Segundo Aguiar (2022) em janeiro de 2022 foi instituída a LeiNº14300/2022, conhecida como o Marco Legal da GD, que torna o mercado mais atrativo, pois estabelece diversas oportunidades e desafios para o setor. Uma das possibilidades trazidas pela geração distribuída é a descentralização do setor elétrico que, segundo Simone (2019, p.27), “tem o potencial de alterar profundamente a estrutura dos sistemas elétricos”, uma vez que há um fluxo bidirecional de energia elétrica, o que gera baixo impacto ambiental, possibilita o adiamento de investimentos e custos relacionados à expansão de sistemas de transmissão e distribuição além da diversificação da matriz energética.

Segundo Driemeier (2009) o tema geração distribuída está voltando a ganhar destaque. Isto está ocorrendo devido aos seguintes fatos: O aparecimento de novas tecnologias que permitem e flexibilizam a GD, a GD possibilita o uso de insumos regionais para geração de o energia, aparecimento de restrições técnicas, ambientais e econômicas para expansão da geração centralizada, a necessidade de busca pela redução tarifária, a necessidade de aumento da eficiência em processos industriais, a GD possibilita que comunidades isoladas tenham acesso à energia elétrica, a GD reduz os riscos de instabilidade, pois é ligada em paralelo à rede, a utilização da GD pode adiar ou tornar desnecessário o investimento na expansão de subestações e/ou ramais de distribuição.

3. ENTENDER O CONCEITO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Não existe uma anuência na definição de geração distribuída, divergindo normalmente no que diz respeito ao ponto de conexão do gerador na rede, nos níveis máximos de potência instalada e na subclassificação dos empreendimentos. Contudo existem o mesmo sistema com potencias, maiores que também podem ser considerados geração distribuída. Segundo Ackermann (2001), por exemplo, a geração distribuída pode ser definida como uma fonte de geração conectada diretamente na rede de distribuição ou ao consumidor. O autor, neste mesmo trabalho, divide a geração distribuída em função da

potência em: Micro GD: menos de 10 kW, Pequena GD: entre 10 kW e 500 kW, Média GD: entre 500 kW e 5 MW, Grande GD: entre 5 MW e 50 MW.

Segundo Lima (2013) outras definições, independentes da capacidade instalada, têm sido adotadas. Segundo o CIGRE, geração distribuída é a geração que não é planejada de modo centralizado, nem despachada de forma centralizada, não havendo, portanto, um órgão que comande as ações destas unidades de geração. Para o IEEE, geração descentralizada é uma central de geração pequena o suficiente para estar conectada à rede de distribuição e próxima do consumidor. Segundo Matos (2013) geração distribuída é a produção de energia em pequena escala localizadas próximas dos consumidores, podendo ser interligadas à rede elétrica ou funcionar independentemente da mesma. Por outro lado, tem surgido artigos científicos uma abordagem mais consensual que define GD como: A geração distribuída é uma fonte de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição ou ao contador das instalações dos clientes. Ambas as definições acima mencionadas são válidas. Assim, podemos afirmar que não há uma definição exata do que é GD, mas sim um conjunto de premissas que definem este conceito. Segundo Rodrigues (2002) GD é definida como sendo o uso integrado ou isolado de recursos modulares de pequeno porte por concessionárias, consumidores e terceiros em aplicações que beneficiam o sistema elétrico e/ou consumidores específicos. O termo tem sinonímia com outras expressões normalmente usadas como: autogeração, geração in situ, ou geração exclusiva.

Para Konzen e Zilles (2014) entende-se que a GD não se trata apenas de um novo produto no mercado, mas de uma mudança de paradigmas que deve ser interpretada como uma dificuldade a mais para a difusão dos sistemas fotovoltaicos mundialmente. Segundo Santos (2008) a GD é, pois, uma solução alternativa à geração centralizada de energia, que os homens de negócio e as companhias do sector energético devem ter em consideração para poderem chegar a boas soluções para os problemas de produção e fornecimento de energia. Uma das características que contribui como fator impulsionador para o desenvolvimento da geração distribuída é a proteção do meio ambiente, em que cada vez mais o desenvolvimento sustentado passa a ser uma realidade. Um conjunto significativo de novas tecnologias de geração distribuída assenta nesta filosofia de geração sustentada e novos combustíveis.

Para Borges (2003) A Geração Distribuída (GD) é definida como produção de energia elétrica no próprio local de consumo ou próximo ao consumidor, com potência gerada de até 5MW proveniente de fontes renováveis de energia para a geração. Ela é também conhecida como geração descentralizada, por ser diferente das grandes centrais de geração de energia, que normalmente possuem fontes geradoras, como hidrelétricas e termoeletricas, com uma alta produção de energia elétrica. A geração distribuída está voltando a ser uma prática viável e atrativa tanto para consumidores de energia quanto para o governo, devido à dificuldade para criação de novos empreendimentos de geração centralizada, pois estes contêm grandes restrições quanto às normas ambientais, pela dificuldade na aquisição de grandes investimentos para melhorar as linhas de transmissão e pela criação de incentivos fiscais cada vez maiores para novos empreendimentos de geração distribuída. (REZENDE, 2017). Para Romagnoli (2005) a geração distribuída (GD) é um conceito muito amplo, sobre o qual ainda não se chegou a uma definição exata, o que se pode afirmar com certa segurança é que os geradores distribuídos se encontram em geral conectados à rede de distribuição.

No âmbito regulatório, as alterações feitas na resolução normativa ANEEL 482 inauguraram novas modalidades de geração distribuída. Entre elas, a configuração de geração compartilhada ganha destaque por possibilitar a união de diversas unidades consumidoras em um consórcio de geração de energia, onde a energia gerada em um local pode ser



aproveitada por todas as unidades participantes. Com o intento de avaliar esta nova configuração, o presente trabalho desenvolve a análise financeira de um projeto de geração compartilhada para três unidades consumidoras, nas bases da nova resolução normativa ANEEL 687 de 2015 (ALMEIDA, 2016).

Com o objetivo de modernizar o sistema de geração de energia e ao mesmo tempo promover o incremento da implantação de energias renováveis, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa (REN) nº 482/2012, no dia 17 de abril de 2012. De uma forma mais simples, pode-se considerar que com o ato administrativo normativo abriu-se a possibilidade de o consumidor gerar sua própria energia e fornecer o excedente ao mercado, daí o nome micro e minigeração distribuída, pois acontece de forma descentralizada em geral próximas ou até dentro das unidades consumidoras, como é o caso por exemplo, das placas fotovoltaicas instaladas nas residências. O consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da Micro e da Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica, inovações que aliam economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade. Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética. Com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração; compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as condições gerais de fornecimento de energia e aumentar o público-alvo; e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012).

Segundo Aguiar (2022) em janeiro de 2022 foi instituída a Lei Nº 14300/2022, conhecida como o Marco Legal da GD, que torna o mercado mais atrativo, pois estabelece diversas oportunidades e desafios para o setor. As regras da geração distribuída vêm passando por alterações, na Lei nº 10.848/04 de 2004 ela é definida e mencionada como possível fonte de geração de energia. Em 2012 a Resolução Normativa nº 482 define os limites de potência instalada para micro e minigeração e ainda regulamenta o sistema de compensação de créditos energéticos. Em 2015 a REN 482 é revisada e passa a valer a Resolução Normativa nº 687, de 2015, e suas principais mudanças são a redefinição dos limites de potência para a micro e minigeração, e, ainda cria modalidades de compensação de créditos de energia. No início de 2022, foi publicado o Marco Legal da Geração Distribuída no Brasil, Lei 14.300/2022, que estabelece regras coerentes para à geração distribuída (DUARTE, 2022, p.16).

Observa-se que a busca por entender e implementar a GD O aumento de novas tecnologias está surgindo e se desenvolvendo, tornando a GD mais acessível para as pessoas, percebe-se diante do exposto que essa tecnologia é capaz de beneficiar todos os nichos envolvidos nessa forma de geração, utilizando de variados tecnologias trazendo diversos benefícios para o usuário.

4. OPORTUNIDADES OBTIDAS PELA GERAÇÃO DISTRIBUIDA

A constante procura por serviços e tecnologias mais eficientes, e com reduzidos impactos ambientais, seja no processo de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, associada aos necessários investimentos para o aumento da capacidade instalada

no setor elétrico brasileiro, tem colocado a geração distribuída como alternativa às tradicionais soluções, seja para instalação local ou para integração regional (DIAS,2005, p.89). Para entender como a GD se ajusta no mercado global de energia, é preciso olhar para a natureza do serviço (geração apenas de eletricidade ou geração de eletricidade e energia térmica - cogeração), a localização na rede e os benefícios aos usuários. Estes serviços, podem ser descritos como: Energia - abastecimento do quilowatt-hora de todo consumidor; Capacidade - satisfazendo as exigências de carga de pico do consumidor; Reserva manutenção da capacidade adicional para flutuações e emergência; Confiabilidade - o resultado final do nível de investimento em instalações, empregos e administração; Qualidade da potência - suporte da voltagem, frequência e potência reativa; Serviços de 'back-up' e 'standby' – suporte para usuários com a capacidade de geração parcial.(DIAS,2005,p.89).

Segundo Matos e Catalão (2013) a par dos benefícios ambientais que se conseguem através de unidades de GD, a sua simples integração em redes de distribuição também apresenta implicações técnicas e económicas. Assim, é possível classificar-se as diferentes vantagens em categorias segundo sejam técnicas, económicas ou ambientais.

As vantagens técnicas associadas à implementação adequada de unidades de geração distribuída abrangem amplas e variadas situações. A melhoria da qualidade da energia disponibilizada aos utilizadores é um dos fatores mais importante neste contexto, tal como a redução das perdas do sistema. Atualmente, para um sistema de energia ser considerado bem desenvolvido, as perdas totais do sistema têm de ser bem inferiores a 10%. No entanto, deve-se ter noção que apenas com uma ótima localização e um dimensionamento adequado das instalações de GD se consegue obter resultados que satisfaçam os objetivos aos quais a integração de GD se propõe a resolver. Entre os diferentes benefícios técnicos conseguidos, os principais podem ser identificados como: redução de perdas do sistema; Melhoria do perfil de tensão; O aumento da eficiência energética; Melhoria da confiabilidade e segurança do sistema; Melhoria da qualidade da energia; Redução das emissões de gases de efeito de estufa a partir de centrais de energia centralizadas e Redução das cargas nas linhas de transporte e distribuição (MATOS; CATALÃO,2013)

As vantagens económicas envolvem a economia de combustível, a economia nos custos de transmissão e distribuição e como consequência a redução do preço da eletricidade. Assim, os principais benefícios económicos são: Adiamento do investimento em atualizações de instalações; reduzindo custo de operação e manutenção de algumas tecnologias de GD; Maior produtividade; Redução dos custos de cuidados de saúde devido a melhorias ambientais; Redução dos gastos com combustíveis devido ao aumento da eficiência energética; Redução das reservas mínimas e custos associados e aumento da segurança para cargas consideradas críticas (MATOS; CATALÃO, 2013).

As tecnologias de geração distribuída apresentaram um avanço significativo na última década. Houve um aumento de eficiência e foram reduzidos os preços. A par disso, o aumento do déficit energético mundial dentro de um cenário de preocupação crescente do consumo de combustíveis fósseis sobre o meio ambiente que aceleram o efeito estufa, apontam para a necessidade do uso de fontes alternativas na matriz energética, o que sinaliza perspectivas otimistas para o desenvolvimento da geração distribuída. A tendência é que os países utilizem cada vez mais a energia de fontes alternativas para complementar a energia oriunda da rede elétrica convencional (SILVA FILHO, 2005).

Segundo Silva filho (2005) a abundância dessas fontes no país faz do Brasil um ambiente naturalmente propício para o crescimento significativo das energias alternativas em sua matriz energética. É possível aproveitar esse avanço tecnológico, pressionado pela necessidade de produção de uma energia ambientalmente mais limpa.

Para Silva filho (2005) A geração distribuída é vista como um caminho que pode reduzir custos, aumentar a confiabilidade, reduzir emissões ou expandir as opções energéticas. A geração distribuída pode adicionar redundância que aumenta a segurança da rede elétrica e até quando necessária como fonte de energia para iluminação de emergência ou sistemas críticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A GD é uma tecnologia que pode ser uma boa alternativa às formas tradicionais de produção de energia elétrica, para as diversas aplicações. As tecnologias recentes têm permitido que se construam geradores de dimensões bastante reduzidas, muito eficientes, seguros, fáceis de adquirir e operar. A Geração distribuída devido às suas características só de oferecer um custo de produção mais baixo e qualidade de energia mais elevada do que um consumidor poderá obter na rede. Noutros casos combinação de geração distribuída com a centralizada pode ser uma boa opção (ex: geradores de emergência para a falta de fornecimento e ou limitação dos picos ou da ponta pedida à rede). Mas também existem locais remotos, isolados, em que a geração distribuída poderá ser a única alternativa econômica disponível.

Diante do exposto, pôde-se perceber que a GD pode trazer grandes benefícios e vantagens para seus usuários, complementando a geração centralizada, minimizando as perdas e aumentando a confiabilidade do Sistema Elétrico Brasileiro.

Em suma, foram levantados os benefícios em implementar a GD, benefícios esses que agregam vantagens que trazem melhorias de vida principalmente por motivos sociais, ambientais, econômicos, legais e estratégicos, a discussão acerca desse tema é imprescindível. Então, considerando que o tema GD é bastante importante, especialmente para o Brasil, onde com Lei N° 14300/2022, conhecida como o Marco Legal da GD, torna o mercado mais atrativo, pois estabelece diversas oportunidades e desafios para o setor.

Observa-se que a busca por entender e implementar a GD O aumento de novas tecnologias está surgindo e se desenvolvendo, tornando a GD mais acessível para as pessoas, percebe-se diante do exposto que essa tecnologia é capaz de beneficiar todos os nichos envolvidos nessa forma de geração, utilizando de variadas tecnologias trazendo diversos benefícios para o usuário.

Referências

ACKERMANN, Thomas; ANDERSSON, Göran; SÖDER, Lennart. **Distributed generation: a definition. Electric power systems research**, v. 57, n. 3, p. 195-204, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779601001018>. Acesso em: 01 nov.2022

AGUIAR, Filipe Moreira de. **Estudo para aplicação de usinas virtuais de energia no Brasil**. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/235937>. Acesso em: 29 set.2022

ALMEIDA, Augusto Nichele Ottoni de et al. **Projeto e análise de viabilidade econômica de um sistema de geração compartilhada nos padrões da Resolução Normativa Aneel n° 687/2015. 2016**. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/165171/VERS%C3%83O_FINAL.pdf?sequence=1. Acesso em: 30 abr.2022. Acesso em:30 abr.2022

BORGES, CARMEN LT et al. **Análise do Impacto da Localização e Dimensão da Geração Distribuída na Confiabilidade, Perdas Elétricas e Perfil de Tensão de Redes de Distribuição**. presented at II Citenel, EE-COPPE/UFRJ, 2003. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=ptBR&user=Ital18AAAAAJ&citation_for_view=. Acesso em: 02 nov.2022.

- DIAS, Marcos Vinícius Xavier et al. **Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. 2005.
- DRIEMEIER, Luís Henrique. **Geração distribuída**. 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24339/000736407.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 out. 2022
- DUARTE, Flávia Victória Souto. **Geração distribuída para múltiplas unidades consumidoras e projeto de um sistema fotovoltaico para um condomínio**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23780/Duarte_Fl%C3%A1via%20Vict%C3%B3ria_Souto_2022_TCC.pdf?sequence=1. Acesso em: 30 abr. 2022.
- GERWEN, R. J. F. V. **Systems and Applications. High-temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design and Applications**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781856173872500301?via%3Dihub>. Acesso em: 29 set. 2022.
- JÚNNIOR, LIMA; DE SOUSA, José. **Geração distribuída e os impactos causados no sistema de distribuição**. 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18290>. Acesso em: 01 nov. 2022
- KONZEN, Gabriel; ZILLES, Roberto. **Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil: uma simulação via modelo de Bass**. Anais. CBPE, 2014.
- MATOS, D. M. B.; CATALÃO, J. P. S. **Geração distribuída e os seus impactes no funcionamento da rede elétrica: Parte 2. Potência**, v. 1, n. 2, p. 3, 2013.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei Nº 14300/2022**. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14-300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 18 out. 2022
- RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482. **Resolução Normativa n 482**. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www2.ane-el.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022
- REZENDE, Bruno. **Plantas de geração distribuída e seus requisitos de proteção para acesso à rede**. Disponível em: https://www2.dee.cefetmg.br/wpcontent/uploads/sites/18/2017/11/TCC_2016_2_BRezende.pdf. Acesso em: 02 nov. 2022
- RODRÍGUEZ, Carlos Roberto Cervantes; JANNUZZI, G. M. **Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: O caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, v. 39, 2002.
- ROMAGNOLI, Henrique Cesar et al. **Identificação de barreiras à geração distribuída no marco regulatório atual do setor elétrico brasileiro**. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102160/221032.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 ab. 2022.
- SANTOS, Fernando António; SANTOS, Fernando Miguel. **Geração distribuída versus centralizada**. m, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/350> Acesso em: 01 nov. 2022.
- SILVA FILHO, Armando et al. **Análise regulatória das condições de interconexão da geração distribuída: requisitos para os procedimentos de distribuição**. 2005. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/2540>. Acesso em: 18 nov 2022
- SIMONE, L. F. C. **Inserção do micro e minigeração distribuída solar fotovoltaica: impactos na receita das distribuidoras e nas tarifas dos consumidores**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-12082019-074055>. Acesso em: 29 set. 2022.

Engenharia Mecânica



26

EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NOS MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA CICLO OTTO E O AVANÇO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS

*TECHNOLOGICAL EVOLUTION IN INTERNAL COMBUSTION
ENGINES OTTO CYCLE AND THE ADVANCEMENT OF
ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES*

Fracinaldo das Chagas Nunes

Paulo Jose Pinto Souza

Resumo

O enfoque metodológico adotado nesta investigação foi uma pesquisa bibliográfica como forma de compreender a contribuição Evolução Tecnológica nos Motores a Combustão Interna Ciclo Otto e o Avanço dos Veículos Elétricos e Híbridos. Para a elaboração do trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica baseada em artigos, livros, relatos de experiência e monografias, publicados no Google Acadêmico, Scielo, Lilacs e banco de teses e dissertações de universidades brasileiras. Os objetivos desenvolvidos nesta pesquisa foram o conceito do funcionamento e evolução dos motores a combustão interna, compreendendo o sistema tecnológico que melhoram o seu desempenho a fim de compreender os princípios básicos de funcionamento dos motores ciclo otto, conhecer o motivo e as necessidades dos ajustes dos sistemas de motores flex, injeção eletrônica e os sensores que compõem os motores e por fim, e a inserção dos motores elétricos nos veículos. Este trabalho cumpriu com os seus objetivos propostos, alcançando resultados satisfatórios no estudo sobre a tecnologia dos motores de veículos automotivos, foi visto a necessidade de continuar as pesquisas para futuros trabalhos, com o objetivo de identificar estratégias a fim de reduzir os custos dos veículos elétricos e a possibilidade de modificar o tipo de propulsão de MCI para ME em um curto prazo de tempo, assim como acontece atualmente com o kit GNV.

Palavras-chave: Motores. Elétrico. Híbrido. Injeção. Ciclo.

Abstract

The methodological approach adopted in this investigation was a bibliographical research as a way to understand the contribution of Technological Evolution in Internal Combustion Engines Otto Cycle and the Advancement of Electric and Hybrid Vehicles. For the elaboration of the work, a bibliographical research was carried out based on articles, books, experience reports and monographs, published in Google Scholar, Scielo, Lilacs and bank of theses and dissertations from Brazilian universities. The objectives developed in this research were the concept of the functioning and evolution of internal combustion engines, comprising the technological system that improve their performance in order to understand the basic operating principles of otto cycle engines, to know the reason and the needs of the adjustments of the flex engine systems, electronic injection and the sensors that make up the engines and, finally, the insertion of electric motors in vehicles. This work fulfilled its proposed objectives, achieving satisfactory results in the study on the technology of motor vehicles engines, it was seen the need to continue research for future works, with the objective of identifying strategies in order to reduce the costs of electric vehicles. and the possibility of changing the type of propulsion from MCI to ME in a short period of time, as is currently the case with the CNG kit.

Keywords: Article, Standards, Formatting

1. INTRODUÇÃO

No século XVII, o engenheiro Nikolaus August Otto, criou e aprimorou estudos entre os anos de 1860 a 1866, para desenvolver uma máquina e que sua força gerada substituísse a tração humana e animal, onde no último ano do estudo, o engenheiro concretizou a invenção do primeiro motor a combustão interna (MCI), na época alimentada por benzeno (C_6H_6), no qual até os dias atuais, este é o tipo de motor mais utilizado nos veículos automotivos, porém com outros tipos de combustíveis. Dessa forma, os motores passaram a receber o nome de ciclo Otto devido seu funcionamento ser de fato um ciclo Otto por ser o sobrenome do engenheiro criador.

Quando Karl Benz criou o primeiro carro com motor interna, a humanidade percebeu o quão incrível era, e não demorou muito para que o carro se tornasse uma necessidade básica para as pessoas viajarem com mais rapidez e segurança o progresso tecnológico que temos hoje, percebemos que podemos ir mais longe.

Um desses avanços tecnológicos é a criação do carro híbrido, embora ainda não seja tão popular, podemos vislumbrar um futuro promissor, com a persistência necessária, podemos ver uma nova revolução no mundo automotivo, e isso se deve aos Carros híbridos tentam resolver alguns problemas que não existiam e passavam despercebidos na época de Karl Benz, mas isso acontece hoje, e continuamos com o desafio de criar grandes criações para mudar a forma como as pessoas viajam. A versão híbrida funciona com dois motores auxiliares: um motor de combustão interna utilizado para partida e frenagem e motores elétricos que funcionam como geradores que convertem energia mecânica em energia elétrica armazenada em baterias.

Quando há alta demanda de energia, os dois motores podem trabalhar juntos, e quando há baixa demanda, o motor elétrico pode ser o único que funciona. Esse uso adicional reduz o consumo de combustível dos carros híbridos em cerca de 50% em relação aos carros somente a gasolina o que é uma ótima alternativa aos carros comuns e pode até criar um carro híbrido bicombustível. Tal abordagem se faz necessária, desse modo, qual o princípio de funcionamento dos motores a combustão interna, suas tecnologias e as tendências do mercado automobilístico? Serão essas algumas perguntas que terão resolução nesta pesquisa, trazendo detalhes das alterações que foram necessárias serem executadas na estrutura de funcionamento dos motores e injeção eletrônica com o auxílio da tecnologia, visando melhor desempenho e eficiência.

Os objetivos desenvolvidos nesta pesquisa foram o conceito do funcionamento e evolução dos motores a combustão interna, compreendendo o sistema tecnológico que melhoram o seu desempenho a fim de compreender os princípios básicos de funcionamento dos motores ciclo Otto, conhecer o motivo e as necessidades dos ajustes dos sistemas de motores flex, injeção eletrônica e os sensores que compõem os motores e por fim, e a inserção dos motores elétricos nos veículos.

2. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DO MOTOR CICLO OTTO

Os motores de combustão interna foram criados com a finalidade de transformar energia térmica em energia mecânica. O calor dos motores de combustão interna vem da queima de combustível, convertendo energia química em trabalho mecânico. O trabalho obtido nesses motores é resultado de processos realizados através da mistura de ar e o que



pode ser chamado de fluido ativo. (GIACOSA, 2000).

Segundo Carvalho (2011) desde a percepção dos projetos iniciais e modelos de MCI já existia a inquietação para com a eficácia que acontecia por meio de um dos trabalhos primordiais a propósito de motores de combustão, cuja proposta foi atribuída a Beau das Rochas em 1862, esse fato ocorreu quando o inventor propunha as condições em que a máxima força dos motores de combustão interna poderia ser atingida.

Carvalho (2011) os pontos avultados no trabalho em que a eficiência do motor pode ser elevada ao máximo, e isso promove o maior volume possível do cilindro, contudo, com as mínimas superfícies de fronteiras, acrescentando também uma maior agilidade de trabalho possível e a maior taxa de ampliação possível, como também acelera a máxima pressão provável no começo do tempo de ampliação. Esta mistura é presente em todos os motores de combustão interna e participa diretamente da combustão, sendo seu agente mais ativo e causador do processo. Os motores recebem esse nome porque possuem interiores, onde a mistura ar-combustível, seguida de uma faísca, uma combustão controlada, convertendo a energia gerada em trabalho, transfere seu eixo pelo pistão e a biela, componentes da câmara.

Para Simêncio (2019) os motores a combustão interna podem ser classificados de acordo com diversas características, e entre elas destacam-se o sistema de alimentação de combustível, a disposição dos componentes internos, quanto ao sistema de arrefecimento, quanto às válvulas, quanto à alimentação de ar, quanto à relação entre o diâmetro e curso do pistão, quanto à rotação, quanto à fase do combustível e à potência específica.

De acordo com Tillman (2013) as primeiras experiências relacionadas ao desenvolvimento de um motor aconteceram na segunda metade do século XVII, e para isso foi utilizado a pólvora utilizada para fazer a movimentação de um pistão dentro de um cilindro. Ressalta-se que os primeiros relatos sobre o aparecimento dos motores de combustão tiveram o começo com o invento das armas de fogo, visto que a energia térmica da explosão se transformava em trabalho.

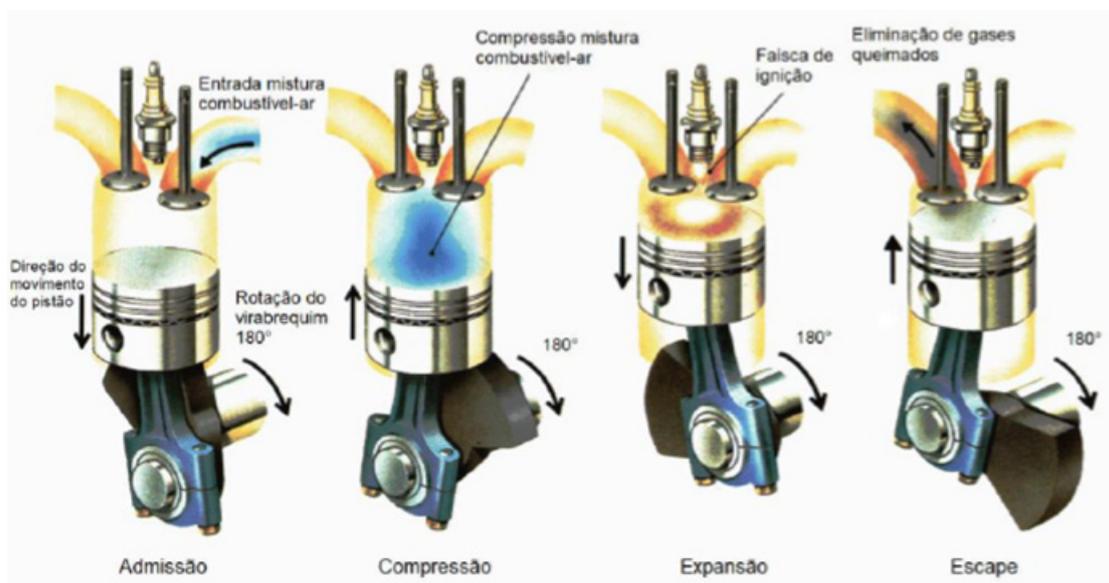


Figura 1 – Ilustração dos quatro tempos do motor ciclo Otto

Fonte: Fonte: Simêncio (2019, p. 15)

O ciclo começa quando o pistão sai do TDC no PMI e abre a válvula de admissão, onde o ar atmosférico é formado na câmara junto com o combustível injetado através do sistema de suprimento de ar, resultando em uma mistura ar/combustível, ciclo isso

na chamada. No segundo curso, o pistão realiza o movimento contrário ao curso anterior, realizando um movimento em direção ao ponto morto superior, comprimindo a mistura e aumentando a pressão na câmara de combustão, a válvula do cabeçote fecha, realizando o ciclo de compressão.

A terceira vez ocorre no instante da ignição da faísca causada pela vela de ignição, causando trabalho, fazendo com que o virabrequim se mova, e um ciclo de expansão. Finalmente, quando o pistão retorna ao ponto morto superior, a válvula de escape se abre, liberando seu gás para a atmosfera, executando o ciclo de escape (SENAI/RS, 2003).

A estrutura do motor à combustão interna é um conjunto de peças mecânicas responsáveis por produzir trabalho através da transferência de energia química em mecânica, a rotação do motor é transferida para a caixa de transmissão, responsável por transferir o trabalho produzido para o eixo-roda. Os motores ciclo Otto são subdividido em três partes, que são: Cabeçote, bloco do motor e cárter (VARELLA, 2020).

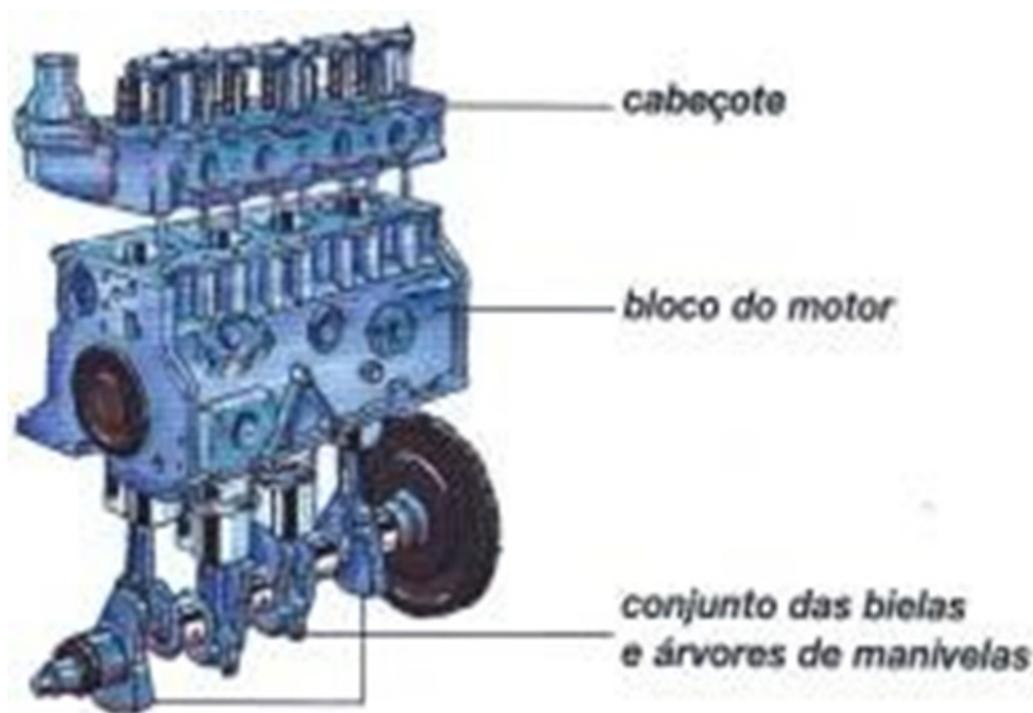


Figura 2 – Estrutura do motor a combustão interna

Fonte: Fonte: Senai/RS (2003, p. 13)

3. SISTEMA DE INJEÇÃO ELETRÔNICA E AS ALTERAÇÕES PARA ATENDER

Em 1912 foi criado o sistema de injeção eletrônica de alto custo, por este motivo era utilizado apenas em carros de corridas, o projeto chamado de Electrojector pela Bendix Corporation durou 45 anos, houve diversas tentativas para a implantação do projeto em parceria com a American Motors Corporation – AMC, porém apresentava falhas na partida em dias frios, com desgaste em ambas as partes, a Bendix decidiu então negociar suas patentes para a marca alemã Bosch, onde alterou o sistema para injeção mecânica e o chamou de jetronic. Em 1974, a Bosch passou a produzir o sistema de injeção le-jetronic, onde foi utilizado nas marcas Volkswagen, Mercedes, Volvo, entre outras, pois se tornou um ótimo custo-benefício, onde já era utilizada a injeção por bicos injetores eletrônicos (FLATOUT, 2020).

No Brasil, a injeção le-jetronic chegou em 1988 por meio do veículo Volkswagen gol GTi, onde no início não agradou muito aos reparadores automotivos por ser um sistema analógico, muitos não conseguiam manusear as ferramentas primordiais para o diagnóstico preciso, como a caneta de polaridade, manômetros e multimetros, além do motor ser controlado por três módulos eletrônicos, o LE para injeção, o EZK para potência da ignição e o TSZ responsável por controlar o avanço de ignição, fatores que causaram transtorno para aqueles que trabalhavam apenas com o carburador (FLATOUT, 2020).

Instituído em 1988, o sistema de injeção eletrônica analógica, nascido para trocar o carburador, domina o mercado automobilístico desde 1991. Seu funcionamento foi caracterizado pela maior eficiência do motor, pois seu sistema eletrônico prova a correta dose da mistura (ar) -(combustível). Como não possui sensor de oxigênio, essencial para a correção da combinação, e não possui placa de memória e diagnóstico de falhas, acaba desperdiçando seu espaço para sistemas mais modernos, como a injeção eletrônica digital monoponto (OVERCAR, 2008).

A injeção eletrônica de combustível criada na década de 90 pela Bosch assemelha-se com os tipos de injeção mecânica dos carburadores, porém, com mais recursos. Entre eles, destacam-se a integração do sistema de autodiagnóstico, isso pelo fato de ter um microcontrolador no qual possui memória para armazenamento de dados, e também a existência de controles para correção de mistura baseado na análise de informações colhidas por sensores e interpretadas eletronicamente (OVERCAR, 2008).

Segundo Bosch (2014) o módulo de injeção eletrônica de combustível é um dispositivo que monitora e controla o funcionamento do motor a partir de entradas e saída de dados, com o objetivo de equalizar uma mistura ar/combustível ideal independente do regime de carga durante o funcionamento do motor.

O módulo de injeção eletrônica é responsável por mapear informações de sensores distribuídos no motor, através dessas informações alimentam atuadores para realizar uma mistura Ar/Combustível ideal chamada de mistura estequiométrica, porém toda máquina não consegue ter um rendimento projetado total, então essa mistura oscila entre pobre (menor volume combustível e maior quantidade de massa de ar) e rica (maior volume de combustível e menor quantidade de massa de ar) (BOSCH, 2020).

Todas as informações importantes são colhidas por sensores eletrônicos e enviados a uma unidade de controle (ECU) que são comparados com dados já pré-determinados. A partir dessa comparação a ECU realiza os cálculos para enviar os comandos aos atuadores, que irão corrigir os parâmetros de injeção caso haja necessidade (BOSCH, 2005). O perfeito funcionamento dos sensores e atuadores resulta no funcionamento correto da ECU, bem como o funcionamento do motor, chegando aos resultados de rendimento desejados, levando em consideração os níveis de poluentes e o consumo de combustível (BOSCH, 2005).

O sistema de admissão possui diversos tipos de medições onde dependem do objetivo em que foi projetado o motor, para medição direta utiliza-se do sensor de fluxo de ar – MAFS, este sensor tem a função de medir o fluxo de ar que passa pelo duto de admissão de massa de ar logo após ser filtrado pelo elemento filtrante. Já para o sistema de admissão indireta, o sensor MAFS é substituído pelo sensor de pressão absoluta do coletor de admissão, porém este segundo sensor é localizado na região do coletor de admissão, medindo assim a pressão absoluta presente no coletor (BRUNETTI, 2012).

A medição de temperatura do motor para o líquido de arrefecimento (CLT - Coolant Temperature) quanto para temperatura do ar no coletor de admissão (MAT - Manifold Air Temperature), são feitas através de sensores que variam sua resistência elétrica em função da temperatura. O sensor é do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient) do qual envia

um sinal inversamente proporcional sobre a temperatura medida (BOSCH, 2014).

O sensor de temperatura do ar (MAT) na admissão tem importância fundamental para a ECU calcular a massa de ar. Este sensor fica localizado no coletor de admissão e está submetido a variações de temperatura do ar (ALCANTARA, 2015). Já o sensor de temperatura do líquido de arrefecimento (CLT) do motor, permite que a ECU trace as estratégias de correção no tempo de ignição, sabendo que com o motor frio o ângulo de adiantamento de ignição deve ser maior. A ECU através da informação desse sensor pode realizar o acionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento, utilizando de relés convencionais (ALCANTARA, 2015).

O sensor de posição da válvula borboleta (TPS – Throttle Position Sensor) tem função de informar a posição da abertura da válvula, que é comandada pelo condutor através do pedal de acelerador. Este sensor é composto por um resistor variável linear, que envia o sinal elétrico a ECU que irá calcular a quantidade de combustível necessária em qualquer situação de aceleração requerida pelo condutor (BOSCH, 2014).



Figura 3 – Ilustração do sensor de temperatura de água

Fonte: General Motors (2010)

4. NOVAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA INSERÇÃO DOS MOTORES ELÉTRICOS NOS VEÍCULOS

De acordo com Hoyer (2008) a origem dos primeiros modelos de carros elétricos tem início em meados do século XIX e está relacionada à origem das primeiras baterias. As primeiras baterias de chumbo e ácido surgiram por volta de 1859 e a partir de então esse tipo de bateria veio a ser utilizada por diversos veículos elétricos que foram desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, EUA e Reino Unido.

Em 1834 foram surgindo os veículos com motores elétricos. O inglês David Salomons foi o inventor de um dos primeiros modelos de motores elétricos em 1874, onde foram destacadas duas características, que são discutidas quando comparada aos motores a combustão interna, são elas: o ruído (pois os elétricos são silenciosos) e o bom desempenho, porém em contrapartida sua autonomia era reduzida (BRUNETTI, 2012). Duas outras tecnologias desenvolvidas por volta de 1900 foram, também, de grande importância para melhorar o desempenho dos carros elétricos: a frenagem regenerativa (que consiste em se recuperar parte da energia cinética perdida em uma frenagem e com ela carregar a bateria) e o sistema híbrido a gasolina e eletricidade (HOYER, 2008).

De acordo com Brunetti (2012, p. 457) “o primeiro registro de um carro híbrido ocorre em 1898, elaborado por Ferdinand Porsche. O carro usava um MCI que gerava energia para

um ME tracionar as rodas. No ano seguinte, o veículo ganhou tração integral com o uso de quatro ME”.

Em 1905 o americano H. Piper patenteou um HEV que atingia 40,2 km/h, a partir desta patente essa tecnologia ganhou espaço no mercado automotivo até o ano de 1910, porém os HEV começaram perder a disputa no mercado com os MCI. O aumento de postos de gasolina, o custo alto da eletricidade e a produção em massa do modelo T a combustão por Henry Ford (1913) foram fundamentais para deixar a tecnologia dos veículos com ME estagnada (BRUNETTI, 2012).

A preocupação com as fontes alternativas de energia voltou à tona quando houve uma elevação no preço do petróleo, algumas montadoras produziram novos modelos HEV e testaram conceitos entre os anos de 1970 a 1990. Nos Estados Unidos existia uma dependência de petróleo estrangeiro, então criaram o programa para diminuir a dependência do petróleo, incentivando a população comprar veículos elétricos onde em contra partida teria um aumento positivo na economia do país (BRUNETTI, 2012).

Atualmente existem alguns modelos de veículos elétricos e híbridos disponíveis no mercado, podendo-se citar, por exemplo: a Toyota Prius, lançado em 1997, que se caracteriza como um sedã híbrido de quatro portas; o insight da Honda, lançado em 1999, que também é um modelo híbrido; o Civic Híbrido, lançado pela Honda em 2003; a Nissan leaf e o i-MiEV da Mitsubishi que são exemplos de modelos puramente elétricos (CHIARADIA, 2015).

Para Sampaio (2012) “O ME é o equipamento destinado a transformar a energia elétrica em energia mecânica e a sua montagem nos veículos pode realizar-se em várias disposições: na dianteira, na traseira, ou ainda montados diretamente nas rodas”. Existem diversos tipos de ME onde sua aplicabilidade dependerá do objetivo projetado.

Os motores que têm melhor aplicabilidade em veículos elétricos são os motores com escovas, ímanes permanentes e o motor “Brushless” todos esses de corrente contínua (DC), já para o motor de corrente alternada (AC) utiliza-se os síncronos de ímanes permanentes, indução trifásico e relutância comutada (SAMPAIO, 2012).

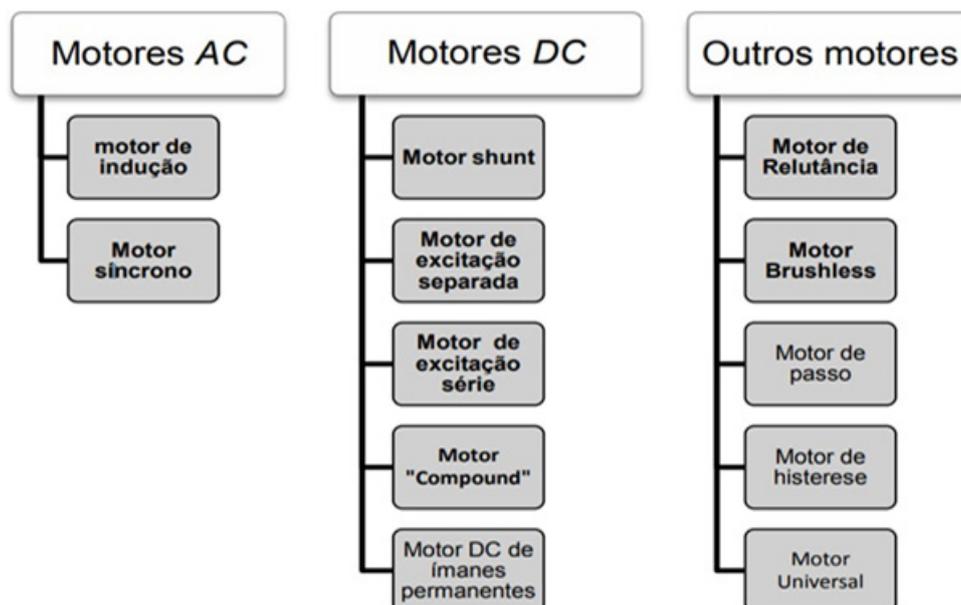


Figura 4 – Tipo de motores elétricos

Fonte: Sampaio (2012)

De acordo com Sampaio (2012) “Atualmente os motores que têm melhores caracterís-

ticas para aplicações em veículos elétricos são: motor DC com escovas, motor DC de ímanes permanentes, motor “Brushless” DC, motor Síncrono de Ímanes permanentes, motor de indução trifásico, motor de Relutância Comutada”. O que diferencia o tipo de aplicabilidade são custo, eficiência e desempenho.

O controle monitora e gerencia o funcionamento dos ME, da tração e bateria. Além de gerenciar, comunica parâmetros como o de alimentação da bateria e autonomia. São utilizados inversores para controlar motores com corrente alternada, conversores para motores de corrente contínua, sendo necessário realizar uma análise detalhada no momento do projeto para escolher a tecnologia que melhor atende a finalidade do veículo (SAMPAIO, 2012).

A bateria tem a função de converter uma reação química em energia elétrica. As baterias são conjuntos de células e sua ligação pode ser em série e paralelo, para Sampaio (2012) “uma célula é constituída por três componentes: Ânodo – fornece elétrons ao circuito; Cátodo – aceita os elétrons do circuito elétrico; Eletrólito - é o meio de transferência de carga entre o ânodo e o cátodo”.

A figura 5 apresenta que o ME tem melhor custo-benefício é o motor DC com escovas, seguido do motor trifásico por indução, já o de custo mais elevado são os motores AC de ímanes permanentes. Os modelos de motores elétricos com maior eficiência são de ímanes permanentes AC e DC, porém este segundo fica um pouco a frente. Quando o assunto é fiabilidade os motores de relutância comutada apresentam os melhores parâmetros, todos os modelos de motores citados têm um bom desempenho (SAMPAIO, 2012).

	CUSTO	EFICIÊNCIA	FIABILIDADE	DESEMPENHO
MOTOR DC	+	-	-	±
MOTOR BRUSHLESS DC	-	+	+	+
MOTOR SÍNCRONO DE ÍMANES PERMANENTS	-	+	+	±
MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO	±	+	+	+
MOTOR DE RELUTÂNCIA COMUTADA	-	±	+	+

Figura 5 – Comparação entre os ME

Fonte: Sampaio (2012)

O controle monitora e gerencia o funcionamento dos ME, da tração e bateria. Além de gerenciar, comunica parâmetros como o de alimentação da bateria e autonomia. São utilizados inversores para controlar motores com corrente alternada, conversores para motores de corrente contínua, sendo necessário realizar uma análise detalhada no momento do projeto para escolher a tecnologia que melhor atende a finalidade do veículo (SAMPAIO, 2012).

A bateria tem a função de converter uma reação química em energia elétrica. As baterias são conjuntos de células e sua ligação pode ser em série e paralelo, para Sampaio (2012) “uma célula é constituída por três componentes: Ânodo – fornece elétrons ao circuito; Cátodo – aceita os elétrons do circuito elétrico; Eletrólito - é o meio de transferência de carga entre o ânodo e o cátodo”.

As baterias de lítio são mais duradouras e eficientes em relação à autonomia dos veículos, recarregam em menor tempo e não viciam, porém o investimento deve ser maior para utilizar essa tecnologia, sendo assim o maior desafio dos veículos híbridos e elétricos, onde são custos para desenvolver esse tipo de tecnologia, que somados ficam bastante

elevados, onerando o preço final dos veículos HEV - Hybrid Electric Vehicle e EV comparado aos MCI, fazendo com que o consumidor compre veículos convencionais, ou seja, com motor a combustão.

Os híbridos são carros com motor a gasolina que utilizam suas baterias elétricas para coletar e reaproveitar a energia que normalmente é desperdiçada nos carros convencionais, resultando em uma economia muito maior no consumo de combustível, mas os motores híbridos, embora mais populares agora, não são novidade que foi criado em 1899 por Ferdinand Porsche. “No entanto, os carros elétricos não faziam sucesso na época porque tinham vários problemas, como armazenar cargas nas baterias, então eles não insistiam nesses motores” (AMORIM, 2012, p.26).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da eletrônica que controla o motor acabou sendo a base para a criação de sensores mais rápidos, atuadores e unidades de controle, necessários para o surgimento da tecnologia aprimorada e outros. Nesse contexto, o afirma que o turbo compressor aparece como a principal ferramenta do para aumentar a eficiência e substituir o motor. Também se destaca nesse ambiente do controle variável, cada vez mais utilizado pela indústria, que traz às mais vantagens do motor, pois melhora o consumo, torque e emissões.

Tecnologias que incluem sistemas de injeção eletrônica (sensores e atuadores) contribuem para uma melhor economia de combustível e conformidade com os regulamentos aprovados pela agência. O conceito de usuário do mudou em termos de componentes eletrônicos, com maior confiabilidade em relação aos componentes mecânicos do motor de combustão interna.

Os avanços tecnológicos aumentaram a frota de veículos ME e HEV, mas o ainda é muito diferente do. MCI por ser uma tecnologia de alto custo. Por isso, o governo precisa de incentivos fiscais para os consumidores adquirir a tecnologia, e as empresas brasileiras estão investindo para não precisar importar autopeças.

Notou-se que todos os objetivos foram devidamente mencionados e atingidos no decorrer do presente trabalho, além de ter sido solucionada a pergunta norteadora da pesquisa. Dessa forma, considera-se para trabalhos futuros, sobre estudo evolução tecnológica nos motores a combustão interna ciclo otto e o avanço dos veículos elétricos e híbridos.

Referências

- AMORIM, José de Campos. **A tributação automóvel e suas implicações ambientais**, Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, 2012.
- BOSCH. **Manual de tecnologia Automotiva**. 25 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 1232p.
- BOSCH. **Manual de tecnologia Automotiva**. 32 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2014. 960p.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. São Paulo: Edgard Blucher, 2012.
- CARVALHO, Márcio Augusto Sampaio de. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Salvador 2011.
- FLATOUT. **Qual foi o primeiro carro “injetado” da história?**
- OVERCAR. **Injeção eletrônica analógica**. Disponível em <http://www.overcar.com.br/index.php/artigos/inje>

cao-eletronica/3- injecaoeletronica/12-injecao-eletronica-analogica. Acesso em: 03 set. 2022.

SAMPAIO, Nuno Miguel Alves. **Estudo da viabilidade técnica e econômica da conversão para veículo elétrico**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia) – Instituto de Engenharia, Instituto, 2012.

SEGNINI, André Petrilli; FERNANDES, Érico Ribeiro França Quadra; DE AMORIM, Juliana. A ACEITAÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS OU HÍBRIDOS POR ALUNOS DA UNICAMP. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 6, n. 1, 2010.

SENAI/RS. **Automotiva: Mecânica de automóveis motores de combustão interna álcool e gasolina**. Santa Maria: Editora SENAI Rio Grande do Sul, 2003.

SIMÊNCIO, Éder Cícero Adão. **Motores de combustão interna**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

SIND PEÇAS. **Relatório frota Abril 2020**. Disponível em: https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2020/RelatorioFrotaCirculante_Abril_2020.pdf. Acesso em 25 ago, 2022.

TILLMANN, C. A. C. **Motores de combustão interna e seus sistemas**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas-Visconde da Graça. 2013.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Constituição dos motores**. Disponível em: http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/constituicao_dos_motores.pdf. Acesso em: 16 Ago, 2022.

27

PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA: O CENÁRIO ATUAL E O FUTURO DA FUNDIÇÃO E USINAGEM

MECHANICAL MANUFACTURING PROCESSES: THE CURRENT SCENARIO AND THE FUTURE OF CASTING AND MACHINING

Marcos Vinícius Sousa de Jesus

Thiago Santana de Oliveira

Resumo

Os processos de fabricação mecânica: fundição e usinagem são de extrema importância para o avanço da sociedade evoluída como se tem conhecimento atualmente. Dentre tais processos, tem-se a fundição, que é o processo pelo qual os metais ou ligas metálicas em estado líquido são inseridos em um molde para a fabricação de variados tipos de peças, podendo ser o processo mais simples e econômico de se produzir uma peça. Outro processo aqui abordado é o da usinagem, onde a peça sofre desgaste mecânico visando dar forma e acabamento final a partir de uma peça bruta. Tal processo engloba muitas máquinas, nos quais destacam-se os tornos, fresadoras, retificadoras, furadeiras e centros de usinagem. A partir da abordagem dos dois processos citados, tem-se a investigação das novas tecnologias aplicas a tais processos. A informatização auxilia no projeto de produtos, sua fabricação e no planejamento dos processos de fabricação. Em aplicações contemporâneas de fabricação computadorizada, o processo geralmente começa com o projeto auxiliado por computador, para criar inúmeras simulações e determinar como as máquinas e suas peças se comportarão em diferentes circunstâncias. A fabricação envolve o manuseio de materiais e a fabricação do produto. Esses processos também podem ser automatizados por tecnologias computadorizadas. Na literatura técnica, essas tecnologias são geralmente chamadas de CAM, que é um acrônimo para fabricação assistida por computador. Quando a manufatura auxiliada por computador também usa projeto auxiliado por computador, isso é chamado de CAD/CAM.

Palavras-chave: Fabricação. Processo. Tecnologia. Fundição. Usinagem.

Abstract

Mechanical manufacturing processes: casting and machining are extremely important for the advancement of the evolved society as we know it today. Among such processes, there is foundry, which is the process by which metals or metal alloys in a liquid state are inserted into a mold for the manufacture of various types of parts, which may be the simplest and most economical process to produce a ask. Another process discussed here is machining, where the part undergoes mechanical wear in order to shape and final finish from a raw part. This process encompasses many machines, in which lathes, milling machines, grinding machines, drills and machining centers stand out. From the approach of the two cited processes, there is the investigation of the new technologies applied to such processes. Computerization assists in the design of products, their manufacture and the planning of manufacturing processes. In contemporary computerized manufacturing applications, the process often starts with computer-aided design to create numerous simulations to determine how machines and their parts will behave under different circumstances. Manufacturing involves handling materials and making the product. These processes can also be automated by computerized technologies. In the technical literature, these technologies are often referred to as CAM, which is an acronym for computer-aided manufacturing. When computer-aided manufacturing also uses computer-aided design, this is called CAD/CAM.

Keywords: Manufacturing. Process. Technology. Foundry. Machining.



1. INTRODUÇÃO

Esse artigo tem como foco dois processos muito importantes na fabricação mecânica: a fundição e a usinagem. Fabricar consiste basicamente em alterar a matéria-prima com o intuito de obter o produto acabado. O ser humano iniciou o processo de fabricação de ferramentas para seu uso no cotidiano como serrar madeira, cotar alimentos, perfurar materiais, raspar couro etc. muito antes dos registros históricos, datas que são incertas, porém define um dos períodos mais longos da história humana. A grande evolução na história na fabricação de ferramentas e utensílios ocorreu em um período chamado Idade dos metais, de 5 mil até 4 mil anos a.C., quando se desenvolveu o processo de fundição e diferentes metais, como ligas de bronze, ferro, zinco, cobre.

A fabricação permite que as empresas vendam produtos acabados a um custo mais alto do que o valor das matérias-primas utilizadas. A fabricação em larga escala permite que os produtos sejam produzidos em massa usando processos de linha de montagem e tecnologias avançadas como ativos principais. Técnicas de fabricação eficientes permitem que os fabricantes aproveitem as economias de escala, produzindo mais unidades a um custo menor.

Neste sentido, os avanços tecnológicos de diversos segmentos estão alterando cada vez mais rápido a realidade do mundo. Tais avanços se devem muito pela capacidade humana que, desde praticamente o seu surgimento, transforma objetos da natureza em ferramentas úteis para o seu fim. Com o passar dos anos, a necessidade de aperfeiçoar essas técnicas para criação dessas ferramentas foi inerente para atender a grande demanda que estaria por vir. Tais técnicas deveriam conciliar qualidade e principalmente larga escala. É então introduzido o conceito de processos de fabricação mecânica. São processos que vem se aperfeiçoando continuamente para acompanhar o desenvolvimento tecnológico e futuros desafios. Logo, qual a importância e implicações da tecnologia aplicada a usinagem e fundição?

A forma como os produtos são fabricados mudou ao longo do tempo. As pessoas historicamente fabricaram bens usando matérias-primas. E em certos casos, eles ainda o fazem. A fabricação manual envolve o uso de ferramentas básicas através de processos mais tradicionais. Esta forma de fabricação é frequentemente associada à arte decorativa, produção têxtil, marcenaria, carpintaria e alguns trabalhos em metal.

Produtos feitos à mão são trabalhosos e exigem muito tempo. Em alguns casos, eles podem cobrar um preço alto, dependendo do fornecedor e do tipo de mercadoria. Empresas maiores usam a mecanização computadorizada para produzir itens em massa em uma escala muito maior. Este processo envolve o uso de máquinas, o que significa que a manipulação manual dos materiais não é necessária. Muito pouco capital humano é utilizado no processo de produção, embora indivíduos altamente qualificados possam essenciais para operar e garantir que o maquinário esteja funcionando corretamente.

O objetivo geral é discutir como os processos de fabricação mecânica: fundição e usinagem ainda são vantajosas economicamente devido a seus baixos custos de operação e qualidade alcançada e como tais processos estão evoluindo com aplicação de simulação e prototipação assistidas por computador. Os objetivos específicos são: conceituar o processo de usinagem; definir e caracterizar o processo de fundição; descrever os benefícios da computação e tecnologia CAD/CAM na usinagem e fundição.

Portanto, existe uma enorme quantidade de inovação e hibridização em tecnologias

avançadas de fabricação. A fabricação assistida por computador (CAM) tem sido fundamental para criar produtos com alto grau de exatidão e precisão. Máquinas modernas e tecnologias de software permitiram criar peças melhores com cada vez mais controle sobre todo o processo. A introdução de métodos computadorizados foi um ponto de virada na indústria de manufatura. Ele transfigurou a indústria manufatureira de muitas maneiras. As modificações em uma peça dentro do processo de fabricação se tornaram mais fácil e rápida de realizar reduzindo significativamente o desperdício de material.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. O período dos artigos pesquisados foram os últimos cinco anos. As palavras-chave utilizadas na busca: fabricação, processo, tecnologia fundição, usinagem. Após a escolha do tema, definição do levantamento bibliográfico inicial e formulação do problema foram elaborados um plano provisório sobre o assunto. A etapa de pesquisa teve como propósito proporcionar uma análise do problema, tendo como principal modelo a pesquisa bibliográfica. Esta estratégia assumida foi o ponto inicial do projeto de pesquisa que, atingiu o aspecto definitivo a partir das modificações absorvidas com o aprofundamento da leitura e com o decorrente amadurecimento dos entendimentos e objetivos em torno da pesquisa.

2.2 Resultados e Discussão

A indústria de fabricação, que está em constante evolução, emprega as novas tecnologias com o objetivo de produzir mais em menos tempo. Para melhorar a qualidade da fabricação, é extremamente importante o pleno conhecimento dos fatores envolvidos nos Processos de Fabricação Mecânica. Com o desenvolvimento dos processos industriais, foi possível aumentar cada vez mais a produção de bens de consumo para a população mundial, o que tornou o comércio fortemente globalizado. Com o surgimento de computadores com processadores mais rápidos, muitas tarefas mais complexas puderam ser automatizadas.

O avanço da eletrônica fez com que muitos processos tivessem um expressivo acréscimo de produção, como a fabricação de peças com máquinas CNC, na qual o computador executa inúmeras funções desempenhadas. O progresso tecnológico e os futuros desenvolvimentos de setores da economia dependem dos avanços obtidos na fabricação de bens e no desenvolvimento de fabricação mais competitiva nas empresas de bens de capital e de consumo.

De maneira geral, pode-se afirmar que a evolução tecnológica é caracterizada pela junção íntima entre projetos evoluídos de produtos e desenvolvimento de metodologias, métodos e modelos mais efetivos para sua fabricação. É condição necessária e suficiente que as especificações obtidas nos produtos físicos, após a sua fabricação, guardem relação biunívoca com as respectivas especificações constantes no seu desenho de produto, para mantê-lo competitivo e com qualidade constante.

Os processos de fabricação evoluíram significativamente durante os últimos séculos.

A evolução da fabricação manual, usada por obreiros ou artesãos, ao processo automatizado, resultou no aumento da produção e a redução dos custos. A otimização do tempo e a qualidade final do produto. Os serviços de usinagem, por exemplo, são difundidos no mundo inteiro devido a versatilidade de produtos obtidos através deste processo. A usinagem é reconhecidamente o processo de fabricação mais popular do mundo empregando milhões de pessoas (FRACARO,2017).

Segundo Groover (2019, p.348):

Usinagem é um processo de fabricação em que uma ferramenta de corte afiada é utilizada para remoção do material produzindo o formato da peça desejada. A ação predominante de corte na usinagem envolve a deformação por cisalhamento do material trabalhado para formar o cavaco; conforme o cavaco é removido, uma nova superfície é exposta.

Neste sentido, a usinagem é o processo destinado a retirar um sobremetal com o interesse em dar forma, dimensão e acabamento ao material usinado. A manutenção também utiliza o processo de usinagem para componentes que necessitam corrigir falhas ou dimensões. A retirada do sobremetal é mais conhecida no meio industrial como cavaco. Podendo o cavaco ser de diferentes tipos de materiais, como por exemplo, ferro fundido, aço, alumínio, bronze entre outros. A peça em seu estado bruto já possui um formato definido, podendo ser blocos, tarugos, fios, chapas ou barras. Este formato bruto é o que irá definir qual processo de usinagem deve ser aplicado. A usinagem é dividida por Machado (2018, p. 4) em dois grupos, sendo a usinagem convencional e a não convencional, sendo cada grupo utilizado em situações e objetivos diferentes.

Desse modo o processo adequado garante uma usinagem com dimensões mais precisas além de uma qualidade na superfície das peças. Ao se tratar de exatidão dimensional e da qualidade da superfície, significa que alguns critérios de tolerância precisam ser obedecidos, pois há especificações técnicas a respeito do seu uso que precisam estar coerentes com o projeto. Para Diniz, Marcondes e Coppini (2018) é preciso conhecer o tipo de máquina-ferramenta a serem usadas, as ferramentas de corte adequadas e a usinabilidade do material (grau de dificuldade para se usinar o material). Assim será possível cumprir com as exigências do projeto.

A usinagem começou em tempos remotos com processos totalmente manuais e hoje em dia evoluiu muito com o uso de máquinas de alta precisão, como é o caso das chamadas CNC - Comando Numérico Computadorizado. O estudo da usinagem é baseado nas propriedades dos materiais, na termodinâmica (geração e propagação de calor) e na mecânica (cinemática, atrito e deformação). Segundo a norma DIN 8580, aplica-se a todos os processos de fabricação onde ocorre a remoção de material sob a forma de cavaco, que por sua vez, é uma porção de material da peça retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma irregular (FERRARESI, 2018).

A maioria de todos os produtos industrializados em alguma de suas etapas de produção sofrem algum processo de usinagem (FARIA, 2020). As exigências do processo de usinagem são sempre levadas em conta na produção de ferramentas de corte, há pesquisas visando a qualidade das peças e sua viabilidade econômica no processo de fabricação, buscam sempre materiais mais resistentes ao desgaste e com maior vida útil, considerando todo o processo de usinagem, a geometria específica da ferramenta, suas condições de corte, o material da peça e materiais auxiliares (BORGES,2019). O processo de corte é um ponto fundamental na usinagem, os problemas de usinagem são decorrentes do processo de formação de cavaco, que é de extrema importância compreender esse procedimento (BORGES,2019).

Como um exemplo de objeto produzido através de processo de usinagem pode-se citar uma engrenagem de aço carbono utilizadas na transmissão de movimento, conforme figura abaixo:

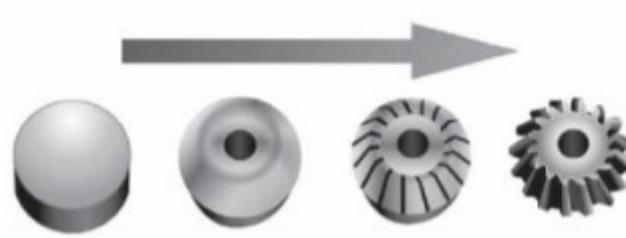


Figura 1 - Produção de engrenagens

Fonte: Borges (2019, p. 170)

Uma sequência de operações de remoção de material da sua forma bruta até chegar à forma final do componente, e é fácil perceber que para cada operação executada serão necessárias diferentes ferramentas de corte que permitam a execução da geometria da peça (REBEYKA,2019). Algumas vantagens dos processos de usinagem são elevados graus de precisão dimensional, produção de grande diversidade de geometrias de peças, controle de acabamento superficial bastante refinado, processos envolvendo poucas alterações nas propriedades do material da peça (REBEYKA, 2019).

Os processos convencionais de usinagem ainda podem ser subdivididos em duas classes: usinagem com ferramenta de corte com sua geometria definida como o fresamento, torneamento e furação e usinagem com ferramenta com geometria não definida como o brunimento, retificação e lapidação (SOUZA, 2020). O torneamento é um processo de usinagem que tem como objetivo a obtenção de superfícies de peças que giram em torno do seu próprio eixo. O fresamento é um processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de superfície com a ajuda de ferramentas multicortantes, conhecidas como fresas (SOUZA, 2020).

Segundo Faria (2020), a fundição é o processo pelo qual os metais ou ligas metálicas em estado líquido são inseridos em um molde para a fabricação de variados tipos de peças, podendo ser o processo mais simples e econômico de se produzir uma peça. Tais peças podem passar por tratamento térmico para maior resistência mecânica. São vários os processos para se produzir peças fundidas, sendo os mais comuns: fundição por centrifugação, de precisão, gravidade e sob pressão. Cada processo se ajusta a determinadas exigências de qualidade, custo e tempo. A fundição pode dar origem a peças acabadas ou não, podendo assim, passar por processos de conformação mecânica como forja, por exemplo. Pode ser necessário também ajustes dimensionais, soldagem ou usinagem. Peças que serão usinadas é comum deixar sobremetal para posteriores processos (CHIAVERINI, 2019) A figura 2 demonstra um dos processos iniciais envolvidos na fundição, que é o derretimento do metal que será introduzido no molde (FARIA, 2020).



Figura 2 - Aço derretido

Fonte: Faria (2020, p. 95)

De acordo com Chiaverini (2019), as principais vantagens envolvidas nesse processo é a possibilidade de produção em massa de peças de formas complicadas que são difíceis de se obter em outros processos convencionais como usinagem, por exemplo. Dependendo da qualidade do material e do molde, as peças podem ser produzidas praticamente acabadas, necessitando de pouca ou nenhuma usinagem posterior, o que torna mínima a importância de adotarem-se ligas fáceis de usinar. O processo permite um rigoroso controle do tamanho e tolerância geométrica. Como desvantagem, observa-se o elevado custo para fabricação de peças grandes.

Segundo Moro (2018), apesar de haver muitas variantes no processo de fundição, o tipo de molde a ser utilizado é o que mais afeta nas propriedades físicas do material resultante. A taxa de dissipação de calor pelo molde, por exemplo, determina o tamanho final de grão consequentemente a característica de resistência mecânica da peça. Hoje, quase todos os dispositivos mecânicos que usamos, de automóveis a máquinas de lavar, são fabricados com peças de metal criadas pelo processo de fundição. A diferença entre os produtos de metal fundido de hoje e aqueles que foram fabricados até 100 anos atrás é a precisão e as tolerâncias que podem ser alcançadas através do processo de projeto automatizado computadorizado e métodos modernos para produzir os machos e moldes detalhados. A fundição de metal moderna representa inovação no trabalho (MORO, 2018).

Ao longo dos séculos, várias combinações de matérias-primas foram desenvolvidas para produzir vários tipos de metais. Alguns produtos fundidos são usados em motores que exigem alta tolerância ao calor e ao frio. Os tubos de ferro fundido devem resistir à corrosão e a altas pressões. Outras peças fundidas devem ser leves, mas duráveis. Em muitas aplicações, as peças são projetadas para permitir tolerância precisa entre expansão e contração (FARIA, 2020).

Outros processos de fundição incluem fundição em gesso, fundição sob pressão e fundição de investimento. A fundição de gesso simplesmente substitui a areia por um molde de gesso. A fundição sob pressão requer duas peças grandes e móveis de metal não ferrosas que se prendem sob alta pressão (FARIA, 2020). O metal fundido é injetado na matriz e as partes metálicas são separadas uma vez endurecidas. O processo de microfundição começa com o preenchimento de um molde com cera. Uma vez que a cera endurece, ela é revestida várias vezes em um material cerâmico. Este é aquecido até que a cera derreta e o molde de cerâmica permaneça. O molde é preenchido com metal fundido, resfriado e, em seguida, o material cerâmico é quebrado.

Neste mesmo contexto, a usinagem por meio do Comando Numérico Computadori-

zado (CNC) é muito diferente da usinagem convencional. O CNC pode ser definido, de forma simplificada, como um sistema de controle capaz de receber uma informação numérica e transmiti-la em forma de comando à máquina, de modo que ela realize operações numa determinada sequência, sem intervenção do operador. O CNC é composto por uma unidade de entrada de informações, que pode ser por entrada manual, microcomputadores ou leitora de fitas. Depois da entrada de informações há uma unidade calculadora que processa as informações e fórmula os comandos para as unidades móveis da máquina-ferramenta, onde está colocada uma unidade interface, que é adaptada à máquina (FRACARO, 2017). A figura 3 mostra um torno CNC que nesse tipo de máquina é utilizada por meio de um programa CNC.



Figura 3 - Torno mecânico com CNC

Fonte: Rebeyka (2019, p. 280)

O preparador da máquina ativa o programa, faz as montagens da ferramenta e da peça e testa a execução da primeira peça. A máquina CNC efetua a usinagem de forma automática na sequência programada e por fim o operador efetua a produção do lote de peças, trocando o material para cada nova peça, fazendo pequenos ajustes e controlando a qualidade do produto (REBEYKA, 2019). Pode-se pensar que as máquinas CNC exigem maior investimento inicial quando comparadas as máquinas convencionais, pois o uso eficiente das máquinas CNC depende principalmente do programador e da equipe de planejamento de processos. Porém, o investimento maior é compensado em função das vantagens do processo: produção de peças com menor tempo de fabricação, melhor controle de qualidade do produto e aumento de produtividade (REBEYKA, 2019).

Nesse mesmo contexto, as siglas CAD/CAM, significam desenho auxiliado por computação e manufatura auxiliada por computação. São softwares utilizados nos mais diversos segmentos industriais, com o objetivo de controlar, agilizar e automatizar os processos de fabricação de produtos. Esta tecnologia baseia-se fundamentalmente no desenho tridimensional de uma estrutura em um computador, que em seguida é confeccionada por uma máquina de fresagem. Tem como objetivo principal automatizar um processo que é manual, de forma a se obter a máxima qualidade do produto, a eficiência dos processos de fabricação e a diminuição dos altos custos do processo produtivo (SHAEFFER, 2019).

O sistema CAD/CAM permite a integração de diversas funções de engenharia, com diversas vantagens, como a possibilidade da realização de simulados *off line*, estudo de

tempo e custos necessários à operacionalização do sistema, identificação das ferramentas utilizadas no processo, além da otimização do processo de produção (SIVITTER, 2018). A utilização do aplicativo CAD/CAM tem como objetivo projetar e documentar um determinado projeto por meio da programação de manufaturas. O software CAM utiliza as montagens e modelos desenvolvidos no software CAD proporcionando a criação de ferramentas que controlem as máquinas que transformam projetos em peças, sua utilização é mais empregada na usinagem de peças acabadas (ASSIS, 2019). O sistema CAD 2D é uma variação do sistema CAD mais simplificada, o seu uso é destinado para a elaboração de croquis e de desenhos de conjuntos em projetos mecânicos, pois podem ser mais facilmente alterados (BENEDITO, 2020).

Um exemplo de utilização é quando para criar um molde de fundição, um fabricante deve primeiro projetar um modelo físico. O processo de fabricação desse modelo é chamado de modelagem. Usando sistemas de projeto assistido por computador (CAD), o fabricante projeta as dimensões e a geometria de um molde e, em seguida, embala um material agregado, como areia, concreto ou plástico, ao redor do padrão. Uma vez que o padrão é removido, a cavidade do molde pode ser preenchida.

A manufatura auxiliada por computador (CAM) faz uso dos resultados obtidos no desenho do CAD, a combinação entre os programas CAD e CAM aumentam consideravelmente a produtividade e a precisão das peças. Enquanto o CAD é utilizado para desenvolver um modelo de produto, o CAM controla as operações de manufatura na produção desta peça (SOUZA, 2020). O software CAM vêm sendo cada vez mais usado nos processos de usinagem atuando nos módulos de interesse do usuário como o fresamento, torneamento ou eletroerosão. Para a usinagem CNC utilizando o CAM, precisa-se definir o modelo em CAD e também o material bruto a ser usado para a peça. A matéria prima pode ser um bloco de estruturas planas criado na plataforma CAM ou uma estrutura geométrica criado pelo CAD, sendo assim o sistema reconhece a estrutura e calcula a usinagem exata.

Considerado uma evolução no CAD 3D, o Solidworks é um software CAD com uma funcionalidade bem parecida com o ProEngineer, porém com um preço muito mais acessível. Além disso, esse software apresenta uma interface mais simplificada e educativa, permitindo que o usuário aprenda a utilizá-lo de forma autônoma em poucas horas (RUTKAUSKAS, 2019). A figura 4 mostra a visualização da interface do programa Solidworks.

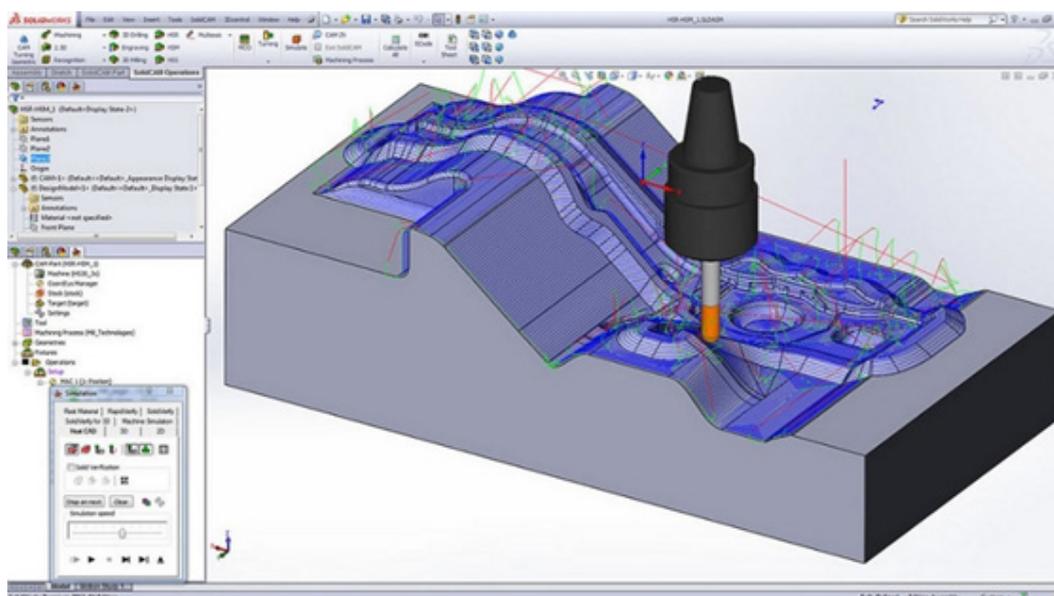


Figura 4 - Interface do programa Solidworks

Fonte: Rutkauskas, (2019, p. 321)

Para a execução do acabamento, o software CAM possibilita inúmeras estratégias de usinagem que possuem grande importância para o processo, definindo as trajetórias a serem realizadas pela ferramenta e os seus respectivos cálculos e parâmetros adotados. Além disso, pode-se mencionar que os sistemas CAM permitem ao usuário verificar a usinagem gerada, através da verificação das trajetórias da ferramenta antes de ser executada em uma máquina CNC, essa simulação permite ao usuário por exemplo, verificar possibilidades de colisões de corte. A vantagem da utilização desses softwares está no fato de não haver necessidade de efetuarem os cálculos relativos à trajetória, transferindo essa competência para o computador. Como principal vantagens do sistema CAD/CAM, existe a facilidade de construir diferentes formas geométricas e poder visualizar todo o processo.

Computadores entraram em todas as aplicações industriais, e mais ainda em diversos processos de fabricação mecânica como, por exemplo, fundição e usinagem. Hoje, uma variedade de processos de usinagem e equipamentos de fusão estão disponíveis para fundir diferentes tipos de metais e ligas em fundições. No entanto, os métodos e técnicas de produção de peças mudaram consideravelmente, os princípios fundamentais permanecem quase os mesmos. A mecanização e modernização da fundição e usinagem são de importância considerável hoje (FARIA, 2020).

A usinagem e fundição através de CAD-CAM é utilizada para projetar produtos e programar seu processo de fabricação. Este sistema de fabricação de peças é utilizado em contextos muito específicos, como a fabricação e design de peças para os setores automotivo, aeronáutico, moldes e etc. Projetar e fabricar as peças usando software permite eliminar aquela pequena margem de erro que existia quando todo esse processo era feito manualmente. As peças também são muito mais perfeitas e têm um acabamento melhor. Além disso, verificou-se que a fundição e usinagem através de métodos assistidos por CAD-CAM aumenta a produtividade e otimiza o trabalho contínuo, além de poder criar um número maior de peças de forma muito mais rápida e eficiente.

Constatou-se também que a fundição e usinagem através de CAD-CAM supõe uma economia de pessoal bastante significativa para as empresas. A isto deve-se acrescentar que é muito mais seguro e evita-se muitos acidentes de trabalho. Também é benéfico para o planeta, já que o material pode ser usado muito mais e menos resíduos são gerados. Hoje em dia, a qualidade da fundição e usinagem são consideradas extremamente importantes. Isso satisfaz os requisitos do cliente de várias maneiras (SOUZA, 2020). Para alcançar e manter a qualidade, é necessário controlar o processo de produção em primeiro lugar. O controle manual por vezes não conseguiu atingir a qualidade esperada das peças. Assim, os computadores são introduzidos para gerenciar e controlar o processo de forma eficiente.

Segundo Rutkauskasa (2019) aplicação de computadores desempenha um papel vital para controlar todo o processo de fundição e usinagem, qualidade, composição do metal, manuseio de metal líquido e realizar análises de defeitos com o auxílio de sistemas especialistas. Além disso, os computadores ajudam a simular diferentes etapas do processo. Isso abre o caminho para projetar corretamente e, portanto, evitar grandes defeitos, e também identificar e localizar potenciais falhas nos processos de fabricação. As fundições modernas são automatizadas e totalmente controladas por computadores com o mínimo de assistência manual. A poluição e a emissão nas fundições são monitoradas e controladas por computadores. Computadores com auxílio de sistemas de imagem realizam a caracterização microestrutural e capturam fotomicrografias desde que o software esteja disponível neles.

Para Shaeffer (2019) o CAM fornece os caminhos da ferramenta que encapsularão as estratégias ideais de remoção de material e produzirão o componente mais barato e em

conformidade para o processo em questão. Um software que possa verificar se a trajetória do caminho da ferramenta evitará colisões catastróficas da máquina-ferramenta, goivagem da peça ou excesso de material indesejado é essencial, assim como o uso de software que pode verificar se os parâmetros de usinagem e as profundidades de corte experimentadas durante a usinagem não sujeitarão a ferramenta de corte à força excessiva ou catastrófica. Minimizar o tempo de espera da fase de programação e ao mesmo tempo realizar plenamente a intenção do caminho da ferramenta é um fator-chave da indústria, que pode ser realizado através do uso de recursos padrão, gerenciamento de conhecimento e automação do processo CAM.

Portanto, o avanço tecnológico há muito tempo impulsiona o ritmo da fabricação. Hoje, a maioria das fábricas são centros de maquinário avançado, produzindo mercadorias com mais eficiência do que era possível no passado. No entanto, à medida que a tecnologia avança exponencialmente, a fabricação continua a evoluir. Muitas ferramentas emergentes têm o potencial de revolucionar a indústria de manufatura, alterando tanto a forma como os produtos são produzidos quanto a forma como as empresas de manufatura operam. Tecnologias avançadas, como inteligência artificial (IA) e análise preditiva, já estão ajudando os fabricantes a criar produtos de alta qualidade rapidamente. No futuro, o sucesso de uma empresa de manufatura pode estar relacionado a seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Embora os avanços certamente tragam novos negócios para empresas de ponta, as novas tecnologias de fabricação também trazem desafios. A automação na fabricação aumentou gradualmente ao longo de muitos anos. Em um futuro próximo, a robótica avançada pode permitir que muitas fábricas operem de forma ainda mais autônoma em processos de usinagem e fundição. A maioria dos fabricantes já usa sensores e outros dispositivos para coletar dados durante a produção. No futuro, os fabricantes poderão usar a análise preditiva para fazer melhor uso dos dados. Esses sistemas de computador se conectarão ao maquinário de fabricação para monitorar processos críticos em tempo real e prever falhas antes que elas ocorram.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho pode-se compreender alguns dos principais fundamentos dos mais comumente métodos usados na obtenção e aperfeiçoamento de peças metálicas atuais: a fundição e a usinagem. Tais métodos, foram essenciais com seus históricos resultados de sucesso na sociedade moderna. A partir daí, e com o aperfeiçoamento das tecnologias, um novo método surge a fim de simplificar e tornar possível a criação de peças com complexidades antes nunca vistas visando sempre o menor custo e a boa durabilidade da peça.

As tecnologias CAD/CAM são vistas como inovadoras para a indústria atual que facilita a criação de modelos tridimensionais por um sistema automatizado de fresamento ou torneamento, esse sistema se destaca na usinagem e fundição, mas é usado em diferentes áreas do setor industrial. As tecnologias assistidas são formadas por um computador equipado por um software que tem uma capacidade de realizar projetos em três dimensões que reduzem a possibilidade de erros pelos programas CAD e Solidworks e o sistema CAM importa o desenho para realizar seu processo de usinagem para a máquina CNC, aumentando a produtividade e a qualidade das peças.

Os avanços nos processos de fabricação podem ajudar as empresas a reduzir os custos de energia, limitar o desperdício e aumentar a produção. Além disso, essas tecnologias estão se tornando cada vez mais acessíveis. Os fabricantes se beneficiarão de uma produção mais rápida e mais barata como resultado da criação de moldes 3D que tornam

possível a prototipagem rápida, que é uma maneira altamente econômica para testarem e solucionarem problemas. Além disso, permite que os fabricantes produzam itens sob demanda, em vez de ter que fabricá-los e armazená-los. O processo caro e demorado de ferramentas para fabricantes já está sendo transformado pela tecnologia.

Referências

- ASSIS, W. de. O. Aplicações de Máquinas-Ferramenta com Prototipagem Rápida e “Engenharia Reversa”. **Revista Produtos e Serviços**. São Paulo, mai. 2019.
- BENEDITO, S.R. **Benefícios da Implantação do Projeto 3D na Indústria de Moldes**. Qualificação para mestrado em engenharia mecânica, 2020.
- BORGES, A. R. **Teoria da usinagem dos materiais**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2019
- CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2019.
- DINIZ, Anselmo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 6. ed. São Paulo: mm Editora, 2018.
- FARIA, Hubertus. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. ed. Blucher, 2020.
- FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. 24. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.
- FRACARO, Janaina. **Fabricação pelo processo de usinagem e meios de controle** / Janaina Fracaro – Curitiba : Intersaberes, 2017.
- GROOVER, Michael. **Introdução aos Processos de Usinagem**. 10. ed. São Paulo: AMGH Editora, 2019.
- MACHADO, Alisson. **Usinagem dos metais**. 8ª edição. 2018. Minas Gerais. 262pg.
- MORO, Norberto. **Processos de Fabricação – Fundição**, 5. ed. São Paulo: AMGH Editora, 2018.
- REBEYKA, Claudimir José. **Princípios dos processos de fabricação pra usinagem**. Curitiba: Intersaberes, 2019.
- RUTKAUSKAS, M. G. **Diretrizes para Otimização do Modelamento Geométrico de Peças de Carrocerias**. São Paulo, Dissertação de Mestrado. USP, 2019.
- SHAEFFER, L. **Introdução ao projeto de ferramentas para forjamento a quente em matriz fechada**. Ferramental, 19-28. 2019.
- SIVITTER, S. “Usinagem baseada em modelos sólidos será padrão”. **Revista CADesign**, n. 100, p. 14-15, mar. 2018.
- SOUZA, A.F. **Tecnologia CAD/CAM – Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril**. In: ENEGEP. n. XXIII, Ouro Preto, out. 2020.

28

O IMPACTO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL AUTOMOTIVA

*THE IMPACT OF PREDICTIVE MAINTENANCE ON
AUTOMOTIVE INDUSTRIAL PRODUCTION*

Jackson Ferreira Conrado da Silva

Resumo

A manutenção exerce um ponto crucial dentro das organizações, colaborando para o aumento da competitividade no mercado e sucesso perante os clientes. A expansão dos mercados internos e externos somando a competitividade levou a um quadro em que a manutenção dos equipamentos de forma adequada se torna a melhor solução para a melhoria da qualidade e economia no processo produtivo. O presente estudo tem como objetivo geral apresentar a finalidade da manutenção preventiva em equipamentos na produção industrial automotiva. Para isso foi utilizada a metodologia de revisão bibliográfica. Foi possível conhecer os conceitos e aplicabilidade das principais técnicas e tipos de manutenções adotadas pelas organizações, diferenciá-las tanto em sua aplicação, quanto em seus impactos para os processos produtivos e concluir que para um sistema estável, confiável e disponível se faz necessário além de conhecer o sistema e os elementos que o compõem, assim como suas características e criticidades, implementar um planejamento de manutenção que considere todas essas características. E que, inclusive, além de conhecer a finalidade da manutenção preventiva, que evita a ocorrência de falhas nos equipamentos, pode-se verificar que os tipos de manutenção podem ser utilizados de forma individual, mas também em diferentes combinações para buscar a melhor eficiência do processo, e, conseqüentemente a segurança do mesmo.

Palavras-chave: Manutenção, Planejamento, Mecânica.

Abstract

Maintenance plays a crucial role within organizations, contributing to increased competitiveness in the market and success with customers. The expansion of domestic and foreign markets, adding competitiveness, led to a situation in which proper maintenance of equipment becomes the best solution for improving quality and economy in the production process. The present study has as general objective to present the purpose of preventive maintenance in equipment in the automotive industrial production. For this, the bibliographic review methodology was used. It was possible to know the concepts and applicability of the main techniques and types of maintenance adopted by the organizations, to differentiate them both in their application and in their impacts on the productive processes and to conclude that for a stable, reliable and available system it is necessary in addition to know the system and the elements that compose it, as well as its characteristics and criticalities, implement a maintenance plan that considers all these characteristics. And that, in addition to knowing the purpose of preventive maintenance, which prevents the occurrence of equipment failures, it can be verified that the types of maintenance can be used individually, but also in different combinations to seek the best efficiency of the process, and consequently its safety.

Keywords: Maintenance, Planning, Mechanics.



1. INTRODUÇÃO

A manutenção é definida como a combinação de todas as ações administrativas e técnicas, essas ações devem estar sob supervisão, garantindo que um item possa ser mantido ou recolocado em um estado onde possa desempenhar a função desejada. No século XX a definição de manutenção era consertar o que quebrou, porém, no século XXI a manutenção também quer dizer tomar atitudes preventivas, reduzindo a probabilidade de ocorrências e falhas. O objetivo das atividades de manutenção é evitar que as instalações e os equipamentos sejam degradados, danos que são causados pelo desgaste natural e o mal uso. Dentre as consequências causadas por essas degradações pode-se citar, as paradas de produção, produção de produtos defeituosos, poluição ambiental e redução de desempenho.

Essas manifestações impactam negativamente a produtividade e qualidade, além de colocar em risco a solidez da empresa. Dessa forma, a gestão da manutenção se torna extremamente importante no que se diz respeito a boa produtividade, e conseqüentemente ganhos potenciais. Um bom gerenciamento de manutenção traz reduções dos custos, e diminuições do tempo para efetivações de atividades. Um gerenciamento adequado traz melhorias para os produtos, tanto lucrativos como para sobrevivência dentro do mercado nacional e internacional, ou seja, a perpetuação das empresas garantindo sempre uma boa qualidade de seus produtos.

Vive-se em tempos de desequilíbrio e instabilidade econômica, além de um mercado cada vez mais globalizado, com concorrência internacional, tais incertezas devem ser minimizadas ao máximo, mantendo as empresas com credibilidade no mercado. Neste sentido, a manutenção preditiva é uma técnica que utiliza ferramentas e métodos de análise de dados para detectar anomalias na linha de operação e possíveis defeitos em equipamentos e processos para que seja possível a correção antes que resultem em falha. Idealmente, a manutenção preditiva permite que a frequência de manutenção seja a mais baixa possível para evitar a manutenção reativa não planejada, sem incorrer em custos associados ao excesso de manutenção preventiva. Neste sentido, qual a importância e contribuição da manutenção preditiva de equipamentos dentro do setor de produção industrial automotiva?

O objetivo geral deste trabalho é discutir como a manutenção preditiva de equipamentos industriais contribui de forma direta para a produtividade no setor da indústria automotiva. Os objetivos específicos foram: conceituar e caracterizar os benefícios dos diferentes tipos de manutenção na indústria, dando destaque na manutenção preditiva e sua importância; correlacionar a manutenção preditiva com a produtividade no setor industrial automotivo; identificar as melhores formas de implementação da manutenção preditiva em equipamentos industriais do setor automotivo.

Portanto, na indústria automotiva, a esteira transportadora nunca para. Braços robóticos colaborativos para tarefas de montagem e soldagem estão continuamente em operação, assim como todos os componentes que os fornecem energia e dados. É precisamente nesses ambientes que os produtos inteligentes no estilo de manutenção preditiva fazem mais sentido. A manutenção preditiva é um tipo de análise preventiva das plantas produtivas realizada após a coleta de dados que são posteriormente processados por meio de modelos matemáticos específicos. O objetivo da manutenção preditiva é prever falhas e intervir antecipadamente para eliminar a possibilidade de paradas indesejadas das linhas de produção, pois as paradas quando não planejadas representam a perda de lucratividade e qualidade do produto final em linhas de produção industrial.

2. MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL AUTOMOTIVA

A humanidade vivencia os efeitos da era moderna e a absolvição de seus impactos positivos que impregnam o modo comportamental da sociedade vigente em virtude das transformações socioculturais e político-econômicas que vêm ocorrendo. Inclusive, o processo de produção, industrialização, mecanização e estruturação das fábricas e indústrias estão em constante devir, ou seja, em um processo contínuo de transformação (ALVES; FALSARELLA, 2019).

Nesse sentido, é notório que a trajetória evolutiva dos processos de manutenção industrial pode proporcionar maior agilidade e assertividade na gestão dos maquinários, galgando alternativas com maior flexibilidade, maximizando ganhos sem alterar o valor agregado do produto final (BARROS; LIMA, 2011). A gestão da manutenção pode ser representada através do processo de supervisão e funcionamento regular dos recursos técnicos, além de recursos permanentes, tais como: máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas (KARDEC; NASCIF, 2009).

De acordo com Martins (2011) a relevância da manutenção na gestão empresarial que envolve máquinas industriais tem um fator determinante nos custos dos produtos e serviços das empresas, pois a natureza competitiva do mundo globalizado no comércio das grandes corporações, através da manutenção preditiva, conseguem reduzir e mitigar a incidência de serviços de manutenção no maquinário e equipamentos (MARTINS, 2011).

O trabalho de manutenção mecânica permite que as máquinas funcionem perfeitamente e, por isso, o profissional dessa área deve estar atento para as características de cada máquina. A gestão em manutenção colabora para um melhor rendimento da produção e uma maior segurança do trabalho realizado pelo maquinário industrial. Vale ressaltar que existem, ao menos, quatro tipos de manutenção: detectiva, preditiva, corretiva e preventiva (KARDEC; RIBEIRO, 2008).

A manutenção preditiva contribui positivamente para diminuir a ociosidade produtiva da máquina em razão de evitar a desmontagem do equipamento, dilatando-se o tempo de disponibilidade dos equipamentos para produção e uso (KARDEC; RIBEIRO, 2008). É essencial para reduzir as paradas de emergência, elevando a produtividade e a vida útil dos equipamentos, enaltecendo a confiabilidade do desempenho e planejando com antecedência as interrupções de fabricação para eventuais manutenções (SANTOS; ARAÚJO; LIMA, 2018).

A manutenção preditiva é uma metodologia pautada em um conjunto de técnica de manutenção em prol da perpetuação do perfeito estado do equipamento. Sendo necessário que seja realizado o acompanhamento periódico e sistemático das máquinas, fundamentando-se na análise de dados coletados através do monitoramento ou inspeções. O foco da manutenção preditiva é verificar, pontualmente, os equipamentos para antecipar eventuais avarias e desgastes que provoquem problemas ao maquinário e causem gastos mais elevados com as manutenções corretivas (ALMEIDA, 2018).

A manutenção preditiva preconiza pelo monitoramento contínuo e sistemático, objetivando obter um diagnóstico do maquinário, em prol da manutenção apenas quando for totalmente necessária, reduzindo assim os custos e mantendo a eficiência. Por exemplo, os equipamentos de processos contínuos, como os usados na indústria automotiva, funcionam por longos períodos de modo a conseguir a alta utilização necessária para a produção eficiente em custos e, de modo complementar, segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva pode ser definida como sendo.

A atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desem-

penho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada (KARDEC, NASCIF, 2009)

De modo complementar, segundo Viana (2013), a manutenção preditiva objetiva acompanhar o funcionamento do maquinário de modo coordenado através de controle de várias análises técnicas que devem estimar a proximidade de uma falha previsível e, conseqüentemente, planejar e calcular o momento certo para realizar a intervenção, evitando assim desgastes e desmontagens desnecessárias para inspeção, bem como reduzir o tempo de ociosidade da máquina, favorecendo a manutenção da vida útil do componente e garantindo a eficiência. Por sua vez, de acordo com Pereira (2011, p. 69), “a manutenção preditiva possibilita a qualidade desejada dos serviços, através das técnicas sistemáticas de análise”. A principal diferença entre um programa de manutenção preditiva das demais manutenções decorre da habilidade de especificar as demandas, programar o reparo com antecedência antes que se tornem graves, e com isso diminuir o impacto sobre a produção, minimizando quebras dos equipamentos mecânicos da planta industrial, e os reparos dos equipamentos esteja em condições mecânicas aceitáveis (ALMEIDA, 2018).

Logo, verifica-se que a manutenção preditiva tem um caráter relevante para alcançar objetivos, tais como: produção eficiente, mitigação de custos, maior desempenho, lucratividade, confiabilidade, disponibilidade dos equipamentos, bem como a segurança no ambiente de trabalho. Quando as máquinas falham, a satisfação e a segurança das pessoas podem ficar ameaçadas, daí surge a necessidade intensa do setor de manutenção. O setor de manutenção deve ter uma gestão que venha garantir a sobrevivência da empresa através da constante vigilância das máquinas, para obter uma produção de bens e serviços de boa qualidade que satisfaça às necessidades dos clientes e fornecedores (BARROS; LIMA, 2011).

Por outro lado, no tocante à manutenção preventiva, segundo Almeida (2018) caracteriza-se pelo plano de manutenção x tempo, ou seja, se baseiam por tempo gastos ou horas operacionais, os consertos ou recondiçionamentos dos equipamentos são fundamentados na estatística curva do tempo médio para falha, cujos equipamentos sentirão os efeitos nocivos do desgaste com o tempo específico de sua classificação.

Contudo, os planos de manutenção preventiva devem ser realizados para programar reparos, lubrificação, ajustes, e recondiçionamentos para todos os equipamentos na planta industrial. Manutenção preventiva é todo serviço realizado no equipamento que não esteja em falha, e são programadas em intervalos e critérios estabelecidos, para ele a preventiva reduz bastante a chance de pane inesperada, porém, a trocas de peças muitas vezes desnecessárias aumentam os custos (VIANA 2013).

Nessa perspectiva delineada, o programa de manutenção preventiva requer ainda mais investimento que a manutenção preditiva, pois é necessário mais tempo para diagnosticar o defeito, exigem uma mão de obra qualificada e, geralmente, faz-se relevante adquirir componentes que não tem no estoque, ao preço de mercado devido à urgência. Também é importante considerar a necessidade de tempo da parada de produção. Em relação ao planejamento da manutenção preditiva, de acordo com Salomão (2013), tem por objetivo a condição de um maquinário sem a necessidade de interromper seu funcionamento.

Pois, esse tipo de manutenção está fundamentado na concepção de que, geralmente, todos os componentes de uma máquina expressam algum aviso antes de correr sua falha ou que apresente um defeito. Isto é, os equipamentos emitem avisos externamente ao mantenedor. Nesse sentido, em prol do conhecimento desses avisos apresentados pe-

los equipamentos, faz-se relevante realizar alguns ensaios e aplicar as técnicas relevantes, através da análise do nível de vibrações, do ruído, da temperatura e da análise química do óleo e outros, possibilitando que seja realizado o planejamento dos programas de manutenção e vistoria.

De modo complementar, Souza, Silva e Petrilli (2012) inferem que para realizar um eficaz diagnóstico, os responsáveis pela manutenção devem ter conhecimento dos mecanismos de deterioração dos equipamentos que acarretam falhas, e como elas exercem ação nos componentes associados, mais antes disso é necessário conhecer os equipamentos funcionando em perfeitas condições, para estabelecer parâmetros de valores normais, tais como: vibrações, temperatura, pressão e outros. Ora, a manutenção preditiva possibilita realizar uma análise comparativa e fazer um diagnóstico com mais segurança, com objetivos principais de prevenir falhas, evitar intervenções desnecessárias, reduzir custos, aumentar disponibilidade e confiabilidade, e utilizar o máximo a vida útil total do componente de um equipamento (SOUZA; SILVA; PETRILLI, 2012).

Vale destacar que o monitoramento do equipamento, à luz da manutenção preditiva, serve para avaliar o funcionamento do maquinário, cujos parâmetros podem ser avaliados por, ao menos, duas maneiras como a monitorização subjetiva ou sensorial: Se dá pela percepção do mantenedor, através dos sentidos, audição, tato, visão e olfato, podendo identificar mudanças no funcionamento dos equipamentos como, excesso de vibração, temperatura muito elevada e ruídos anormais. – Monitorização objetiva ou instrumental: Se dá através de medições realizadas por instrumentos especiais para realizar Análise de vibração/Análise de óleo: Ferrografia (partículas); Físico-Químico (densidade, viscosidade, aparência, cheiro); Termografia (análise de temperatura de pontos da máquina) entre outros (SALOMÃO, 2013).

Verifica-se que o planejamento de manutenção preditiva esteja sob a responsabilidade de um profissional capacitado, tal como um Engenheiro Mecânico, pois deve possuir o treinamento adequado, dominar as técnicas existentes e usar os instrumentais atualizados, aferidos e calibrados (SALOMÃO, 2013). Tanto na monitorização sensorial quanto na instrumental, faz-se relevante que os profissionais envolvidos no planejamento e execução da manutenção sejam capacitados para medir, analisar os resultados, fazer diagnósticos e estabelecer ações de intervenções. Nesse sentido, é de suma importância verificar alguns aspectos do equipamento tais como: limpeza, lubrificação, avarias e substituição de componentes.

Portanto, a manutenção tem como objetivo garantir que as instalações e equipamentos sempre estejam disponíveis com confiabilidade, segurança e custos reduzidos. Devido a manutenção impactar diretamente o resultado de uma empresa as áreas de engenharia, operação e manutenção estão cada vez mais integradas, buscando a excelência. Também ganha destaque a preocupação com a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente, devido a esses pontos estarem ligados diretamente a imagem da empresa frente ao mercado.

Com a utilização da manutenção preventiva espera-se evitar ou reduzir falhas e quedas do desempenho das máquinas e equipamentos, ela gerencia tarefas sistemáticas como vistorias, reformas e substituição de peças. Utilizando o manual do fabricante verifica-se o tempo necessário de cada inspeção e se traça um plano de manutenção. A manutenção preventiva também ajuda no monitoramento do desgaste natural das máquinas e equipamentos, dessa forma, é possível estabelecer a previsão de trocas dos mesmos.

Um bom gerenciamento de manutenção traz reduções dos custos, e diminuições do tempo para efetivações de atividades. Um gerenciamento adequado traz melhorias para

os produtos, tanto lucrativos como para sobrevivência dentro do mercado nacional e internacional, ou seja, a perpetuação das empresas garantindo sempre uma boa qualidade de seus produtos. Com o surgimento de tecnologias inteligentes, os investimentos em manutenção preditiva na indústria de produção automotiva começaram a prevalecer. As penalidades por avarias são pesadas e conhecer as possíveis falhas é de importância superlativa nas indústrias automotivas. Hoje, os clientes exigem a melhor qualidade dos fabricantes, por isso a manutenção preditiva é extremamente importante pelo valor que traz para a manutenção de equipamentos de fabricação automotiva em produção industrial.

3. CONCLUSÃO

A manutenção exerce um ponto crucial dentro das organizações colaborando para o aumento da competitividade no mercado e sucesso perante os clientes. A expansão dos mercados internos e externos somando a competitividade levou a um quadro em que mantendo os equipamentos de forma adequada era a melhor solução para a melhoria da qualidade e economia no processo produtivo. O que alinhado as melhorias, conhecer as características do processo, os equipamentos que os compõem, suas especificidades, criticidades e impactos no processo conduz ao tipo de manutenção denominada de preventiva, a qual tem por objetivo manter as condições de funcionamento de um dado sistema ou processo, antecipar possíveis falhas e agir de forma que as mesmas não ocorram.

Com isso conhecer as finalidades e os maiores desafios da manutenção preventiva se torna relevante no que diz respeito as entregas, as exigências, a competitividade, as práticas que auxiliam nas adequadas funcionalidades de cada componente, equipamento, sistema ou processo como um todo. E com isso, compreensão da gestão da manutenção na prática possível de alavancar melhorias sejam nas eficiências e rendimentos dos equipamentos, em seus tempos de vidas, trazendo assim melhores resultados de processo e consequentemente econômicos.

A manutenção preventiva tem como principal objetivo manter o funcionamento de um determinado equipamento conforme suas especificações. Ou seja, atuar de forma que ele não falhe ou pare de funcionar. Evitando assim, paradas não programadas, reduções de eficiências, diminuição nas capacidades realizadas, prejuízos econômicos e até mesmo acidentes de trabalho. Quando trazemos a luz da competitividade, entregar a expectativa do cliente se faz necessário para a sobrevivência no mercado. Observou-se que o processo de manutenção pode ser compreendido como um determinado conjunto de atividades necessárias para que um determinado equipamento seja restaurado ou conservado, de um método que possa estabelecer de acordo com as especificadas condições pelo fabricante.

Verificou-se que a manutenção preventiva, por ser uma atividade programada, pode-se prever os desgastes, sendo assim não há necessidade de outros equipamentos sobresalentes, podendo também fazer um planejamento de custos necessários para realizar a manutenção, garantindo uma boa operação. É válido destacar que a manutenção preventiva tem custos menores do que a manutenção corretiva, a disponibilidade e confiabilidade é um fator essencial para empresas que dependem de equipamentos mecânicos para geração de lucros e assim destacar-se no mercado.

Apontou-se que a manutenção preventiva deverá corresponder e compor ao ramo de negócio. Sendo assim, toda organização deverá aplicar e estudar as técnicas de prevenção como estratégia a partir do levantamento das suas reais necessidades. Diante disso, em projetos, opta-se por definição da manutenção periódica antes mesmo de operar com o

equipamento, estabelecendo que este possa atender as principais demandas no processo de organização. Diante de todos esses fundamentos, faz-se relevante dar continuidade com a discussão sobre a manutenção preventiva e seus principais efeitos de adequação, seu modo de prevenção e acompanhamento na produtividade, como método de possibilitar a expansão dos segmentos de atuação profissional nesse setor, tendo como contribuição, a proposta de expandir este trabalho para o conhecimento de outros acadêmicos de Engenharia Mecânica e desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas para uma dissertação de mestrado e propagação para a comunidade em geral.

Referências

- ALMEIDA, M. T. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, 2018.
- ALVES; FALSARELLA. Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 2, [p. 313-324], 2019.
- BARROS, J. F. do R.; LIMA, G. B. A. **A gestão da manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais**. In: VII Congresso nacional de excelência em gestão: 12-13 agost. 2011.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- MARTINS, T. S. O impacto da implementação do balanced scorecard no desempenho financeiro. **Revista Gestão e Planejamento**, v. 12, n. 1, p. 61-73, 2011.
- PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção – teoria e prática**. 2.ª ed, Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.
- SANTOS; ARAÚJO; LIMA. Manutenção Preditiva: contribuindo para a melhoria dos processos e para a redução dos custos de operação. In: X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (SIMPROD). **Anais...**, São Cristóvão/SE, nov 2018.
- SALOMÃO FILHO, L. F. **Manutenção por Análise de Vibrações: Uma Valiosa Ferramenta para Gestão de Ativos**. 2013. Projeto de Graduação - Escola Politécnica, Curso de Engenharia Naval e Oceânica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.
- SOUZA, L. L; SILVA, F. H; PETRILLI, E. L. **Manutenção Preditiva**. Apostila. Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial. Tatuí, 2012.
- VIANA, H. R. G. PCM, **planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

29

A APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL COMO SOLUÇÃO ESTRATÉGICA VISANDO A EVOLUÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0

*THE APPLICABILITY OF INDUSTRIAL MAINTENANCE AS A
STRATEGIC SOLUTION AIMING AT EVOLUTION TOWARDS
INDUSTRY 4.0*

Thiago de Lucena Vieira Silva

Resumo

Este trabalho objetiva demonstrar como a gestão eficiente de manutenção industrial pode conduzir a evolução da empresa para a indústria 4.0. Para alcançar o objetivo foi realizado um levantamento de trabalhos relacionados ao tema através da base de dados Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp. Com esta revisão foi possível observar a evolução da gestão da manutenção, desde tratada como desperdício de recursos de uma empresa, até ganhar exponencialidade, garantindo aos profissionais da manutenção novas habilidades, compatíveis com a complexidade dos equipamentos. Outro ponto abordado foram ferramenta de gestão da manutenção, e a demonstração de inúmeros fatores que influenciam na hora da tomada de decisão. Este estudo também demonstrou que um bom planejamento é indispensável para garantir que a manutenção seja executada de forma correta, através de decisões gerenciais e integração de objetivos e metas da companhia, além de integrar a responsabilidade de todos os envolvidos no processo (manutenção autônoma). E por fim, para que a indústria 4.0 possa se caracterizar de maneira estratégica, a manutenção precisa estar direcionada de acordo com os resultados empresariais da organização.

Palavras-chave: Inovação, Manutenção, Planejamento, Mecânica.

Abstract

This work aims to demonstrate how the efficient management of industrial maintenance can lead the company's evolution to industry 4.0. To achieve the objective, a survey of works related to the theme was carried out through the Scielo database, Periódicos Capes, Google Scholar, Unicamp Institutional Repository. With this review, it was possible to observe the evolution of maintenance management, from being treated as a waste of a company's resources, to gaining exponentiality, guaranteeing maintenance professionals new skills, compatible with the complexity of the equipment. Another point addressed was the maintenance management tool, and the demonstration of numerous factors that influence decision-making. This study also demonstrated that good planning is indispensable to ensure that maintenance is carried out correctly, through management decisions and integration of company objectives and goals, in addition to integrating the responsibility of all those involved in the process (autonomous maintenance). And finally, for Industry 4.0 to be strategically characterized, maintenance needs to be directed according to the organization's business results.

Keywords: Innovation, Maintenance, Planning, Mechanics.



1. INTRODUÇÃO

A Manutenção é uma combinação de ações técnicas e econômicas, associadas a uma gestão cuidadosa, aplicadas aos equipamentos de uma empresa como garantia de eficiência e otimização do ciclo de vida do equipamento. Desta maneira, a manutenção é uma das áreas mais importantes e que, significativamente, contribui para a produtividade. Logo, a manutenção associada à produção, assume papel fundamental para uma indústria eficiente, geradora de valor, focada na qualidade.

Com efeito, a evolução da Manutenção Industrial, impulsionada também pelos avanços científicos e tecnológicos no decorrer dos anos, promoveu o desenvolvimento de várias estratégias de gestão com o objetivo de proporcionar maior segurança nos processos, menor impacto ambiental e uma melhor qualidade dos produtos ou serviços, a custos reduzidos. A manutenção industrial é uma parte essencial de qualquer negócio. Um colapso pode ser catastrófico porque não envolve apenas um grande desembolso de dinheiro; também interromperá o processo de produção industrial, com todos os seus inconvenientes.

Por isso, um plano de manutenção industrial detalhado é essencial para o sucesso da indústria. A Indústria 4.0 é uma nova forma de fabricar bens. Com o desenvolvimento da tecnologia, a forma como as empresas produzem as coisas evoluiu e agora os fabricantes tentam tirar o máximo proveito de seus equipamentos e pessoas. Agora, os computadores estão se conectando e se comunicando o tempo todo. Sistemas e tecnologias avançados, combinados com maior acesso a dados, estão tornando a Indústria 4.0 possível.

É importante contextualizar os fatores envolvidos e discutir como a manutenção em suas várias formas podem colaborar para o aperfeiçoamento de sistemas que aumentem a eficiência dos equipamentos industriais com técnicas e dispositivos disponíveis no mercado. Para isso pretende-se responder à questão: Que papel que a gestão eficiente de manutenção industrial desempenha no processo para reduzir os custos com quebras e paradas e garantir confiabilidade aos equipamentos industriais na indústria 4.0?

O objetivo geral deste artigo é discutir a importância da manutenção industrial como solução estratégica visando a evolução para a indústria 4.0. Os objetivos específicos são: demonstrar a evolução e a melhoria causado pela Indústria 4.0; correlacionar os diferentes tipos de manutenção existentes na indústria mecânica e seus benefícios para uma maior produção e menos perda de produtos; evidenciar a importância da manutenção no atual contexto de produção indústria.

A Indústria 4.0 se baseia no fato de que as máquinas já estão conectadas à internet. Em outras palavras, cada parte do processo de produção industrial interage com as outras partes para se adaptar às circunstâncias e alcançar um desempenho ideal em todos os momentos. Isso significa que não é necessário fazer intervenções no maquinário para poder fazer medições desses parâmetros físicos; as máquinas já se comunicam entre si. Essa é a grande vantagem da manutenção industrial 4.0. Neste sentido, inclui uma visão holística das fontes de dados, formas de conexão, formas de coleta, formas de analisar e ações recomendadas para garantir que a função de ativos (confiabilidade) e valor (gestão de ativos) sejam assistidos digitalmente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Diante das grandes modificações que vem ocorrendo nos setores tecnológicos e de produção nos últimos anos, com a complexidade cada vez maior dos equipamentos, ao mesmo passo em que há uma grande exigência quanto a produtividade e a qualidade, a função da manutenção tem recebido uma grande responsabilidade no sentido de garantir a confiabilidade e disponibilidade, elementos esses que refletem diretamente no desempenho operacional da empresa. A admissão de uma estratégia de manutenção deve surgir por meio de uma decisão gerencial tornando possível a comparação do desempenho real com o desempenho almejado conforme a estratégia da unidade produtiva. Dessa forma, a estratégia e manutenção deve estar relacionada com as metas de produção.

No entanto, há indústrias e empresas que não possuem um adequado conhecimento a respeito da gestão de manutenção e como a sua aplicação é capaz de promover melhorias nos processos, aumentando a vida útil de suas máquinas e ferramentas, diminuindo custos e evitando gastos desnecessários ou imprevistos. Alguns estudos que foram dedicados nos processos de melhoria contínua da manutenção, são em sua maioria o resultado de esforços de organizações em busca da excelência nas atividades de desenvolvimento sustentável da economia industrial (STRUVE, 2019).

O termo manutenção, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) -NBR 5462 (2004), é definido como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 2004). Resumindo, é fazer todo o necessário para garantir que um equipamento possa desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. Pela literatura, acredita-se que o termo “manutenção” foi criado por militares com o cunho de comunicar algo que deveria ser mantido num nível constante. Na indústria, o termo começou a ser utilizado por volta de 1950 nos Estados Unidos. Se no início do século XXI a sociedade está passando por mudanças tecnológicas, é certo que essa mudança tem precedentes e um dos seus marcos na evolução da história foi o surgimento da indústria, que impactou e promoveu o desenvolvimento da sociedade.

Desde a invenção da roda as máquinas fazem parte do cotidiano das pessoas. No entanto, ao longo da história a evolução das máquinas e a forma que ela passou a entregar produtos foi mudando e criando eras. A primeira aconteceu no final do século XVIII, e foi chamada de Revolução Industrial, onde os equipamentos e máquinas industriais determinaram a forma de como fabricar e modificar bens (STRUVE, 2019). A máquina a vapor é uma das primeiras máquinas industriais a mudar a história do mundo. Essas máquinas fizeram um grande progresso no bombeamento e na tecelagem de minas de carvão. Com a evolução tecnológica de máquinas e equipamentos, sistematicamente houve a necessidade da manutenção, visto que havia muito valor agregado a elas. Desta forma, assim como houve as eras industriais, houveram também as de manutenção, ou melhor da gestão da manutenção, que progrediram para um modelo cada vez mais eficiente e confiável (STRUVE, 2019).

O primeiro modelo de manutenção que se tem registro, foi a corretiva, cuja origem se deu no final do século XVIII e início do século XIX, durante a revolução industrial. Nesta época foi que o trabalho de reparo de máquinas começou a ser implementado, bem como as preocupações como com custos e consequências de manter produtos competitivos, pois falhas ou parada de equipamentos resultavam em quebras e perdas na produção. Até 1914, a manutenção estava em segundo plano frente ao processo de produção, por isso não eram comuns equipes de manutenção, ou mesmo a existência de especialistas em

correção, quem dirá prevenção (STRUVE, 2019). A postura adotada pelas indústrias era de operar na sua máxima capacidade produtiva, e na ocasião de quebras, as máquinas paravam em definitivo para manutenção.

Logo, na época se acreditava que não era necessária uma manutenção industrial sistematizada; apenas serviços de reparo, lubrificação e limpeza após a quebra, em outras palavras, a manutenção era, eminentemente, corretiva, o que para a mentalidade e possibilidades da época eram suficientes (MARTINS, 2019). A necessidade de aumentar a produção exigiu uma preocupação com a manutenção. Entre as décadas de 40 e 70, houve o desenvolvimento da aviação comercial, o que alavancou a necessidade de critérios de manutenção preventiva, pela impossibilidade de executar a manutenção corretiva em pleno voo. A manutenção preventiva consistia em evitar falhas e quebras. É uma manutenção preventiva, subordinada a um tipo de acontecimento predeterminado, assim a informação é fornecida, por exemplo, por um sensor que detecte o desgaste ou outro indicador que revele o estado de degradação da máquina (SANITÁ; CAMPOS, 2020).

A manutenção produtiva total (TPM) apareceu nos anos 80 no Japão. A gestão produtiva total apareceu nos anos 90. Desta maneira, a manutenção precisa garantir que um processo de produção seja seguro, confiável, levando em conta os aspectos ambientais e tenha um custo pequeno para a indústria garantindo a integridade e disponibilidade das funções dos equipamentos (KARDEC, 2020). As metodologias de Gestão da Manutenção Industrial, que têm vindo a ser amplamente aplicadas em grande escala desde o início do séc. XXI, constituem-se como uma solução técnica para a melhoria do desempenho da prática da manutenção, proporcionando condições para que a indústria 3.0 evolua para a 4.0 (SANITÁ; CAMPOS, 2020). Na verdade, a evolução da gestão da manutenção nas indústrias acontece quando as empresas percebem a íntima relação entre custo e disponibilidade dos equipamentos e busca da eliminação das falhas (PULZ, 2019).

Quando se associa exigências legais e normas ambientais, competição global e padrões de segurança, a gestão da manutenção ganha notoriedade e enfoque no desenvolvimento de conceitos de manutenção que passam a ser classificados em: manutenção corretiva planejada e não planejada; manutenção preventiva e por fim, manutenção preditiva (PULZ, 2019). Neste momento, a gestão da manutenção ganha impulso, evoluindo da correção para a prevenção. As características dos tipos de manutenção são dadas pela forma pela qual é realizada a intervenção no sistema. Em ordem cronológica o primeiro tipo manutenção foi aquela, segundo a norma NBR 5462 (1994), definida como Manutenção Corretiva. É a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. A manutenção corretiva é sempre feita depois que a falha já ocorreu. Tecnicamente é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a relocar um item em condições de executar uma função requerida.

Em princípio, a opção por este método deve levar em consideração fatores econômicos, normalmente prevenir é mais barato do que consertar. Dentro do que se conhece na literatura como manutenção corretiva, existem duas condições específicas que a ocasionam: desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais e outra, a ocorrência de falhas (MONCHY, 2017). Para os autores, a ação principal da manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema. Esta forma de manutenção é dividida em duas classes: Manutenção Corretiva não Planejada e Manutenção Corretiva Planejada (MONCHY, 2017).

A manutenção corretiva não programada ou emergencial, se caracteriza por uma manutenção em um evento já ocorrido, não havendo tempo para preparação do serviço de manutenção. Não é eficiente porque implica em altos custos, no entanto é o tipo de

manutenção mais utilizada dentro das empresas. A quebra inesperada pode acarretar perdas de produção e na qualidade do produto, além de elevados custos indiretos de manutenção (SANITÁ; CAMPOS, 2020). Esse tipo de manutenção é aplicável para partes do equipamento que são menos críticas, no entanto, requerem previsão de recursos necessários para aquisição de peças de reposição, contratação de mão de obra e ferramental para agir com rapidez, de forma a não comprometer o sistema produtivo ou segurança do funcionário (MONCHY, 2017).

A manutenção corretiva planejada ocorre em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha. Como o modelo de manutenção é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido (OTANI; MACHADO, 2018). A decisão por uma política de manutenção corretiva planejada pode surgir de vários fatores, como a possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses de produção, questões relacionadas com a segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia da existência de recursos físicos sobressalentes, equipamentos, ferramental e a existência de recursos humanos com tecnologia para a execução dos serviços de manutenção que podem ser terceirizados (OTANI; MACHADO, 2018).

Monchy (2017) exemplifica que quanto maiores forem as implicações da falha para a segurança pessoal e operacional, nos seus custos e nos compromissos de entrega da produção, maiores serão as condições de adoção da política de manutenção corretiva planejada. Na outra ponta está a manutenção preventiva, que foi um importante tipo de manutenção realizado pela maioria das empresas que possuíam um nível de complexidade dos equipamentos, que ocorre entre a segunda guerra mundial e a década de 60, conjugada ao aumento dos investimentos na indústria. Esses fatores produziam um aumento na competitividade e a busca pela alta produtividade (BRANCO FILHO, 2017).

Esse tipo de manutenção, segundo Martins (2019) é efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de um bem ou a degradação de um serviço prestado, sendo uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data previsível do surgimento de uma falha. Pelo ponto de vista do custo direto de manutenção, a manutenção corretiva quando comparada a manutenção preventiva é mais cara, pois peças devem ser trocadas e os componentes tem de ser reformados antes de atingirem seu limite de vida. É uma estratégia muito eficiente quando o controle de desgaste de uma peça por tempo é eficiente (SANITÁ; CAMPOS, 2020). Uma gestão adequada de manutenção calcula uma redução significativa de custos e projeta a indústria de 3.0 para 4.0. Muito além das possibilidades citadas acima, um contexto de 4.0 da indústria, a coleta e a avaliação abrangente de dados de muitas fontes diferentes equipamentos e sistemas de produção, bem como sistemas de gerenciamento corporativo e de clientes são padrão para apoiar as tomadas de decisões e mais especificamente: em tempo real.

Isto, em resultado de uma manutenção industrial focada na confiabilidade. Costa (2018) defende a teoria que a evolução da economia mundial depende de 5 fatores: expansão tecnológica, a globalização, o desaparecimento das fronteiras e a incorporação da sustentabilidade e responsabilidade social dentro das empresas. O aumento da concorrência entre as organizações obriga que o mercado apresente soluções baseadas na inovação e na melhoria contínua. Segundo Martins (2019) o gerenciamento correto de modernos meios de produção exige conhecimento de métodos e sistemas de planejamento, programação, controle e execução que sejam, ao mesmo tempo, eficientes e economicamente viáveis.

Equipamentos parados em momentos não programados comprometem a produção e podem significar perdas irrecuperáveis em um ambiente altamente competitivo. Xenos

(2019) defende que a aplicação do conceito de indústria 4.0, do sensoriamento e monitoramento de máquinas e equipamentos em tempo real. Até a transmissão de informações e parâmetros em nuvem para um software de análise de confiabilidade e manutenção preditiva ou Big Data. A partir disso, essas informações são enviadas a um sistema integrado que gera ordens de manutenção e até envia sinais para sistemas Cyber Físicos que efetuam ajustes no equipamento e programam manutenções preventivas.

Portanto, a manutenção e as novas tecnologias advindas da indústria 4.0. Surge um novo conceito chamado de *Maintenance Analytics* (MA), o qual aborda a compreensão e a comunicação de dados da área de manutenção. Com acesso à internet, operadores, técnicos e especialistas o acesso remoto de equipamentos permite que os equipamentos realizem ações remotas, tal qual como configuração, controle, diagnóstico, correção, monitoramento de desempenho, coleta e análise de dados (XENOS, 2019). Dispensando ou reduzindo as visitas presenciais dos técnicos do fabricante, já que a acesso reto permite sua ação mesmo não estando presencialmente na empresa.

Para os fabricantes de equipamentos, o acesso a dados de seus equipamentos instalados em diversos locais e em variável utilização abre um leque de informações sobre possíveis falhas de seus produtos, e possibilitando remanejo de ações tornando seus produtos mais confiáveis e duráveis, tornando-se um modelo de negócios que considera o relacionamento de pós-vendas, também uma inovação nesse setor. Outra vantagem do monitoramento remoto, em tempo real do status do equipamento, combinado com alertas programáveis, permite uma resposta do operador, de forma mais dinâmica e otimizada (XENOS, 2019). Como aplicação potencial, pode ser descrito a formulação de políticas de decisão com agendamento de manutenção em tempo real, baseada em informações sobre o histórico de operações de máquinas, seu status, uso antecipado, dependências funcionais, status de fluxo de produção e todas as ações do processo.

Logo, com os avanços da tecnologia, a indústria não poderia ficar parada, foi dentro desta perspectiva que surgia a Indústria 4.0, o qual trouxe para o mercado diferentes equipamentos, os quais contribuem de forma direta para o acesso a informações, tendo em vista que, estes equipamentos estão conectados aos bancos de dados. Sendo assim, o mercado encontra-se aberto frente a busca por indivíduos com formações voltadas para as necessidades tecnológicas. Desta forma, compreende-se o porquê das crescentes exigências frente as indústrias, onde as mesmas vêm buscando cada vez mais, uma maior produção para atender a demanda e a qualidade exigida pelo consumidor. Vendo essa exigência aumentar e precisando acompanhar ao critério de qualidade a Engenharia Mecânica entrou em ação e veio com a solução de automatizar toda a produção, acelerando e podendo evitar diversos erros que poderiam ser causados por falha humana. A Engenharia Mecânica entrou com foco total na produção orientada por dados trazendo uma série de vantagens na produção industrial.

3. CONCLUSÃO

A manutenção industrial antigamente era utilizada apenas para corrigir problemas de paradas ou quebras das máquinas e equipamentos, até porque, a produção era limitada e não havia necessidade de se investir em gestão da manutenção. Com o passar do tempo, as empresas aumentaram a produção, ficando necessário evitar paradas para manutenção corretiva não planejada, desta forma introduziram a manutenção preventiva, esta pode ser por tempo ou por condição, também conhecido como manutenção preditiva.

Atualmente a manutenção está focada na confiabilidade, disponibilidade e manu-

tenibilidade dos equipamentos, procurando sempre novas tecnologias e métodos para melhorar o seu desempenho, desta forma têm significativa importância à gestão da manutenção, para controle, planejamento e para analisar caso a caso, quais tipos de manutenção devem ser aplicados. Outro fator importante é a engenharia de manutenção, envolvida em projetos e equipamentos com melhor desempenho, visando melhorias tanto operacionalmente quanto em facilidade de manutenção dos mesmos.

A gestão da manutenção é fundamental para qualquer empresa ou indústria, pois garante o bom funcionamento das máquinas e equipamentos, evitando paradas e quebras inesperadas. Com o avanço da globalização e das inovações tecnológicas o mercado tornou-se cada vez mais competitivo, por isso faz-se necessário uma manutenção estratégica, que garanta a disponibilidade, confiabilidade e produtividade das máquinas e equipamentos, antecipando e prevendo falhas, através de uma manutenção enxuta e eficaz.

Portanto, ao aplicar uma gestão da manutenção com base nas tecnologias proporcionadas pela indústria 4.0 como automação, internet das coisas, inteligência artificial, big data, simulação, integração de sistemas, associadas as ferramentas do Lean Manufacturing, é possível prever e antecipar falhas, atuando para a uma manutenção enxuta e mais eficiente, o que proporciona inúmeros benefícios como a redução de custos de indisponibilidade de máquinas aumentando a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

Partindo desse contexto, é imprescindível conhecer a manutenção enxuta e as tecnologias proporcionadas pela indústria 4.0, uma vez que com o aumento da necessidade de produção e a evolução das máquinas e ferramentas, faz-se necessário realizar cada vez menos intervenções, através do acompanhamento, previsão e identificação de falhas em seu estado inicial, o que ocasiona em um produto de qualidade e com menor custo de manutenção. Portanto, esse tema vem a somar na gestão da manutenção, uma vez que frente as novas tecnologias e ao mercado competitivo é de suma importância ter ferramentas que auxiliam em uma manutenção produtiva e eficaz, reduzindo assim desperdícios de material e tempo.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2017.
- COSTA, M. A. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.
- KARDEC, A. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Quality mark, 2020.
- MARTINS, T. **A Evolução da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna 2019.
- MONCHY, F. A. **Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 2017.
- OTANI, M; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Vol.4, n.2, 2018.
- PULZ, E. M. A evolução da gestão da manutenção nas indústrias. **Accelerating the world's research**. 2019.
- SANITÁ, W. M.; CAMPOS, R.R. PCM: planejamento e controle de manutenção. **Interface Tecnológica** -v. 17 n. 1 (2020).
- STRUVE, C. **Evolução na Gestão da Manutenção**. Fractal, 2019.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 5a edição. Rio de Janeiro: INDG, 2019. 302 p.

30

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

MAINTENANCE MANAGEMENT: TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Pablo Vinicius Costa Silva

Camila Eduarda Silva Carvalho

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Danilo Oliveira Cortes

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Vanderson Gusmão de Oliveira

José Vitor Mendes França

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A manutenção evoluiu através de adaptações para se adequar aos grandes movimentos industriais das últimas décadas, ocorreu uma evolução forçada visando a grande perspectiva sobre o setor industrial, ocasionou com que novos métodos de gestão fossem desenvolvidos junto a ferramentas que resultassem em mais confiabilidade, organização e controle dessa gestão demonstra a grande importância no gerenciamento de um plano de manutenção a fim de maximizar o desempenho dos equipamentos, além de reduzir custos inesperados e encontrar “a causa raiz” dos problemas na rotina de produção através de ferramentas como MPT (Manutenção produtiva total com o objetivo de conhecer seus conceitos e aplicabilidade agregadas a um plano de manutenção que demonstra seus principais benefícios, através da metodologia de uma revisão bibliográfica explorando livros, revistas e sites em que os resultados obtidos sobre os principais tipos de manutenções e ferramentas de gestão foi evidenciado a sua importância tanto usadas separadamente como aplicadas em conjunto, apresentando resultados mais satisfatórios quando usadas corretamente.

Palavras-chave: Manutenção. Gestão. Qualidade.

Abstract

Maintenance evolved through adaptations to adapt to the great industrial movements of the last decades, there was a forced evolution aiming at the great perspective on the industrial sector, which caused new management methods to be developed together with tools that resulted in more reliability, organization and control of this management demonstrates the great importance of managing a maintenance plan in order to maximize equipment performance, in addition to reducing unexpected costs and finding “the root cause” of problems in the production routine through tools such as TPM (Total Productive Maintenance with the objective of knowing its concepts and applicability added to a maintenance plan that demonstrates its main benefits, through the methodology of a bibliographical review exploring books, magazines and websites in which the results obtained on the main types of maintenance and management tools were highlighted its importance ated separately and applied together, presenting more satisfactory results when used correctly.

Key-words: Maintenance, Management, Quality.



1. INTRODUÇÃO

A manutenção produtiva total, também conhecida como *total productive maintenance* (TPM), trata-se de uma ferramenta utilizada nas empresas, com o objetivo de otimizar a eficiência dos processos. A MPT se tornou uma das ferramentas de gestão da manutenção mais eficaz quando o assunto é evitar perdas no processo produtivo. Com o conhecimento de seus pilares, é possível ter um processo com menos custo e um sistema de produção mais produtivo.

As falhas operacionais causam problemas e dificultam o andamento dos processos e o crescimento das companhias. Repensar as formas de se trabalhar e contar com práticas inovadoras como o MPT é essencial para obter as melhores condições, ambiente de trabalho e desempenho de máquinas e equipe. Será apresentado sobre o que é a Manutenção Produtiva Total. O conceito dos seus pilares nos quais ela se baseia e sua importância para a melhoria nos segmentos onde ela é aplicada.

A forma de como gerenciar um projeto é uma incógnita para muitos engenheiros que não conseguem implementar uma metodologia eficaz e eficiente em seus projetos. Como o MPT pode ser direcionado para gerir projetos?

Este trabalho tem como objetivo geral demonstrar a relevância da gestão da manutenção para as empresas bem como a importância e eficácia do MPT. E como objetivos específicos apresentar a ferramenta de gestão da manutenção MPT, descrevendo seus pilares e discorrer sobre a importância do MPT.

O aumento da competitividade no mercado e a exigência dos clientes por novas soluções exigem das empresas aperfeiçoamento tecnológico e a modernização de todos os processos em todas as suas áreas. Logo, alguns processos e metodologias foram desenvolvidos ao longo da história para aprimorar cada vez mais os projetos entregues na engenharia bem como aumentar o seu controle em aspectos como o financeiro,

A metodologia da MPT (Manutenção Produtiva Total) trouxe alguns procedimentos e processos que deram muitos resultados positivos para várias empresas quando implantados com sucesso. Este trabalho tem por objetivo mostrar essa metodologia e o detalhamento dos seus processos.

Os resultados alcançados em nosso país nos projetos de engenharia, são péssimos, principalmente quando se trata de obra de construção civil. Muitas das vezes as obras acabam atrasando devido à falta de planejamento do projeto. Desta forma este TCC pode auxiliar diversos gestores de projetos para uma melhor performance, diminuindo o tempo de entrega, custo e aumentando a qualidade do resultado final.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho de revisão de literatura se classifica como uma pesquisa de caráter qualitativa e descritiva, com a finalidade de apresentar a ferramenta de gestão da manutenção, MPT (Manutenção Produtiva Total), para isto, utilizou-se, livros, publicações acadêmicas, artigos e dissertações relacionados ao tema, com consultas nas plataformas do Google acadêmico. Buscou-se, principalmente por materiais publicados nos últimos 10 anos, as palavras chaves para a pesquisa foram, manutenção produtiva total, gestão da

manutenção e manutenção industrial.

2.2 Resultados e Discussão

Manutenção Produtiva Total (TPM) é um programa operacional onde todos desenvolvem atividades de melhoria contínua nos equipamentos e nos processos, sendo os resultados monitorados através da utilização de indicadores de desempenho. (WIREMAN, 1998).

A implantação do TPM tem resultado em um aumento de eficiência em indústrias japonesas na ordem de 60 a 90% da utilização de sua capacidade instalada. Tais resultados foram obtidos, utilizando conceitos de maximização da eficiência de equipamentos, através de pequenos grupos de trabalho e implementação de atividades de manutenção autônoma (NAKAJIMA, 1989).

A manutenção em toda a sua história pode ser descrita por três gerações. Na primeira geração, que teve sua vigência antes da Segunda Guerra Mundial, onde os consertos e ou reparos eram simples e a sistemática da manutenção não passava de limpezas superficiais e rotinas de lubrificação. A segunda geração desenvolveu-se no pós-guerra, quando as indústrias se tornaram mais complexas. Neste contexto surgiu a manutenção preventiva, com o objetivo de melhorar a confiabilidade e a qualidade dos equipamentos. A terceira geração, surgida na década de 1980, tem transformado as indústrias em gerenciadoras de seus equipamentos, proporcionando baixos custos de manutenção, diminuição das quebras do equipamento, aumento da produtividade e da qualidade dos produtos (MOUBRAY, 1997). Na Figura 1, verifica-se a evolução das técnicas da manutenção no decorrer dos anos.

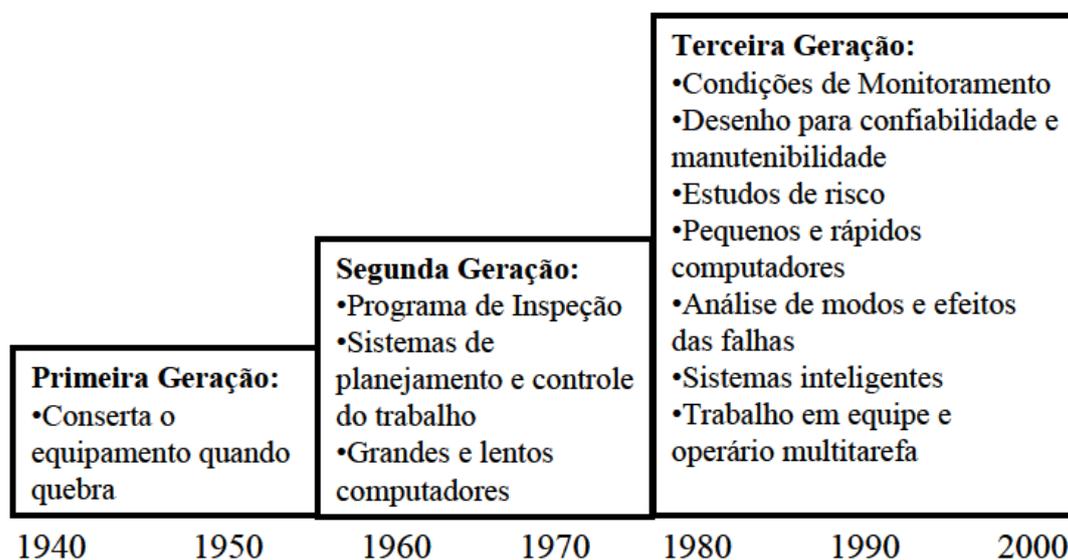


Figura 1: Transformação das técnicas de manutenção.

Fonte: Moubray (1997)

No estudo realizado por Willmot (1994), apresenta o objetivo principal do MPT, que é aumentar a rentabilidade dos negócios através da eliminação de falhas por quebra de equipamento, reduzindo o tempo gasto para preparação dos equipamentos, mantendo a velocidade do maquinário, eliminando pequenas paradas e melhorando a qualidade final dos produtos.

Para Nakazato (1998) as siglas MPT tem os seguintes significados:

- *Total* significa que toda fábrica está envolvida na cultura e nas atividades do TPM,

dependendo essencialmente da aceitação e envolvimento da direção da fábrica, que por sua vez deve difundir seus conceitos e dar suporte para que o mesmo evolua constantemente.

- *Productive* (Produtiva), significa a busca do limite máximo da eficiência do sistema, eliminando todos os tipos de perda, atingindo zero acidente, zero defeito e quebra/falha zero. Não significa simplesmente a busca de produtividade, mas sim alcançar a verdadeira eficiência através do zero acidente e zero defeito;
- *Maintenance* (Manutenção), significa manutenção no sentido amplo, considerando-se o ciclo total de vida útil do sistema de produção e define a manutenção que tem o enfoque nos sistemas de produção de processo único, na fábrica e no sistema administrativo de produção.

O fluxograma na Figura 2 explicita a relação temporal existente entre os passos do TPM. Uma descrição detalhada de cada passo é apresentada na sequência. Abaixo estão descritos os 12 passos de implantação do programa TPM (NAKAJIMA, 1989).

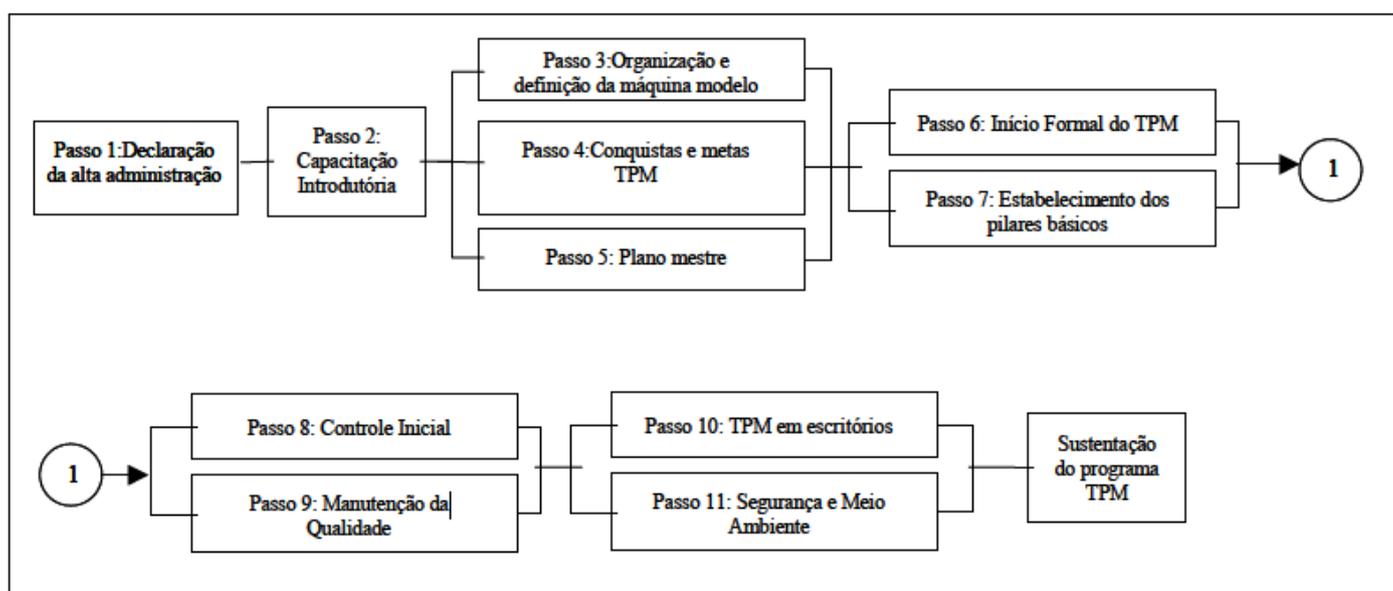


Figura 2: Fluxograma dos passos de implantação do programa TPM

FONTE: NAKAJIMA (1989)

O MPT se difundiu rapidamente na indústria japonesa, e em todo o mundo por três motivos: entrega resultados fantásticos, visível transformação do ambiente de trabalho e desenvolvimento do nível de conhecimento e capacidade de todos envolvidos.

De acordo com o estudo feito por Tenório e Palmeira (2002), o MPT se propõe a melhorar o ambiente de trabalho, visando transformar as instalações da empresa (que normalmente são impregnadas de poeira, óleo lubrificante e graxa, com objetos em desordem visível e em muitos dos casos, desnecessários e inadequados ao processo de trabalho) em um ambiente agradável e seguro. Essa mudança se deve ao a novos papéis dos operadores e manutenções e através de um foco intensivo em desenvolver no operador um senso de propriedade sobre seu equipamento e sua área.

Conforme a autora Seiichi Nakajima (1989), o MPT representa uma forma de revolução, pois conclama a total integração entre o homem, a máquina e a empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos. Tomando-se como natural que as indústrias nos dias de hoje, cada vez mais estão buscando novos equipamentos para sua modernização e automatização.

No estudo realizado por Mirshawka e Olmedo, publicado no artigo “Manutenção combate aos custos da não-eficácia a vez do Brasil”, no ano de 1993 em São Paulo, Brasil, “a busca de maior eficácia de toda estrutura da empresa, através de melhorias incorporadas às pessoas e aos equipamentos, o que significa tornar os colaboradores e a organização aptos a conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação. Estas mudanças promovem melhorias na estrutura orgânica das empresas, o que pode ser apontado como o principal objetivo do TPM”.

A estrutura do TPM foi originalmente definida pelo Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). Ele tem um formato baseado em 08 pilares, conforme figura 3.

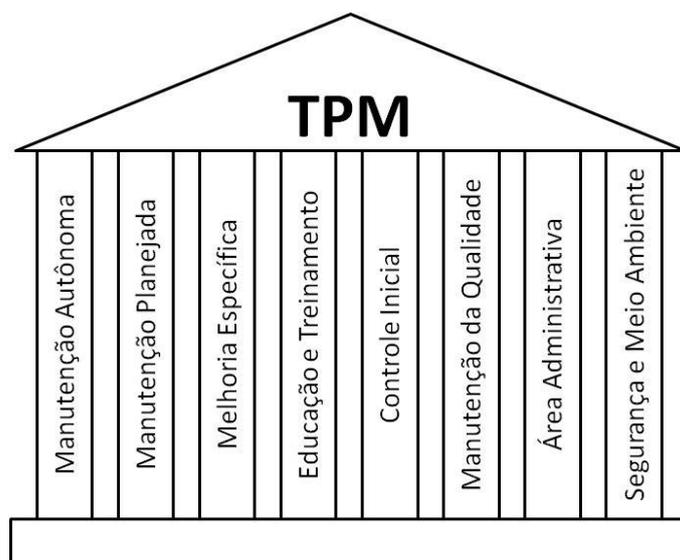


Figura 3: Pilares do TPM

Fonte: Borcati e Mariotti (2010)

De acordo com o estudo feito por Guilherme Sandrini, publicado no site Kimia Consultoria no ano de 2021, a Manutenção Autônoma busca tornar o operador dono do equipamento, elevando o seu nível de conhecimento através da limpeza, inspeção, lubrificação, treinamentos técnicos e inspeções até chegar a um nível de gerenciamento autônomo. Na manutenção autônoma, os funcionários da organização são organizados em pequenos grupos, denominados Grupos Autônomos. Estes grupos têm por objetivo cuidar de seus equipamentos, identificar as perdas e implantar melhorias. Os operadores aprendem a executar atividades de limpeza, inspeção e lubrificação em seus equipamentos. Com isso, quebras causadas por sujeira ou falta de lubrificação, por exemplo, são eliminadas. Estes tipos de quebras são denominados de quebras forçadas.

O estudo dirigido por Carlos Aranha, publicado no ano de 2019 em São Luís, Brasil, afirma que a Manutenção Planejada desenvolve os mantenedores de forma que os mesmos possam estabelecer um sistema de manutenção mais efetivo e, juntamente com o pessoal da operação, possam eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas de operação, produtos defeituosos e chokoteis (pequenas paradas).

De acordo com o estudo feito por Cristiano Bertulucci (2016) a manutenção planejada, tem como objetivo aumentar a eficiência do departamento de manutenção identificando, eliminando e prevenindo as quebras dos equipamentos. As principais atividades deste pilar são:

- Registrar as quebras dos equipamentos: É necessário registrar todas as quebras que ocorrem para saber de quanto em quanto tempo uma máquina quebra,

quanto tempo os técnicos levam para efetuar um conserto, qual o custo da quebra, chegando a detalhes como peça, componentes que mais quebram em um determinado equipamento ou na fábrica como um todo.

- Treinar os operadores em atividades básicas de manutenção: A partir do momento que os operadores estão realizando atividades de limpeza, lubrificação, inspeção e pequenos reparos, os técnicos de manutenção têm mais tempo para trabalhar de forma preventiva e preditiva em relação às quebras e também de adequar-se às novas tecnologias de manutenção e prevenção.

O pilar Melhoria Específica tem como objetivo a eliminação das maiores perdas existentes no sistema produtivo, obtendo, assim a melhoria da eficiência da produção. A sua metodologia consiste em identificada a maior perda de um equipamento ou de um processo, seja ele produtivo ou administrativo, atacá-la sistematicamente até que a perda seja zerada. A forma de trabalho deste pilar também é o grupo de trabalho participativo, mas, para eliminar uma perda, muitas vezes o grupo autônomo não consegue trabalhar sozinho, necessita de ajuda de especialistas como: técnicos de manutenção, engenheiros, compradores de matéria-prima e outros, dependendo do tema a ser estudado (LAMPKOWSKI, MASSON E CARRIJO, 2006).

O estudo dirigido por Carlos Aranha (2019), afirma que o objetivo do pilar Educação e Treinamento é promover um sistema de capacitação de todas as pessoas, tornando-as aptas para o pleno desempenho de suas atividades e responsabilidades, dentro um clima transparente e motivador. As atividades do pilar consistem em:

O pilar de Controle Inicial associa as atividades que visam a redução das perdas do período entre o desenvolvimento do produto, e o início da produção plena. Além disso, o controle inicial é aplicado na execução do efetivo desenvolvimento do produto, bem como nos investimentos em equipamentos, a fim de se atingir o estágio de produção plena. Os conhecimentos e as melhorias alcançadas com o MTP nos equipamentos atuais são transferidos para os novos equipamentos e produtos. Toda a sistemática de levantamento de erros e de melhorias é consolidada nesta etapa. Os conhecimentos adquiridos possibilitam a elaboração de novos projetos, buscando atingir o conceito de quebra/falha zero (ARANHA, 2019, p. 20).

O pilar da manutenção da qualidade foca em eliminar as não-conformidades dos produtos, causadas pelos equipamentos. A técnica baseia-se em compreender que partes do equipamento afetam a qualidade do produto. Compreendida esta parte, deve-se começar por eliminar os problemas conhecidos (atitude reativa), e posteriormente estudar e agir sobre os problemas potenciais (atitude pró ativa) (ARANHA, 2019).

Segurança, Higiene e Meio Ambiente: O maior objetivo deste pilar é atingir a meta de acidente zero. Suas atividades são focadas na prevenção de acidentes, quer sejam acidentes pessoais ou acidentes ambientais, atuando para eliminar as condições inseguras e os atos inseguros. “O pilar SHE (Segurança, Saúde e Meio-Ambiente) é o responsável pelo estabelecimento do sistema de gestão que proporcione à empresa a oportunidade de atingir Danos Ambientais Zero, Doença Ocupacional Zero e Acidente Zero (ARANHA, 2019).

De acordo com Chicone (2000), o pilar de Educação e Treinamentos é diferenciado dos demais, pois como notou-se nos outros pilares descritos, nenhum deles caminha se o ser humano, o funcionário, não estiver melhorando, estiver ganhando novos conhecimentos. O objetivo deste pilar é aprimorar a habilidade dos indivíduos que contribuem para a melhoria do desempenho empresarial. As principais ferramentas deste pilar são a LPP e a

matriz de habilidades.

No artigo de Takahashi e Osada, publicado pelo Instituto IMAN, em São Paulo no ano de 1993, o pilar de administração, tem como objetivo melhorar a eficiência e eliminar as perdas dos processos administrativos. Podemos considerar que um escritório nada mais é do que uma fábrica de informações, onde entram insumos (informações de entrada), estes insumos são processados e transformados em um produto (informações de saída). O “produto” da área administrativa também tem que ser “produzido” da forma mais rápida possível e com a maior qualidade (sem erros e de forma confiável).

Segundo Takahashi e Osada (1993), a Manutenção da Qualidade, as condições dos equipamentos afetam de forma significativa a qualidade dos produtos. As atividades deste pilar visam garantir a qualidade dos produtos no processo produtivo e atingir a meta de zero defeito. As tarefas do pilar Melhoria da Qualidade são aquelas que se destinam a definir condições do equipamento que excluam defeitos de qualidade.

3. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que uma ferramenta de qualidade eficaz está completamente ligada ao desempenho de uma boa gestão da manutenção, uma vez que os profissionais envolvidos tenham um completo conhecimento dos seus conceitos e aplicabilidade, pois quando se trata de qualidade seja em produtos, serviços, confiabilidade ou produtividade todos dependem de um bom desempenho setor da manutenção. Visto a implementação de ferramentas de qualidade na gestão da manutenção pudemos observar um maior controle e mais confiabilidade dos processos, utilizando cada ferramenta de acordo com a necessidade, seja para encontrar a causa raiz de um problema ocorrido em uma manutenção corretiva ou a construção de todo um processo estratégico de um projeto, passando pelo planejamento, execução, verificação até a padronização pelo aprendizado.

Referências

- ARANHA, C. CARLOS. **A importância dos stakeholders na gestão da mudança em projetos: estudo de caso para implantação da ferramenta tpm (total productive maintenance) em uma planta industrial de mineração.** 2019. São Luís: Editora Pascal. Disponível em: <https://editorapascal.com.br/wp-content/uploads/2019/12/FERRAMENTA-TPM.pdf>. Acesso em: 26 de setembro de 2022.
- MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L., 1993. **Manutenção combate aos custos da não-eficácia a vez do Brasil**, Ed. MakronBooks do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil.
- NAKAZATO, K. Facilitadores TPM – **XXXV Evento Internacional de TPM.** Tokyo, Japan, JIPM, Impresso pela IMC Internationale, 1998.
- TENÓRIO, F. G.; PALMEIRA, J. N. **Flexibilização Organizacional: Aplicação de um modelo de produtividade total.** Rio de Janeiro: FGV, 2000.
- WILLMOT, P. Total Quality With Teeth. **MCB University Press**, 1994, Vol. 6, No. 4, pp. 48-50.7
- SANDRINI, G. **Manutenção autônoma: entenda os passos desse pilar do TPM.** Disponível em <https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/> acesso em 27 de setembro de 2022.
- BERTULUCCI, C. **Os 6 passos para implementar a manutenção planejada.** Disponível em <https://www.citissystems.com.br/passos-implantar-manutencao-planejada/> acesso em 27 de setembro de 2022.
- TAKAHASHI, Y., OSADA, T. **Manutenção produtiva total.** São Paulo: Instituto IMAN, 1993.
- LAMPKOWSKI, F. J., MASSON A. C. P, CARRIJO, M. **TPM – Total Productive Maintenance – Resultados da implementação: um estudo de caso.** XIII SIMPEP – Bauru, SP, 2006.



MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**. New York, NY: Industria Press Inc.,1997.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 105 p

SUZUKI, T. TPM – **Total Productive Maintenance**. São Paulo: JIPM & IMC, 1993.

.

31

MANUTENÇÃO PREDITIVA: VANTAGENS PARA A INDÚSTRIA 4.0

*PREDICTIVE MAINTENANCE: ADVANTANGES FOR
INDUSTRY 4.0*

Rayane Moraes Mendes

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Antonio Merval Machado Tavares

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Resumo

Dentro da indústria 4.0 o maquinário é composto de tecnologias evoluídas, por esse motivo as técnicas de manutenção devem ser analisadas e escolhidas de forma que haja economia de recursos, menos paradas não programadas na linha produtiva, a fim de minimizar prejuízos para a mesma. Nesse sentido a presente pesquisa teve como objetivo apresentar conceitos acerca de Manutenções, com foco na preditiva, bem como suas peculiaridades e sua importância dentro da Quarta Revolução Industrial. Discorreu-se acerca do monitoramento preditivo dentro da dinâmica 4.0, frisou-se os benefícios do método que podem ser agregados, reforçando-se o quanto a técnica de manutenção preditiva vem tornando-se amplamente usada dentro do ambiente fabril e assim visa auxiliar positivamente com conhecimentos de qualidade que propiciem maior entendimento a respeito do assunto abordado. Constituiu-se em um trabalho de levantamento bibliográfico, com análise e levantamento de fatos abordados em estudos de caso aplicados dentro de fábricas. A literatura foi observada de forma categórica e quão econômica e vantajosa pode ser a manutenção preditiva, não somente dentro da I 4.0, como em fábricas em que não existe um aparelhamento tão tecnológico, mas viu-se que ainda são utilizados outros tipos de manutenção dentro da indústria.

Palavras-chave: Manufatura inteligente, Vistoria Preditiva, Gestão da manutenção.

Abstract

Within industry 4.0, machinery is made up of evolved technologies, for this reason maintenance techniques must be analyzed and chosen so that there is resource savings, less unscheduled stops in the production line, in order to minimize damage to it. In this sense, the present research aimed to present concepts about Maintenance, focusing on the predictive, as well as its peculiarities and its importance within the Fourth Industrial Revolution. Predictive monitoring within the 4.0 dynamics was discussed, the benefits of the method that can be added were highlighted, reinforcing how much the predictive maintenance technique has become widely used within the manufacturing environment and thus aims to positively assist with quality knowledge that provide greater understanding of the subject addressed. It constituted a work of bibliographic survey, with analysis and survey of facts addressed in case studies applied within factories. The literature was categorically observed and how economical and advantageous predictive maintenance can be, not only within the I4.0, as in factories where such technological equipment does not exist, but it was seen that other types of maintenance are still used within of the industry.

Keywords: Smart manufacturing, Predictive Inspection, Maintenance management.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de séculos a indústria sofre mudanças, tanto em sua dinâmica como em sua configuração, que permaneceu durante a primeira revolução industrial, onde surgiram as máquinas a vapor e a necessidade de manutenção, e surgiu assim a manutenção corretiva, logo veio a segunda revolução industrial e a manutenção preventiva, na terceira revolução chega a manutenção preditiva. Em todos os casos houve uma modernização de acordo com a época, ocorreu então a inevitável carência de manutenção e de uma mão de obra focada em corrigir defeitos no maquinário, após esse período o setor de manufatura passou por várias mudanças significativas, então surgiu a quarta revolução industrial e juntamente com ela a indústria inteligente ou também chamada indústria 4.0 ou ainda I 4.0, a qual utiliza meios como robótica, inteligência artificial e outros artifícios semelhantes.

A partir de todas as evoluções dentro da indústria, a inspeção de dispositivos tornou-se um fator de elevada importância dentro das organizações, pois tem como função principal assegurar a funcionalidade dos ativos, reduzir o período de inatividade das máquinas e custos com mão de obra. O procedimento de retificação preditiva por sua vez tem a capacidade de imprimir qualidade quando aplicada de forma correta, tendo em vista que as execuções de sistema de análise previnem falhas em aparelhamentos, e assim conferem-lhes uma maior vida útil.

Por outro lado, sabe-se que dentro da área de manutenção há uma disseminação de conhecimento técnico baseado apenas em experiências vivenciadas, o que pode gerar vários problemas como por exemplo uma correção indevida ou mal elaborada. Portanto, é notório a necessidade de mais trabalhos escritos para proporcionarem fundamento científico e orientarem os atuais e futuros habilitados da área.

Em vista disso, a presente pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de disponibilizar aos profissionais da manutenção, um material simples, com noções acerca do monitoramento preditivo dentro da dinâmica 4.0 com foco nas vantagens do método e por sua vez reforça o quanto a metodologia preditiva de conservação que tem se tornado amplamente usual dentro do chão de fábrica e assim auxiliar positivamente com informações de qualidade que propiciem maior entendimento a respeito do tema abordado nesta revisão bibliográfica.

Com a existência de várias estratégias de manutenção que podem ser aplicadas a indústria 4.0, conquistou espaço, a manutenção preditiva. Assim, surge a questão, como a manutenção preditiva pode vir a contribuir no que diz respeito a evitar paradas desnecessárias na cadeia produtiva e gastos excessivos de recursos no contexto da indústria 4.0?

Para esclarecer tal dúvida é essencial apresentar o exercício da manutenção preditiva na era da indústria 4.0. Para tanto, o texto expõe e caracteriza as estratégias de intervenção mecânica utilizadas na indústria. Assim apresentar de forma concisa quais as vantagens da implantação e realização da vistoria periódica preditiva se torna indispensável. Visando assim, um melhor entendimento a respeito do assunto.

2. METODOLOGIA

No presente estudo o caminho seguido como metodologia utilizou-se a revisão bibliográfica, com documentos que nortearam a pesquisa, contemplando leitura e interpretação de produções científicas, dissertações, artigos e livros, para conseguir o embasamento



teórico indispensável para o tema Manutenção Preditiva: Vantagens para a Indústria 4.0.

Portanto consistiu na realização de um levantamento bibliográfico de busca na base de dados Acervo Bibliográfico, Google Acadêmico (*Google Scholar*), Banco de Teses da CAPES, onde o acesso aos títulos feito através de índices e formulários de busca, para embasamento do artigo.

Foram instituídos os seguintes critérios de inclusão: artigos nos idiomas português e inglês, publicados no período dos últimos cinco anos e livros de autores referenciados e importantes para o desenvolvimento do estudo, nos idiomas português e inglês, com atenção especial ao estado da arte.

Após a leitura dos resumos foram aplicados os critérios de exclusão, eliminou-se os artigos e trabalhos científicos repetidos e levou-se em consideração a quantidade encontrada e sua relevância para a temática. Os artigos, dissertações, teses e os livros, ocorreu uma análise e agrupamento em eixos temáticos, com o intuito de responder aos assuntos propostos ao longo da pesquisa: Definição de manutenção e Indústria 4.0, bem como as Vantagens da Manutenção Preditiva para a Indústria 4.0.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Breve histórico de Manutenção

Houve quatro Revoluções Industriais, e cada uma possui suas próprias características e particularidades. A primeira geração da evolução da manutenção precede a Segunda Guerra Mundial, em uma indústria pouco mecanizada, com maquinário simples, com pouca automação e em sua grande maioria superdimensionados. A produtividade não era prioridade, conseqüentemente, não era obrigatória a inspeção sistemática. Apenas manutenção corretiva, como limpeza, lubrificação e reparos após a quebra (KARDEC; NASCIF, 2017).

Durante os anos 1850 e 1870 a Segunda Revolução teve início e findou-se após a Segunda Guerra Mundial, a demanda por diferentes tipos de produtos alargou significativamente, a produção em massa tem um forte desenvolvimento. Nesse período houve evoluções nas indústrias de aço, química e elétrica, como réplicas a diversidades, o nível de mecanização e complexidade das instituições industriais sofre uma intensa ampliação, então passa a existir o conceito de inspeção preventiva (STEVAN JUNIOR, SANTOS; LEME. 2018).

Nos anos 70 com a tendência da utilização de sistemas “*Just-in-time*” precipitou a mudança nas indústrias. A cada suspensão de produção, amortece a disposição da produção, somando custos e comprometendo a qualidade dos produtos e atingindo toda a cadeia. A terceira geração implicou no conceito de manutenção preditiva, fazendo parte então da Terceira Geração (KARDEC; NASCIF, 2017).

A quarta revolução industrial foi iniciada ainda no ano de 57, durante a Guerra Fria, se tratava do desenvolvimento da internet como auxiliadora para a comunicação daquela época (SACOMANO *et al.*, 2018). A Indústria 4.0 é parte importante da Quarta Revolução, sendo muitas vezes chamada de “manufatura inteligente” (DOMINGUES, 2020).

Almeida (2018), comenta que a evolução da humanidade fez surgir o desenvolvimento, propriamente dito, de invenções, produtos e serviços para auxiliar a vida das pessoas, e isso inclui, as revoluções industriais que aconteceram. A mudança sistemática das fábricas surge com necessidades e a partir disso a manutenção foi evidenciada como uma estratégia para não parar a produção.

3.2. Manutenção e Tipos de Manutenção

Almeida (2017), conceitua a manutenção como a tomada de ações necessárias e processos técnicos que visam o funcionamento efetivo e também a restauração de máquinas, equipamentos, peças, veículos, e possui a função de preservar e evitar o desgaste dos equipamentos e instalações.

Sabe-se que existem algumas denominações para classificar manutenção, todavia, iremos nos aprofundar nos três tipos de retificação que serão citadas e conceituadas a seguir.

De acordo com Almeida (2017), Manutenção corretiva é uma intervenção imediata com a finalidade de evitar grandes problemas aos instrumentos da produção. Em acordo com esse ponto de vista, Kardec e Nascif (2017) afirmam que a Manutenção corretiva tem a função de restaurar e corrigir os problemas que podem depreciar a performance das máquinas. E a classifica em manutenção corretiva como não planejada, onde a ação é realizada depois de uma quebra ou um mal funcionamento, acresce a despesa com o reparo da falha, podem gerar altos custos à produtividade, e caso os intervalos sejam demasiadamente extensos, pode ocasionar prejuízos expressivos para o empreendimento e afetar a segurança e o meio ambiente, e a corretiva planejada que consiste na correção baseada no acompanhamento preditivo das condições dos equipamentos, é mais seguro, menor custo e mais rápido.

Sobre Manutenção Preventiva é importante destacar o seguinte conceito:

Inversamente à política de Manutenção Corretiva, a Manutenção Preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. Em determinados setores, como na aviação, a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados sistemas ou componentes, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais (KARDEC E NASCIF, 2017, p. 59).

Em acordo com Kardec e Nascif (2017), Barbosa (2022) destacam que: A manutenção Preditiva, possui o papel de reduzir a incidência de falhas nos equipamentos, precisa e deve ser estratégica, pois possui um alto custo e não é apropriada para todos os cenários. Conceituando a manutenção preditiva, Almeida (2017) diz que, através da manutenção preditiva é possível prever as condições reais de uma máquina. Essa inspeção está baseada em vistorias com periodicidade, analisando condições por meio de instrumentos específicos, assim possibilitando o planejamento para uma intervenção.

Ainda acerca de manutenção preditiva, (SILVA, 2020. p.3) explica que:

[...], pode-se entender como toda atividade que é executada sem interferir em seu funcionamento. O que difere da preventiva, que precisa da parada do equipamento para executar testes, no intuito de saber o estado do equipamento, com isso pode-se destacar como principais preditoras a termografia, ultrassom e análise de óleo isolante ou lubrificante.

A vistoria preditiva apresenta uma afinidade com a tecnologia, softwares e outros métodos mais sofisticados, e por esse motivo se tornou um pilar dentro da 4^o Revolução industrial, facilitou assim a questão manutenção, e trouxe mais produtividade e menos tempo de inatividade de máquinas e homens.

4. INDÚSTRIA 4.0

De acordo com Esteves *et al.* (2018) a Indústria 4.0 teve lançamento em 2011 na Alemanha e paralelamente a esse evento, em outros países como nos Estados Unidos com a chamada *Smart Manufacturing*, também conhecida no Brasil como Manufatura Avançada.

A manufatura 4.0 funciona com integração de internet e tecnologias que otimizam o processo produtivo e conseqüentemente os produtos, com o fim de englobar todos os processos de uma cadeia produtiva, inclusive as ações de revisão.

A indústria 4.0 é a transformação intensiva de informações de indústrias de manufaturas e outras em um ambiente conectado de dados, pessoas, processos, serviços, sistemas e ativos industriais habilitados para IoT com a geração, alavancagem e utilização de informações acionáveis como forma e meio de realizar indústria inteligente e ecossistemas de inovação industrial e colaboração (SANTOS, 2018, p.14).

Para Sacomano *et al.* (2018), a I 4.0 consistem na conexão de tecnologias de informação e comunicação que propiciam elevação na produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento.

A I 4.0 possibilita invenção de produtos de forma inteligente, e obtém menos disposição a interrupções e com ótima eficiência. As manufaturas inteligentes são decisivas para a Indústria 4.0, na procura pela inovação e criação de produtos, métodos e artifícios inteligentes, abordam esquemas capazes de discutirem complexidades maiores, onde humanos e máquinas podem comunicar-se entre si de forma natural, assemelhando-se a uma rede social (PARROTT; WARSHAW; HELBIG, 2017).

Se outrora a manutenção era algo que possuía um elevado custo, na indústria, agora as falhas são identificadas antes de ocorrerem, por sistemas dotados de inteligência (ALBERTIN, PONTES, 2021). O que permite uma agilidade para solucionar possíveis problemas, evitando desperdício de tempo e dinheiro, como é o caso a Manutenção preditiva que utiliza tecnologias diversas.

4.1. Vantagens da manutenção Preditiva para a Indústria 4.0

Com o intuito de demonstrar as vantagens da manutenção preditiva na Indústria 4.0, esta pesquisa destacou alguns casos que tratam acerca do assunto.

“Na I 4.0, a análise contínua de dados de máquinas inteligentes oferece o monitoramento e eliminação de falhas potenciais de modo contínuo e preditivo” (SACOMANO *et al.*, 2018, p. 105). Afirmam ainda que: A manutenção pró-ativa, como também pode ser chamada, está cada vez mais inserida e com grande valor no contexto das tecnologias da I 4.0, como IoT, Inteligência Artificial-IA, e do Big Data. A Manutenção preditiva objetiva uma produção preditiva, culminando em uma verdadeira fábrica inteligente e previsível.

Em acordo com essa ideia, (SANTOS, 2018, p. 41) afirma:

A indústria 4.0, que em mais de uma forma como disse a transformação digital da manufatura, hoje ainda está focada principalmente nos primeiros estágios de transformação e ‘maturidade’ a partir de uma perspectiva de benefício e potencial: aumento de produtividade, automação e otimização de processos operacionais, processos de negócios e, o caso de uso número um da internet

das Coisas a partir de uma perspectiva de gastos da IoT: operações de manufatura, seguidas de manutenção (preditiva) e serviços de manutenção inteligente.

A indústria 4.0 surge com a finalidade trazer economia e tecnologia, produção a todo vapor, poucos gastos e o mínimo possível de paradas desnecessárias na linha produtiva, e ao contrário do que se pensa o ser humano não é dispensado, mas sim faz-se necessário uma mão de obra mais especializada, com mais conhecimentos sobre o assunto e tecnologias.

Na tabela 1, pode-se verificar as relações de custos entre manutenção corretiva não planejada, preventiva e preditiva evidencia-se como a manutenção preditiva é vantajosa em relação as demais manutenções.

Tipos de Manutenção	Relação de custo
Corretiva não planejada (emergencial)	22
Preventiva	34
Preditiva/ inspeção + corretiva planejada	54

Tabela 1 - Comparação de custos de manutenções

Fonte: Kardec e Nascif (2017)

Domingues (2020) explana que, o ato de compartilhar dados pode aumentar em até 10% na produtividade, uma vez que a preditiva é planejada e adequada. Com a finalidade de não ter inatividade incitada por manutenções sem planejamento e obter a maior produção, mudando de intervenção corretiva para preditiva.

Em posse desses conceitos assimila-se que a manutenção preditiva tem papel fundamental dentro da indústria 4.0, apresentando benefícios. Por outro lado, é preciso lembrar que:

A instalação de sistemas de monitoramento contínuo *online* apresenta um custo inicial relativamente elevado. Em relação aos custos envolvidos, estima-se que o nível de inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamentos bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de 1/5. [...]. É fundamental que o pessoal da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinado. Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos. [...], é comum encontrar-se, em algumas empresas, sistemas de coleta e registro de informações de acompanhamento de Manutenção Preditiva que não produzem ação de intervenção com qualidade equivalente aos dados registrados (KARDEC; NASCIF, 2017, p. 63).

Através da análise de pesquisas e suas contribuições para a literatura, constatou-se que a Indústria 4.0 aliada a manutenção preditiva garante economia de forma geral no setor produtivo, e promove menos paradas na linha de produção, cria assim, vantagem competitiva. Com a confirmação da tese levantada, buscou-se então comprovações em estudos de caso que legitimam com o ponto de vista dos autores Domingue, Kardec e Nascif, e explana-se sobre as vantagens da manutenção preditiva para a indústria 4.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um estudo de caso sobre manutenção preventiva e corretiva em máquinas de envase de manteiga em uma fábrica de laticínios, que teve como metodologia um trabalho de campo para levantamento de dados, verificou-se que a manutenção corretiva não planejada era efetuada com frequência o que ocasionava desperdício de energia e matéria-prima, gasto com mão de obra. Por fim chegou-se à conclusão de que somente as manutenções corretivas não seriam o suficiente para manter o maquinário em funcionamento, e por esse motivo foi realizado a criação de um plano de manutenção preventiva a fim de minimizar as perdas, e sugeriu-se que houvesse substituição de máquinas mais antigas. (SANTOS, 2018).

Em outro caso, Matos e Scheidt (2018), realizaram um Estudo de Caso: Indústria 4.0 Comprovando Rentabilidade da Aplicação, que teve como metodologia a pesquisa teórica e de campo realizada em uma cervejaria Multinacional em Ponta Grossa – PR, onde levantou dados no setor produtivo. No primeiro caso foi analisado uma falha em um rolamento do lado oposto do eixo do servo motor que apresentava anomalias graves, e causava aumento da temperatura da máquina para 83°C, pois haviam desgaste e oxidação que permitiam passagem de óleo para o rolamento ocasionando falha, houve intervenção mecânica programada e substituição de peças, após isso a temperatura se manteve a 40°C e a parada na linha de produção foi iniciada e finalizada no mesmo dia, destaca-se assim a eficiência de uma manutenção preditiva.

No segundo caso tratou-se de uma intervenção emergencial em um rolamento, houve várias tomadas de ações e uma dificuldade de encontrar a causa da falha, depois de muitos esforços descobriram que um rolamento estava travado, essa demora acarretou em uma parada de 6 dias na linha de produção, gerou custos e perda de produtividade, além de evidenciar a importância de uma manutenção planejada. Os resultados revelaram que há de fato uma efetividade quando se trata de uma manutenção preditiva, por ser uma manutenção onde já se sabe onde deve ser realizada a ação, isso promove mais rapidez no processo e menos perdas, sugere-se assim a necessidade das inovações tecnológicas dentro da fábrica.

O estudo de caso realizado por Ribeiro Jr. e Volante (2019) efetivado dentro de um setor de ar comprimido de uma metalúrgica, apresentou metodologia qualitativa, houve a criação de um plano de manutenção preventiva e preditiva, e constatou-se que ocorreram melhorias de indicadores e redução de custos com paradas para intervenções não programadas, o que impactou diretamente na produção.

Em um outro distinto estudo de campo concretizado em uma usina Hidrelétrica, Maff *et al.* (2017), escreveu sobre como a manutenção preventiva é aliada a segurança e desempenho da atividade da empresa estudada, reduzindo gastos com a manutenção corretiva. Explica ainda que várias manutenções preventivas foram realizadas e em determinados momentos houve sobrecarga de trabalho ou com tempo ocioso. Sugere que seja realizada uma revisão técnica dos planos de manutenção, utilizando informações já acumuladas em softwares. Os resultados apresentados recomendam que a manutenção preventiva é uma boa opção dentro da empresa acompanhada, e ainda assim se torna mais viável que a corretiva.

Righetto (2020), realizou uma pesquisa de cunho bibliográfica que sugeriu como resultado sobre como a manutenção preditiva pode ser valiosa para o mercado atual, alocando benefícios como confiabilidade, menores custos, eficiência no processo de manutenção, além de ser uma impulsionadora da Quarta Revolução Industrial, e ainda pondera que não se pode mencionar apenas os benefícios, mas também as dificuldades enfrentadas, como a elevada quantidade de dados grandes demais a serem processados e armazenados, que

para garantir o sucesso de um sistema preditivo deve-se possuir uma boa qualidade de dados coletados, dispor de uma boa equipe com habilidades e conhecimentos e que possam ser capazes de compreender o volume e analisar dados de forma assertiva.

Pires e Okada (2020), em uma pesquisa bibliográfica constatou a importância e os benefícios gerados pelo emprego da manutenção dentro da I4.0, como a redução de custos com manutenção, redução de falhas nas máquinas, menor tempo de paradas para reparos, menor número de peças em estoque para substituição, aumento de vida útil de peças e da produtividade. O estudo sugere, portanto, que a técnica preditiva é eficiente e eficaz quando empregada dentro da Indústria 4.0, e é a que auxilia melhor nas tomadas de decisão.

Os resultados coletados sugerem que a manutenção preditiva 4.0 utiliza-se de uma boa quantidade de tecnologia o que a torna uma ótima opção para ser utilizada no ambiente fabril 4.0, evidencia também todas as suas vantagens, dentro de uma fábrica há sempre lugar para as mais diversas técnicas de intervenção, mas aplicação depende das instalações, dos equipamentos e custos envolvidos.

6. CONCLUSÕES

Como foi possível observar, o presente estudo conseguiu alcançar o objetivo de discorrer sobre as vantagens que a vistoria preditiva pode trazer para a I 4.0. Para tanto abordou-se conhecimentos sobre tipos de manutenção e indústria 4.0, levou-se em consideração as revoluções industriais que aconteceram ao longo de séculos.

Observou-se os resultados encontrados acerca do tema e, foi possível perceber que apesar de toda a tecnologia existente na indústria e facilidades que a mesma pode trazer, ainda existem ambientes fabris que não se encaixam na configuração I 4.0, por não possuírem tecnologias tão avançadas, e utilizam manutenções como a corretiva não planejada e preventiva, enfrentando gastos mais altos e paradas na linha de produção e em muitos casos acúmulo de peças no estoque.

A literatura ressalta que a preventiva é mais efetiva e mais barata em relação a corretiva, mas categorizam a vistoria preditiva como mais eficiente se comparadas com a corretiva e preventiva, afinal a preditiva analisa o estado do equipamento para prever as condições e evitar qualquer parada não programada, proporciona aumento da disponibilidade do equipamento e reduz custos. Estudos realizados *in loco* confirmam que a preditiva é eficiente e eficaz, e ainda assim não é a mais utilizada, talvez por falta de mão de obra qualificada, conhecimento sobre a mesma ou pelos valores de investimentos iniciais.

Conclui-se então que a vistoria preditiva proporciona economia no processo de manutenção dando origem a uma produção mais fluida, destacando-se ainda mais dentro da era digital 4.0, afinal essa manutenção se aprimora à medida que a tecnologia avança, evidenciando assim os benefícios provenientes dessa técnica. Para estudos futuros sugere-se pesquisar acerca das dificuldades de implementação da manutenção preditiva na indústria 4.0.

Referências

- ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito L. Jaguaribe. **Engenharia de Produção na era da Indústria 4.0: Estudo de casos e benchmarking da Indústria 4.0.** São Paulo: Appris, 2021.
- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial.** São Paulo: Érica, 2018.



- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Gestão da Manutenção Produtiva**: Aplicada às áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Érica, 2017.
- BARBOSA, Pedro Antonio Andrade. **Planejamento e controle de manutenção**: implantação da ferramenta TPM em um equipamento piloto na indústria de borracha. 2022. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Mecânica) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha - Minas Gerais, 2022.
- DOMINGUES, Luiz Henrique. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ed. AYA Editora, 2020.
- ESTEVES, et al. Gerenciamento de Projeto na Indústria 4.0. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, Curitiba, n. 14, dez. 2020. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.
- KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção**: função estratégica. 4.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2017.
- MAFF, Douglas et al. ESTUDO DE CAMPO EM GESTÃO DE MANUTENÇÃO. Anais da Engenharia de Produção, n. 1, p. 74 - 85. 2017. ISSN 2594-4657. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/91>. Acesso em: 17 out. 2022.
- MATOS, Emanuel Ferreira; SCHEIDT, Gustavo Viana Leite. **Estudo de Caso**: Indústria 4.0 Comprovando Rentabilidade Da Aplicação. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa- PR 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16229/1/PG_COELE_2018_1_01.pdf. Acesso em 14 out. 2022.
- PARROTT, A., & WARSHAW, L. **Industry 4.0 and the Digital Twin**: Manufacturing Meets Its Match. New York: Deloitte University Press, 2017.
- PIRES, C. A.; OKADA, R. H. MANUTENÇÃO PREDITIVA: estratégia de produção e redução de custos. **Revista Interface Tecnológica**, 2020 -. [S. l.], v. 17, n. 1, p. 635–647, 2020. DOI: 10.31510/inf.v17i1.781.
- RIBEIRO JÚNIOR, E. C.; VOLANTE, C. R. Aplicação da manutenção preditiva e preventiva em uma fundição. **SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 6, n. 1, p. 169-176, 22 dez. 2019. Disponível em: <https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/433>. Acesso em: 16 out. 2022
- RIGHETTO, Sophia Boing. **Manutenção Preditiva 4.0**: Conceito, Arquitetura e Estratégias de Implementação. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/204345/TCC_Sophia%20Boing%20Righetto.pdf?sequence=1. Acesso em: 16 out. 2022.
- SACOMANO, et al. **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 2018.
- SANTOS, Raynne Sousa. **Manutenção Preventiva e Corretiva Estudo de Caso**: máquinas de envase de manteiga em pote em uma fábrica de laticínio. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- SANTOS, Sandro. **Introdução à indústria 4.0**: Saiba tudo sobre a revolução das máquinas. Ed. Independently Published, 2018.
- SILVA, Juliano Coelho Da. **Termografia Aplicada A Manutenção Industrial**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Bacharelado em Engenharia de Produção) – FACULDADE UNIFAMETRO MARACANAÚ, Maracanaú, 2020. Disponível em: http://repositorio.unifametro.edu.br/bitstream/123456789/512/1/JULIANO%20COELHO%20DA%20SILVA_TCC.pdf. Acesso em: 27 set. 2022.
- STEVAN JR., Sergio Luiz; LEME, Mauro Oliveira; SANTOS, Max Mauro Dias. **Indústria 4.0**: fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Érica, 2018.

32

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS

*THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE IN INDUSTRIAL
PROCESSES*

Silvana Leite Ferreira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Resumo

O presente trabalho teve como pressuposto estudar a importância da manutenção para os processos industriais, pois sabe-se que a manutenção é de grande interesse para essas atividades devido a sua busca constante por técnicas a fim de identificar e corrigir os riscos, assim com o objetivo de impedir que as máquinas e equipamentos possam vim a quebrar ou falhar, portanto seu objetivo geral foi direcionado para um estudo teórico acerca da importância da manutenção nesses maquinários, que analisou os benefícios que a mesma pode trazer para o setor de produção. Assim para a análise das técnicas que foram aplicadas foi realizado um levantamento bibliográfico, que utilizou método descritivo e uma abordagem qualitativa, cujo a finalidade foi pesquisar sobre os conceitos e trajetórias da evolução da manutenção industrial, para descrever os tipos de manutenções e citar as contribuições que as manutenções podem trazer para o processo produtivo. Diante dos argumentos apresentados, conclui-se que existe uma forte relação da manutenção com o processo dentro de uma empresa, pois sem um bom planejamento da manutenção não haverá uma produção com qualidade, logo entende-se que a manutenção é indispensável dentro de uma organização.

Palavras-chave: Máquinas, Equipamentos, Empresa, Tipos de Manutenções.

Abstract

The present work was based on studying the importance of maintenance for industrial processes, since it is known that maintenance is of great interest for these activities due to its constant search for techniques in order to identify and correct risks, as well as with the objective of to prevent machines and equipment from breaking or failing, so its general objective was directed towards a theoretical study about the importance of maintenance in these machines, which analyzed the benefits that it can bring to the production sector. Thus, for the analysis of the techniques that were applied, a bibliographical survey was carried out, which used a descriptive method and a qualitative approach, whose purpose was to research the concepts and trajectories of the evolution of industrial maintenance, to describe the types of maintenance and to cite the contributions that maintenance can bring to the production process. Given the arguments presented, it is concluded that there is a strong relationship between maintenance and the process within a company, because without good maintenance planning there will be no quality production, so it is understood that maintenance is indispensable within an organization .

Keywords: Machines, Equipment, Company, Types of Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento das indústrias a manutenção cada vez se evidencia perante os processos dentro de uma organização. Desse modo o estudo sobre a importância da manutenção nos processos industriais é muito pertinente, pois busca entender como a execução correta da manutenção pode vir a minimizar ou até mesmo impedir que as máquinas e equipamentos venham quebrar ou falhar e assim refletir em benefícios para o processo produtivo.

Logo entende-se que a principal aplicabilidade da manutenção é assegurar o funcionamento adequado dos equipamentos e maquinários e assim garantir a qualidade dos produtos, redução de custos, minimizar impactos ambientais, segurança e confiabilidade, ou seja, uma manutenção adequada traz inúmeras vantagens para uma empresa.

Em vista disso a manutenção faz-se essencial nos processos industriais, em virtude da busca constante por estratégias que objetivam antecipar e corrigir os riscos, com a pretensão de evitar as quebras e falhas nos maquinários, sendo assim questiona-se: como a manutenção em máquinas e equipamentos pode influenciar em um processo produtivo?

Logo a manutenção torna-se cada dia um dos processos mais importante para as indústrias, pois existe uma busca constante por melhorias na produção com o fim de garantir que os maquinários estejam sempre operando em perfeito estado para então atingir o melhor padrão de qualidade dos produtos, lucratividade e redução de custos.

Sendo assim um estudo sobre manutenção é pertinente tanto no ponto de vista de que a manutenção pode trazer grandes vantagens para o setor produtivo de uma organização, quanto pela visão de que a manutenção é de grande relevância para os componentes mecânicos, pois a mesma busca constantemente por melhorias no desempenho e vida útil das máquinas e equipamentos.

Portanto, o objetivo geral do presente estudo foi explanar sobre a importância da manutenção em máquinas e equipamento e expor os benefícios que a manutenção pode trazer para o setor produtivo. Sendo estruturado com os objetivos específicos através de pesquisas sobre desenvolvimento da manutenção industrial, além de descrever os tipos de manutenções e citar as contribuições que as manutenções podem trazer para o processo produtivo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

No seguinte estudo foi realizada uma revisão de literatura que teve abordagem qualitativa e método descritivo que analisou a importância da manutenção nos processos industriais. Dessa forma foram consultados livros, artigos científicos, dissertações, que estão disponíveis em bases de dados como Acervos Bibliográficos, Repositório Institucional da UFPB, Google Acadêmico (Google Scholar).

Desse modo para a realização da pesquisa foram utilizadas palavras-chaves como: manutenção industrial, máquinas, equipamentos, tipos de manutenções, processo produtivo, empresas. Palavras essas imprescindíveis, pois estão diretamente relacionadas com o processo da manutenção no setor empresarial.



Sendo assim, a seguinte pesquisa bibliográfica utilizou artigos pesquisados nos últimos cinco anos e realizou o levantamento dos estudos de alguns autores do ramo da manutenção como exemplo: Alan Kardec, Julio Nascif autores do livro manutenção função estratégica, Paulo Samuel de Almeida autor do livro gestão da manutenção além de outros estudiosos do assunto.

Contudo foi obtido resultados através dos estudos realizados perante as citações bibliografias citadas no seguinte trabalho, sendo assim chegou-se a conclusão que a manutenção industrial é de suma importante para uma organização, logo pode-se deduzir que os resultados apresentados foram positivos diante ao tema apresentado.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Manutenção Industrial

De acordo com Alan Kardec e Julio Nascif (2017, p.26), a manutenção tem a missão de “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

Para Francisca Patrícia da Silva (2018), pode-se entender a manutenção como a junção de cuidados e técnicas considerados de fundamental importância para o funcionamento regular e permanente dos maquinários, equipamentos, ferramentas e instalações, buscando conservar, adequar, restaurar, substituir e preservar.

2.2.2 História da Manutenção Industrial

Segundo Djalma Rodrigues de Lima Júnior (2019), A manutenção com o decorrer dos anos obteve uma grande evolução devido ao avanço da tecnologia que ocorreu de forma acelerada, pois o processo industrial objetiva um rendimento elevado, logo os maquinários precisam funcionar da melhor forma e por maior espaço de tempo possível.

Diante disso, segundo Quintas (1988 apud COHEN, 2018), a evolução da manutenção se estendeu ao decorrer dos anos, e pode ser dividida em três gerações, logo em cada etapa pode-se observar que a manutenção foi ganhando mais espaço e se tornando cada vez mais importante como demonstrado na Figura 1.

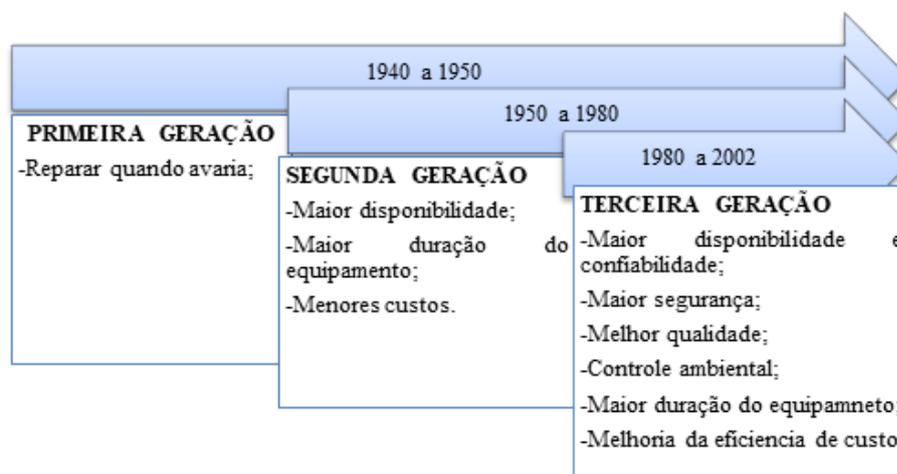


Figura 1- Evolução da Manutenção Industrial

Fonte: Adaptado Quintas (1988) apud David Leite Cohen (2018)

Na Figura 1 conforme Quintas (1988 apud COHEN, 2018). Foi demonstrado a evolução da manutenção industrial indicando as três gerações o período que cada uma ocorreu, além de identificadas as principais características dos paradigmas associados a essas três gerações.

Dessa forma faz-se uma relação entre o que diz Soeiro, Olivio e Lucato (2017) e José Sacomano *et al.* (2018) pode-se reafirmar que a manutenção industrial pode ser dividida em três gerações.

A primeira geração vai de 1940 até 1950, desse modo empresas com estabilidade e previsibilidade dos negócios, sendo os ativos financeiros como o capital, edifícios, máquinas, equipamentos, matérias-primas são considerados como o mais importante patrimônio empresarial. Além disso, não era exigido a troca constante dos produtos, sendo os grandes estoques de produtos acabados não representando um custo elevado para a empresa (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

Por conseguinte, era considerada uma indústria com nível de mecanização baixa, equipamentos com grau de tecnologia reduzido, informações eram transmitidas pelos superiores, equipamentos com grandes dimensões e lentidão, operadores com baixo conhecimento, era realizado somente serviço de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, considerada uma manutenção corretiva, habilidade exigida para o mantenedor era apenas executar o serviço desejado (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

A Primeira geração conforme Sacomano *et al.* (2018) deu início ao findar o século XIX com o surgimento da mecanização nas indústrias, houve a necessidade dos primeiros reparos, ações essas realizadas pelo pessoal efetivo das operações isso até 1914. Assim a manutenção encontrava-se em segundo planos, pois era considerado trivial devido a mecanização ser realizada em pequenas escalas e os equipamentos serem simples e superdimensionados.

Assim, devido aos fatores econômicos da época uma manutenção sistematizada não era muito importante, era realizado somente serviço de limpeza, lubrificação e reparo depois que viesse a quebrar, sendo considerada uma manutenção corretiva. Com isso, surgiu um órgão que tinha por objetivo apenas execução da manutenção corretiva (SACOMANO *et al.* 2018).

Segundo Soeiro Olivio e Lucato (2017) a segunda geração da manutenção industrial surgiu nos períodos de 1950 a 1970 com as grandes mudanças que ocorreram pelo mundo devido às guerras, a necessidade por mercadoria teve um aumento enquanto o contingente operacional veio a reduzir, sendo assim houve um crescimento na mecanização que ocasionou uma complexidade nas plantas industriais.

Decorrente a tudo isso existiu a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade, que objetivou a busca por maior produtividade, dessa forma a indústria dependia do bom funcionamento das máquinas, logo levou-se a entender que as falhas nos equipamentos poderiam ser evitadas, assim surgiu o conceito de manutenção preventiva, ou seja, as máquinas não podiam ficar muito tempo inoperante (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

Conforme Sacomano *et al.* (2018), a segunda geração começa a partir da Segunda Guerra Mundial e vai até aproximadamente o fim dos anos 1960, nessa geração despontou as grandes invenções que transformou a vida da humanidade, pois foi descoberto a eletricidade, as máquinas a vapor os motores. Portanto, sendo exigidos maquinários com mais disponibilidade e que viessem oferecer maior confiança, perante tudo isso houve uma melhoria da produtividade, desse modo as máquinas ficaram mais complexas e exigiam maior conhecimento para realizar a operação e manutenção.

Sendo assim, com o avanço da aviação comercial e eletrônica surgiu a necessidade de realizar as ações preventivas baseadas em estatísticas, que chegou à conclusão que o tem-

po necessário para identificar a falha era maior do que o tempo de reparo, portanto, surge a equipe denominada como engenharia da manutenção que tinha por objetivo planejar e controlar a manutenção, assim a manutenção preventiva buscava evitar as falhas para tornar a manutenção muito importante para o processo de operação (SACOMANO *et al.* 2018).

De acordo com Soeiro, Olivio e Lucato (2017), a terceira geração iniciou-se a partir da década de 1970, com a aceleração dos processos de mudanças industrial deu-se início as paralisações constantes da produção, assim reduziu o rendimento da operação e por consequência o aumento dos custos de produção que veio a refletir diretamente na qualidade do produto final, logo as paradas na produção tornou-se uma grande preocupação para a indústria, pois com a recuperação do sistema japonês de produção, o tempo de grandes paradas se refletiu nos processos de manufatura em que o sistema *Just in Time* fazia frente.

Perante a nova reformulação surgiu a necessidade de equipamentos mais confiáveis, logo tornando-se importante a ferramenta de análise e combate às falhas, para o planejamento da manutenção que abriu espaço para o conceito de confiabilidade na engenharia de manutenção. Assim a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade foram consideradas medidas de desempenho da manutenção (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

De acordo com Sacomano *et al.* (2018), a terceira geração da manutenção surge na década de 1970, com a aceleração nos processos de mudança nas indústrias, a manutenção foi considerada a principal atividade econômica e o principal fator de classificação das nações. Nesse momento, uma paralisação de produção iria interferir diretamente nos custos e qualidade dos produtos, dessa forma o conserto e a prevenção eram insuficientes. Logo entendendo-se que a manutenção deve ser feita com economia e assim surgiu a necessidade de sistemas mais confiáveis e com menor impacto nos custos dos processos.

Nessa geração os japoneses despontaram e criam na década de 1970 a manutenção produtiva total que posicionou a manutenção como uma atividade fundamental do processo produtivo, a fim de envolver o ciclo produtivo ocioso da operação que buscou a execução de rotinas de manutenção e aceitou o mantenedor fazer parte das análises de engenharia de manutenção (SACOMANO *et al.* 2018).

2.2.3 Tipos de Manutenções

Segundo Kardec e Nascif (2018), os tipos de manutenções estão definidos na NBR 5462, dessa forma podem ser observados os conceitos das manutenções preventiva, corretiva e preditiva que demonstra o objetivo de cada uma conforme mostra no Quadro 1.

TIPO/MÉTODO/ATIVIDADE	DEFINIÇÃO OU CONCEITUAÇÃO
Manutenção Preventiva	Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou de degradação do funcionamento de um item.
Manutenção Corretiva	Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.
Manutenção Preditiva	Manutenção preditiva ou Manutenção Controlada-Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Quadro 1- Conceitos dos tipos de manutenção descritos na NBR 5462

Fonte: adaptado de Kardec e Nascif (2018)

No caso do Quadro 1, foi possível observar os tipos de manutenções e os conceitos como descrito na NBR segundo Kardec e Nascif (2018), logo percebe-se a forma e o momento que cada tipo de manutenção deve ser utilizado, o objetivo de cada uma, além de ser demonstrado o benefício de cada manutenção.

2.2.4 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva ocorre perante paradas imprevistas. A máquina que está operando é responsável por assegurar o cumprimento dos prazos e entrega. Dessa forma é a precisão que garante a qualidade e a confiabilidade do produto, que vem contribuir para arrecadar recursos financeiros. Portanto nesse tipo de manutenção o atendimento realizado junto á produção é imediato: quando um equipamento ou máquina para a equipe de manutenção procede ao conserto (ALMEIDA, 2017).

Desse modo, Segundo Kardec e Nascif (2017), a manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes conhecidas como manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada, observa-se o conceito de cada uma como demonstrado na Figura 2.

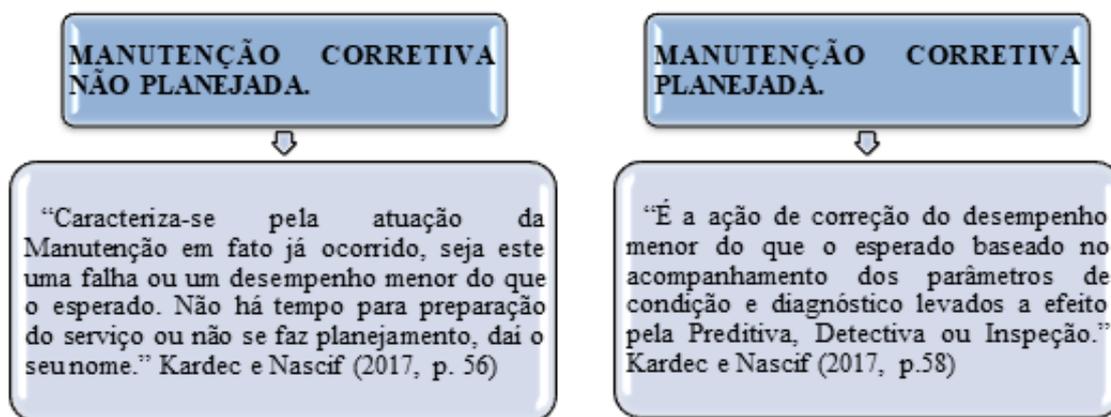


Figura 2- Divisões da manutenção corretiva

Fonte: adaptado de Kardec e Nascif (2018)

Na Figura 2, conforme Kardec e Nascif (2017), observa-se as divisões da manutenção corretiva. Desse modo é explicado o conceito de cada tipo de manutenção e descrito sua importância, além de poder ser observado no quadro a sua forma de ação.

2.2.5 Manutenção Preventiva

Segundo Almeida (2017), a manutenção preventiva é um tipo de manutenção planejada, controlada e realizada em datas predeterminadas, visando manter a máquina ou equipamento em boas condições de funcionamento e conservação, de modo a evitar paradas inesperadas.

Logo essa manutenção “Visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados” (SLACK, 2002 apud CHAVES, 2019, p. 15).

2.2.6 Manutenção Preditiva

Através da manutenção preditiva podem-se demonstrar as condições reais de funcionamento de uma máquina deve-se levar em consideração os dados obtidos com base nos fenômenos apresentados por ela quando alguma peça apresenta indícios de desgaste ou a necessidade de alguma regulagem; conhecido como o que se chama de “ouvir a máquina” (ALMEIDA, 2017).

Dessa forma de acordo com Kardec e Nascif (2017, p.62), “É a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”.

2.2.7 Manutenção Detectiva

A Manutenção detectiva pode ser definida “É a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando e controle, que busca detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção” (KARDEC; NASCIF, 2017, p.65).

Desse modo, a manutenção detectiva pode ser considerada como uma política que visa agir em sistemas de proteção ou comando que objetiva detectar as falhas ocultas ou que não foram constatadas junto à equipe de manutenção ou o setor operacional (SOUZA, 2008 apud SENHORAS, 2021).

2.2.8 Contribuições que as manutenções podem trazer para o processo produtivo.

Segundo Kardec; Nascif (2017) é muito importante pensar e agir, estrategicamente para que o processo de manutenção tenha uma relação de interação eficaz com o processo produtivo, a fim de contribuir com a efetividade e busca pela excelência empresarial.

Portanto conforme Borlido (2017, P.44), a manutenção realizada de forma correta pode trazer grandes benefícios para o setor produtivo de uma empresa, sendo assim são vários os objetivos da manutenção a nível empresarial como pode ser visto a seguir na Figura 3:

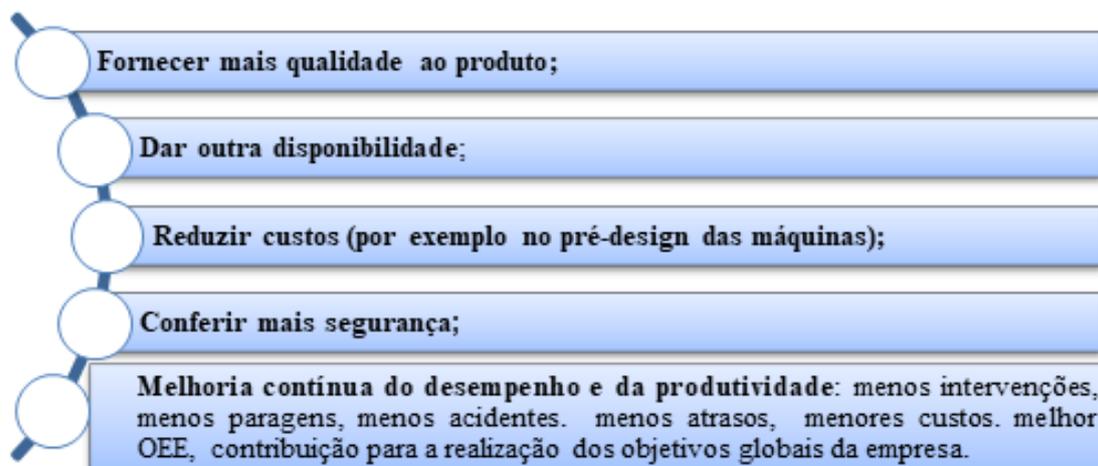


Figura 3- Objetivo da manutenção a nível empresarial

Fonte: Adaptado de Borlido (2017, P.44).

Na Figura 3, de acordo Borlido (2017), pode-se observar os objetivos da manutenção direcionado para os benefícios ao setor empresarial e por consequência obtendo melhorias na segurança, logo entende-se que a manutenção tem uma forte influência no setor industrial em vários aspectos.

2.2.9 Embasamento sobre a manutenção industrial em estudos de caso

Com o embasamento do referencial teórico e confirmação das teses levantadas buscou-se a comprovação através de estudos de casos em diversos ramos que comprovam os pontos de vista dos autores citados anteriormente, assim explanando sobre a importância da manutenção industrial para o processo produtivo em uma empresa.

Em um estudo realizado por Dantas (2019), o autor apresenta um estudo de caso em uma empresa sucroalcooleira, onde foi analisada a implementação de um plano de manutenção preditiva que demonstra a importância da manutenção no processo produtivo.

Com o objetivo de colocar em prática um plano de manutenção preditiva em uma usina sucroalcooleira observou-se que houve uma grande redução nas paradas por quebras inesperadas, redução de custo com peças em estoque, aumento da vida útil das máquinas e equipamentos, as paradas para substituição de peças se tornaram programadas e aumentou a confiabilidade dos equipamentos de acordo com os históricos criados com esse tipo de manutenção. Além da assistência das pessoas do setor de manutenção, que confiaram neste método de análise (ALVES, 2009 apud DANTAS, 2019).

Em seguida pode-se visualizar a conclusão de outra proposta levantada por Dantas (2019), nesse momento o autor explorou uma modelagem matemática que visava melhorias no plano de manutenção preventiva através de programas computacionais em busca de uma periodicidade para a manutenção.

A modelagem matemática foi de suma importância para obter o cálculo da periodicidade de manutenção preventiva do processo industrial e disponibilizar a visibilidade dos custos de manutenção dos processos industriais. Dessa forma, essa modelagem assegura uma periodicidade de manutenção preventiva que oferece uma confiabilidade de acordo com a necessidade de cada processo, em função da rentabilidade de cada negócio, sem gerar sobrecarga aos custos de manutenção ou os custos gerados pela baixa disponibilidade (CORRÊA; DIAS, 2016 apud DANTAS, 2019).

Sob o mesmo ponto de vista a busca realizada por Cohen (2018) o autor buscou analisar o processo de manutenção numa empresa de retalho. Com o estudo realizado que objetivou analisar os diversos tipos de manutenções que existe, pode ser observado que a maior parte dos conceitos de manutenção pode ser visto na empresa de retalho. Assim, o tipo de manutenção mais utilizado na empresa é a manutenção corretiva devido ao tipo de material e equipamentos encontrados nas lojas e ao tempo de vida útil. (COHEN, 2018).

Além da utilização da manutenção preventiva direcionada a equipamentos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) com a limpeza de filtros mensal e aplicação da pastilha da Legionella semestralmente, sendo a manutenção preventiva utilizada também em equipamentos de Segurança Contra Risco de Incêndios (SCRI) nomeadamente os detentores de incêndio e as centrais de detecção de incêndio quando estas não fazem parte do centro comercial (COHEN, 2018).

Do mesmo modo na pesquisa realizada por Chaves (2019) o autor realizou um estudo que buscou um plano de manutenção preventiva aplicado a uma plataforma elevatória de acessibilidade e assim pode-se observar que existe um momento correto para o uso de

cada tipo manutenção.

De acordo com a explicação do cliente foi descrito que a máquina parava semanalmente, assim necessitou entrar em contato periodicamente com a empresa que realizava o serviço, pois buscava-se encontrar uma solução para o problema, logo a empresa anterior não conseguia encontrar essa resposta (CHAVES, 2019).

Dessa maneira, foi realizada uma inspeção técnica e foi identificada a necessidade da manutenção preventiva com o objetivo de melhorar a qualidade, pois foi observado um alto índice de sujeira no local, constatado também falta de peças essenciais para o funcionamento correto da plataforma. Portanto, a empresa industrial Elevadores realizou a manutenção corretiva previas antes de assumir o contrato da manutenção, assim gerou melhoria significativa nos equipamentos (CHAVES, 2019).

Bem como no levantamento realizado por Silva (2018), a autora realizou uma pesquisa com fins de analisar e planejar a manutenção de cozinhas hospitalares, como desfecho foi observado os benefícios que a manutenção industrial pode trazer para o setor produtivo.

O principal objetivo da seguinte análise foi o de elaborar um plano de manutenção preventiva para cozinhas hospitalares que buscou estudar a cozinha industrial do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL). Portanto, foi possível identificar as vantagens de um local de trabalho motivador, sustentado no raciocínio, descrito com informações controladas, o que alcançou maior produtividade e eficiência, redução dos custos (materiais e de mão de obra), aumento da confiabilidade, minimizou o número de quebras, aumentou a vida útil dos equipamentos e reduziu as intervenções (SILVA, 2018).

Nesse sentido, entende-se a necessidade de uma mudança no momento de planejar e executar a manutenção da cozinha industrial do HUOL, pois perante o planejamento deve-se traçar uma estratégia para agir diante das mudanças necessárias e buscar resultados positivos para a manutenção, ou seja, o plano de manutenção pode trazer ganhos para o Setor de Infraestrutura Física, como também a toda Instituição (SILVA, 2018).

3. CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou concepções e características sobre a importância da manutenção industrial direcionada para o setor de produção. O estudo explanou sobre os conceitos do que realmente importa quando se trata da manutenção das máquinas e equipamentos analisando de que forma essa manutenção pode trazer benefícios para a qualidade do produto final.

Dessa forma o objetivo principal do seguinte trabalho foi alcançado, pois no decorrer da pesquisa observa-se que a principal aplicação da manutenção é manter o funcionamento correto dos maquinários e assim assegurar o padrão de qualidade dos produtos, diminuindo os custos, ampliando a confiança no desempenho das máquinas, reduzindo os impactos ambientais e aumentando a segurança, logo compreendendo que uma manutenção adequada traz muitos benefícios para uma organização.

Portanto para chegar a essa conclusão foi necessário explorar sobre o conceito da manutenção e seu processo de evolução durante todos esses anos, conhecendo os tipos de manutenções e entendendo de que forma cada uma pode ser utilizada para assegurar a confiabilidade dos equipamentos, sendo assim foi possível visualizar que a manutenção pode influenciar de forma favorável no processo de produção.

Desse modo foi obtido como resposta que a manutenção em máquinas e equipa-

mentos pode influenciar em um processo produtivo positivamente, pois à medida que se busca a melhoria no desempenho dos maquinários obtém-se por consequência a melhoria em todo o processo de produção, pois a manutenção é uma maneira de aumentar a vida útil dos componentes, logo evitando problemas que venham causar prejuízos ao resultado final.

Diante de tudo que já foi descrito torna-se importante salientar que o processo de manutenção industrial vive em constante desenvolvimento tanto técnico quanto tecnológico, logo várias pesquisas ainda podem ser elaboradas de acordo com os embasamentos teóricos descritos no seguinte estudo.

Portanto a temática sobre a manutenção agrega muito valor, pois busca constantemente conhecer sobre as estratégias e métodos a serem utilizados, visando trazer contribuições para os processos industriais. Assim sugere-se para estudos futuro a realização de pesquisas sobre a manutenção detectiva na indústria, pois a mesma é um tipo de manutenção ainda pouco conhecida levando em consideração os benefícios que pode proporcionar para o setor empresarial.

Referências

- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Gestão da manutenção**: aplicada às áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Érica, 2017.
- BORLIDO, David José Araújo. **Indústria 4.0**: Aplicação a Sistemas de Manutenção. 2017. 65f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Do Porto, Porto, 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream>. Acesso em: 2 set. 2022.
- CHAVES, André Rodrigues. **Plano de manutenção preventiva aplicado a uma plataforma elevatória de acessibilidade**. 2019. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Tecnologia, Natal-RN, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br>. Acesso em: 15 set. 2022.
- COHEN, David Leite. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de manutenção aplicável a uma empresa com lojas em centros comerciais**. 2018. 95f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil)- Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Engenharia, Lisboa 2018. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/handle> Acesso em 3 out. 2022.
- DANTAS, Igor dos Santos. **Importância e benefícios do planejamento de gestão de manutenção**. 2019. f.31. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia mecânica) - Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Mecânica, João Pessoa - PB 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle>. Acesso em 28 set. 2022.
- KARDEC, Alan; NASCIF Julio. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2017.
- LIMA JUNIOR, Djalma Rodrigues. **Manutenção centrada na confiabilidade**. 2019. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia mecânica)- Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle>. Acesso em 28 ago. 2022.
- SACOMANO, José Benedito. *et al.* **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2018.
- SENHORAS, Elói Martins (organizador). **Engenharia de Produção**: Além dos Produtos e Sistemas Produtivos. Ponta Grossa-PR: Atena, 2021.
- SILVA, Francisca Patrícia Da. **Análise e planejamento de manutenção de cozinhas hospitalares**. 2018.35f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle>. Acesso em 2 out. 2022.
- SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu; OLIVIO Amauri; LUCATO André Vicente Ricco. **Gestão da manutenção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

33

GESTÃO DA MANUTENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO INDUSTRIAL BRASILEIRO

*MAINTENANCE MANAGEMENT AND ITS IMPORTANCE
FOR THE DEVELOPMENT OF THE BRAZILIAN INDUSTRIAL
PROCESS*

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Melany Stelle

Danilo Oliveira Cortes

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Pablo Vinicius Costa Silva

Vanderson Gusmão de Oliveira

Resumo

O presente artigo traz uma abordagem sobre a importância da gestão da manutenção para o desenvolvimento industrial brasileiro, visando por melhorias não somente na produção, mas também na qualidade dos produtos e serviços prestados, aumentando assim a segurança no processo produtivo. O objetivo deste trabalho é apresentar os conhecimentos em gestão da manutenção através de um levantamento bibliográfico, explorando artigos, dissertações, livros, revistas e relatórios técnicos, já publicados. Propõe-se mostrar de forma clara e sucinta as vantagens deste tipo de gestão, para que as indústrias possam analisar e escolher a mais indicada para solucionar problemas relacionados a manutenção, buscando estratégias para lidar com os atuais desafios de um mercado competitivo.

Palavras-chave: gestão da manutenção, importância, indústrias, desenvolvimento.

Abstract

This article presents an approach on the importance of maintenance management for Brazilian industrial development, aiming at improvements not only in production, but also in the quality of products and services provided, thus increasing safety in the production process. The objective of this work is to present the knowledge in maintenance management through a bibliographic survey, exploring articles, dissertations, books, journals and technical reports, already published. It is proposed to show clearly and succinctly the advantages of this type of management, so that industries can analyze and choose the most indicated to solve problems related to maintenance, seeking strategies to deal with the current challenges of a competitive market.

Keywords: maintenance management, importance, industries, development.

1. INTRODUÇÃO

Com a intensa concorrência nos últimos anos, cumprir prazos para a entrega de produtos, passou a ser uma das questões mais relevantes em todas as empresas, surgindo a necessidade de prevenção contra falhas de máquinas e equipamentos. Com a chegada da globalização econômica a exigência por qualidade em serviços e gerenciamento ambiental tornou-se essencial, uma vez que o mercado tem se tornado cada vez mais competitivo. Desta forma para manter clientes e fidelizar outros, as empresas precisam tirar o máximo de rendimento das máquinas, para oferecer produtos sem nenhum defeito e com preço atrativo, assim como estabelecer um cronograma de fabricação e entrega de seus produtos em tempo hábil.

Reconhecendo a necessidade de aprofundar a investigação, este trabalho pretende orientar a importância de estabelecer um programa de manutenção, pois equipamentos e máquinas parados e/ou com defeitos, podem gerar prejuízos como diminuição da produção, perda de economia, atrasos nas entregas, aumento de custo, perda de clientes entre outros. Aspectos como estes mostram a importância da gestão da manutenção, pois a ausência desta pode levar até mesmo a quebra total da empresa. Como a gestão da manutenção pode contribuir de forma positiva para o desenvolvimento industrial brasileiro?

O presente estudo tem como objetivo geral demonstrar a importância da gestão de manutenção para as indústrias brasileiras. E como objetivos específicos pesquisar o conceito de gestão de manutenção; analisar e comparar os tipos de gestão da manutenção existente, por meio de estudo de pesquisa; apontar os principais objetivos da gestão da manutenção; e trazer aos leitores de forma clara e sucinta os benefícios da gestão da manutenção para o desenvolvimento industrial brasileiro.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido com base nos tipos de gestão da manutenção existentes atualmente. Com o intuito de obter um estudo mais detalhado, primeiro foi realizado uma breve análise do contexto histórico, identificando e caracterizando cada tipo de gestão da manutenção, bem como sua atuação, contribuindo para o desenvolvimento de grandes e pequenas indústrias.

A metodologia adotada nesse trabalho foi a pesquisa bibliográfica exploratória em: livros, artigos e textos que trazem com clareza a temática abordada. Para a construção deste estudo foram necessárias três importantes etapas: a análise do material de estudo; a escolha e separação do conteúdo; e a organização e desenvolvimento do conteúdo selecionado. Com todo conteúdo já selecionado, o desenvolvimento do presente trabalho teve como pauta trazer de forma clara e objetiva a importância da gestão da manutenção, colaborando para o entendimento dos leitores.

2.2 Gestão da Manutenção

Gestão da manutenção é um processo que visa melhorias e crescimento para as organizações. Este processo é adotado por diversas empresas tanto internacionais como

brasileiras. Mas de fato o que é Gestão de Manutenção? Para melhor compreensão, primeiramente é necessário entender os conceitos básicos que compõe esse termo. Segundo o dicionário Aurélio manutenção é a Reunião daquilo que se utiliza para manter e/ou conservar alguma coisa, garantindo, assim, seu bom funcionamento (FERREIRA, 2004). Dentro de uma organização a manutenção é o fator responsável por manter as instalações, máquinas e equipamentos em perfeitas condições para desempenhar suas funções.

Como exemplo pode-se analisar uma indústria, esta possui várias máquinas e equipamentos que trabalham diariamente, e em algum momento naturalmente pode quebrar ou danificar alguma peça. Nesse caso a função da manutenção é fazer o reparo nesses ativos quando as quebras ocorrem, além de prevenir que esses danos aconteçam, mantendo sempre em perfeito estado os bens de produção. O termo gestão é a Ação de gerir, de administrar, de governar ou de dirigir negócios públicos ou particulares; administração (FERREIRA, 2004). De maneira simplificada, a gestão é um mecanismo de organização e administração que possui diversas naturezas, ajudando principalmente dentro das empresas, direcionando para o atingimento de seus objetivos.

Desta forma, entende-se como Gestão da Manutenção um conjunto de métodos utilizados pelo setor de manutenção para alcançar suas metas. Este processo permite supervisionar e regular o funcionamento dos recursos técnicos e permanentes, como instalações, máquinas, equipamentos e ferramentas, evitando perda de produção.

2.2.1 A Importância da Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção é de fundamental importância para as indústrias brasileiras, pois esta tem ajudado a programar o trabalho com eficiência, controlando os custos e garantindo a qualidade total dos serviços e produtos. Estudos apontam que indústrias que não trabalham com a gestão da manutenção e não monitoram a qualidade dos seus equipamentos são as que mais sofrem com diversas falhas. Segundo Amaral (2003), gerenciar a manutenção é estabelecer novos padrões, mudar os já existentes ou cumpri-los, para isto a padronização das atividades da manutenção é o cérebro desse gerenciamento na busca da excelência industrial e competitividade da empresa.

2.3 Contexto Histórico

Embora despercebida, a manutenção sempre existiu, até mesmo em tempos remotos. Segundo Moro e Auras (2007) foi somente por volta do século XVI na Europa central que a manutenção passou a ser conhecida com esse nome. Durante a revolução industrial surgiram os primeiros passos da manutenção, com a chegada das máquinas para a manufatura dos bens de consumo. Mas foi durante a segunda guerra mundial que se tornou indispensável para o desenvolvimento econômico e industrial dos países destruídos pela guerra. Para Toazza e Sellito (2015), a história da manutenção é dividida em três períodos distintos. O primeiro período é anterior a segunda guerra mundial. Nessa fase a manutenção era feita de modo simplificado e não se priorizava a prevenção contra possíveis defeitos nos equipamentos, como medidas preventivas era apenas realizado limpeza e lubrificação. A manutenção era fundamentalmente corretiva e não planejada (KARDEC; NASCIF, 2009).

O segundo é o pós-guerra, período em que nasce o conceito de manutenção preventiva. Depois da segunda guerra mundial houve uma crescente demanda por produtos,

dando um grande salto na implantação de equipamentos nas indústrias, com máquinas mais complexas e com maior eficiência. Nessa fase a gerência da manutenção começa a dar seus primeiros passos, elaborando planejamentos preventivos de manutenção, evitando parar a produção por falta de equipamentos (KARDEC; NASCIF, 2009).

O terceiro período ocorreu em meados de 1970, nesse momento buscava-se ideias para prolongar a vida útil dos equipamentos e máquinas, priorizando minimizar os danos, visando aumentar os padrões de qualidade do produto, controlar os custos e garantir a segurança dos colaboradores. No Brasil, o processo de manutenção tem sua implantação na década de 1990. Segundo Oliveira (2013), a situação de manutenção do Brasil é produzida pela Associação de Brasileira de Manutenção a cada dois anos desde a década de 1995, cujo objetivo é levantar dados para estabelecimento de índices a nível nacional, bem como a determinação de parâmetros que possam assimilar o controle, melhoria e determinação do desempenho da manutenção. Atualmente no cenário brasileiro diversas formas de atuar na manutenção foram criadas, deixando de ser vista de forma amadora, para tornar-se uma área estratégica e tecnológica.

2.4 Tipos de Manutenção

A manutenção divide-se em dois tipos básicos planejada e não planejada. A manutenção não planejada ocorre de maneira inesperada, ou seja, quando não há uma programação da data e hora, ocorrendo a qualquer momento. Por essa razão é conhecida como corretiva, uma vez que visa a correção de problemas. A manutenção planejada é classificada em três categorias a preventiva, preditiva e detectiva. Para que estas aconteçam é necessário uma programação e um planejamento prévio.

2.4.1 Manutenção Corretiva

Embora corresponda ao estágio mais primitivo da manutenção mecânica, a manutenção corretiva ainda é muito utilizada atualmente, pois é impossível desaparecer totalmente com as falhas. A manutenção corretiva compreende um conjunto de procedimentos voltado para equipamentos parcialmente danificados ou fora de ação, com o propósito de fazê-lo funcional, trazendo-o de volta ao trabalho utilizando o menor custo possível em pouco espaço de tempo.

Vale ressaltar que esta pode englobar desde a substituição de todo um sistema em pane, como também uma simples troca de um parafuso, podendo ser dívida em reparos e reformas. O reparo ocorre quando um equipamento está tendo uma ótima performance e ocorre quebra ou falha. É voltado para correção de falhas e defeitos e consiste na restauração e bom estado de funcionamento, corrigindo e melhorando o equipamento danificado.

A reforma é definida como uma análise completa, montagem e desmontagem, recuperação do equipamento, limpeza, pintura, teste entre outros. É quando o equipamento atinge o nível mínimo de rendimento, ou seja, não está mais desempenhando suas funções de modo satisfatório, produzindo pouco e sem qualidade, gerando custos elevados (KARDEC e NASCIF, 2009). A partir de então há duas opções: se desfazer do equipamento (sucatear ou vender), ou fazer uma reforma através da manutenção, lembrando que antes da reforma, deve haver uma análise técnica minuciosa tanto da parte mecânica quanto econômica a fim de escolher a melhor opção a substituição do equipamento ou reforma.

2.4.2 Manutenção Preventiva

Esse tipo de manutenção é realizado em equipamentos que não apresentam falha e que estão operando em ótimas condições. “A manutenção preventiva é o estágio inicial da Manutenção sendo efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ABNT, 1994).

As paradas para a manutenção nas instalações industriais se tornaram uma grande preocupação para o programa de produção. Se estas não forem planejadas, podem ocorrer graves problemas como indisponibilidade da máquina, atrasos na entrega e no cronograma de fabricação, elevação de custos e outros (KARDEC e NASCIF, 2009).

Desta forma para evitar tais problemas, as empresas precisam adotar o planejamento e programação da manutenção, estabelecendo paradas periódicas com o objetivo de permitir reparos programados, permitindo o estado perfeito da máquina por um determinado tempo.

2.4.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é uma das fases mais avançadas da manutenção. É um conjunto de ações de acompanhamento dos parâmetros ou variáveis que indicam desempenho ou performance dos equipamentos de maneira sistemática visando detectar a necessidade de intervenção ou não. Esse tipo de manutenção permite que as intervenções ocorram com base em informações de dados, garantindo que equipamentos operem por um maior prazo de tempo. Para (KARDEC e NASCIF, 2009) seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

A adoção da Manutenção Preditiva reduzirá de modo significativo o número de manutenções preventivas e corretivas. Os benefícios dessa manutenção envolvem a eliminação de troca de componentes e de intervenções preventivas desnecessárias; redução dos prazos e custos das intervenções por meio da previsão de defeitos que precisam ser corrigidos com antecedência; disponibilidade dos equipamentos e ampliação da segurança operacional, com diminuição dos riscos de acidentes e paradas inesperadas na produção; diminuição de quebra de equipamentos operacionais entre outros.

A detecção antecipada de uma anomalia permite um diagnóstico precoce da falha, possibilitando a execução de um plano de ações corretivas, no momento e na intensidade adequados ao tipo de falha (TOAZZA; SELLITO, 2015).

2.4.4 Manutenção Detectiva

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (PINTO; XAVIER, 1998).

Por tanto são feitos testes para melhorar e detectar pequenas falhas antes que vire um verdadeiro caos. Como exemplo desses testes podemos citar a realização da limpeza feita pelo maquinário, esta continua sendo uma das ferramentas essenciais para detecção de problemas, pois o acúmulo de graxas e óleo, aparas de metal entre outros detritos apontam geralmente sinalizam um alerta precoce de uma possível falha. Parafusos, por-

cas, conectores, fiação, sensores e interruptores de proximidade soltos, são identificados facilmente durante a limpeza.

Muitos ainda confundem os termos entre as manutenções, é comum associar a manutenção detectiva à manutenção preditiva, uma vez que na teoria ambas são semelhantes no que se refere a inspeções e processos, no entanto, na prática elas são muito diferentes. A Manutenção Preditiva baseia-se na coleta de dados realizada periodicamente, como o nível de vibração, pressão, temperatura, tensão e entre outros, já a Detectiva baseia-se no monitoramento dos equipamentos em tempo integral, buscando informações das causas primárias que colaboram para falhas dos componentes.

De acordo com Cardoso (2014), a manutenção detectiva age no plano de manutenção, evitando gastos desnecessários e garantindo maior assertividade durante o processo assegurando melhores resultados. Vale ressaltar que dentro das indústrias esse tipo de manutenção necessita de constante capacitação de estores e técnicos, sendo um ponto positivo para alcance de resultados.

2.5 Engenharia da Manutenção

A engenharia de manutenção está relacionada a uma mudança cultural, a implantação de mudanças contínuas, visando melhorias nas atividades e rotinas da área da manutenção.

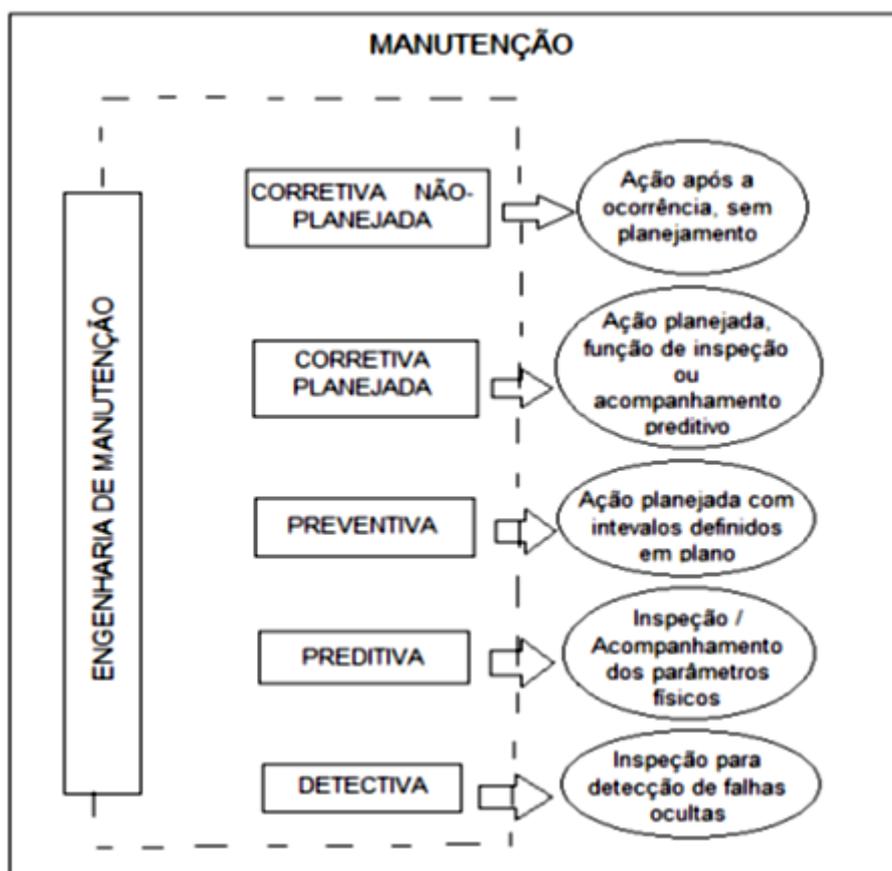


Figura 1 - Diferença entre os Tipos de Manutenção

Fonte: Adaptado de (KARDEC; NASCIF, 2009)

Acima a Figura 1 ilustra as diferenças entre os tipos de manutenção, e o posicionamento da engenharia de manutenção nesse cenário. A aplicação desta, implica na pro-

posta de melhorias analisando e utilizando dados colhidos e armazenados pelo sistema de manutenção preditiva, com o intuito de aumentar a confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade e segurança.

Para Kardec e Nascif (2009) a engenharia da manutenção temo como foco eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação pessoal e gerir materiais e sobressalentes; dar suporte à execução e fazer análise de falhas; elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica. Pode-se afirmar que é o nível mais elevado no que se refere a investimento em manutenção, uma vez que consiste em investigar as causas da manutenção no projeto do equipamento, fazendo modificações em situações permanentes de problemas crônicos, mau desempenho e desenvolvendo a manutenibilidade.

2.6 Manutenção Produtiva Total (TPM)

É importante ressaltar aqui que a Manutenção Produtiva Total (TPM), não é um tipo de manutenção, mas sim um sistema que envolve todos os tipos de manutenção gerenciando por completo. A TPM normalmente é implementada em quatro fases (Preparação, Introdução, Implantação e Consolidação) (SUZUKI, 1994). Ela também possui alguns pilares como a eficiência e melhorias na produtividade do equipamento; autorreparo, esse pilar consiste em um sistema de manutenção autônomo, ou seja, cuja execução é feita pelos operadores do equipamento; planejamento e organização do sistema; capacitação profissional através de treinamentos; técnicas para máximo rendimento; gerenciamento total do equipamento (ciclo de vida).

De acordo com Suzuki (1994), as empresas devem selecionar e pôr em prática atividades de pilares que busquem eficiente e eficazmente os objetivos estratégicos da TPM, ainda que diferentes empresas possam selecionar pilares distintos. Ela não é apenas uma iniciativa da manutenção ou um programa de melhorias, mas uma filosofia operacional estratégica e que envolve toda a organização, desde os operadores até o nível hierárquico mais alto.

2.7 Resultados e Discussões

No decorrer desde trabalho foi apresentado a importância da gestão para o desenvolvimento industrial, os tipos de manutenção, as vantagens e desvantagens, para que possa ser escolhido tipo ideal de manutenção para a sua empresa. o melhor tipo de manutenção é aquele que tem o maior percentual de custo-benefício, além disso é essencial analisar fatores como qualidade, confiabilidade, manutenibilidade entre outros. O esquema abaixo é uma sugestão para a escolha do tipo de Manutenção a ser adotado:



Figura 2 - Esquema para escolha do Tipo de Manutenção Adotado

Fonte: Kardec e Nascif (2009)

Pode-se observar que dentre os tipos de manutenção, a preventiva é a mais utilizada, uma vez que os níveis de planejamento e custo inicial são baixos. Em contrapartida, a Preditiva apresenta-se com valores menor, tudo isso por causa do alto custo de investimento inicial e pelo paradigma de mudança culturais. As empresas não levam em consideração que esse custo é amortecido a médio e longo prazo. No que diz respeito à Manutenção Corretiva, o seu valor ainda se mantém muito alto, e isso não é um ponto positivo para as indústrias, Kardec e Nascif (2009) apontam que para um futuro próximo espera-se um grande crescimento da Manutenção Preditiva, pequeno decréscimo da Preventiva e redução da Corretiva Não-planejada.

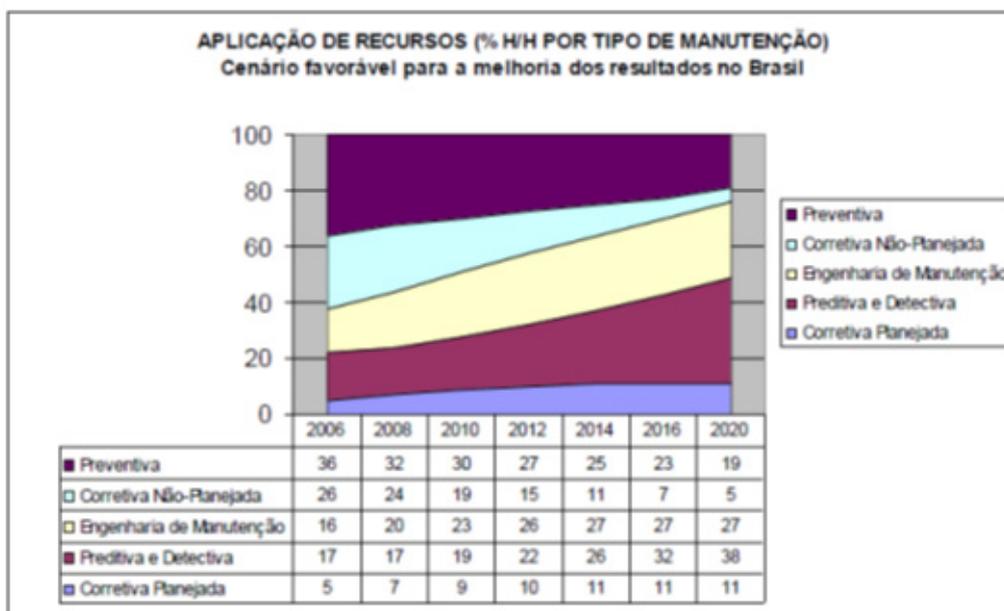


Figura 3 - Cenário previsto para o Crescimento da Manutenção Preditiva

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

Na Figura 3 acima podemos observar uma oscilação da aplicação das atividades de Engenharia de Manutenção, e isso devido a dois aspectos: ao longo dos anos houve a evolução do conceito de atividades de engenharia, o que antes era uma atividade de engenharia, atualmente é apenas uma técnica; o outro aspecto é obtido pelo custo empregado nessas atividades (OLIVEIRA, 2013), não sendo levado em consideração por empresas a amortização dos custos, e os ganhos a longo prazo, que essas práticas trazem para as organizações, pois uma gestão bem elaborada gera eficiência e impacta positivamente nos lucros da empresa.

3. CONCLUSÃO

Tendo em vista que este artigo foi elaborado com o intuito de apresentar com clareza os benefícios da gestão da manutenção para o desenvolvimento das indústrias brasileiras, para que elas possam buscar estratégias e estruturar um planejamento que se adeque melhor à sua realidade através da metodologia desenvolvida, podemos concluir que os objetivos foram alcançados.

Os conceitos da gestão da manutenção foram de suma importância para a realização deste trabalho, uma vez que por intermédio desses conceitos buscou-se mostrar que simples ferramentas de controle podem melhorar processos dentro de uma empresa e conseqüentemente obter excelentes resultados.

Espera-se que esse estudo possa impactar de forma positiva e que as empresas através da implementação da Gestão da Manutenção consigam diminuir e/ou evitar danos, trabalhos desnecessários, diminuir custos entre outros. Obtendo resultados cada dia melhores no desempenho da organização, buscando sempre a eficiência da manutenção e a eficácia nos processos industriais.

Referências

- ABNT. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994. 37 p.
- AMARAL, C. P. **Manutenção Produtiva Total**: Método PMRI. Florianópolis: [s.n.], 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84657/225810.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 3 set. 2022.
- CARDOSO, A. H. You Tube. **Engenharia da Manutenção - Bloco1**, 2014. Acesso em: 28 set. 2022.
- FERREIRA, A. B. D. H. **Míni Aurélio**: O dicionário da língua portuguesa. 6ª. ed. Curitiba: Editora Positivo Ltda, 2004. 895 p.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro : Qualitymark, 2009.
- MORO, N.; AURAS, A. P. **Introdução à gestão da manutenção**. Florianópolis: Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2007. 33 p.
- OLIVEIRA, J. C. S. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas)**, Bauru, p. 53-69, Julho-Setembro 2013. Disponível em: <<http://www.revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/download/1021/501>>. Acesso em: 24 set. 2022.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 287 p. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM285/Conte%FAdos/Complementos/Resumo%20Livro%20Manuten%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2022.
- SUZUKI, T. **TPM in process industries**. United States of America: Eduard Brothers, 1994.
- TOAZZA, G. F.; SELLITO, M. A. Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, São Leopoldo, v. 15, n. 3, p. 24, 2015. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1623/1298>>. Acesso em: 29 set. 2022.

34

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NO AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA

*MAINTENANCE MANAGEMENT: TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE IN INCREASING PRODUCTIVE EFFICIENCY*

Leandro Ribeiro da Conceição

Pablo Vinicius Costa Silva

José Vitor Mendes França

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Danilo Oliveira Cortes

Lucas Breno Gomes Andrade

Camila Eduarda Silva Carvalho

Vanderson Gusmão de Oliveira

Joaquim Cantanhede de Castro

Resumo

A manutenção tem vindo a evoluir e por isso adaptando-se aos grandes movimentos industriais das últimas décadas, a evolução forçada de uma grande perspectiva sobre o setor industrial, levando ao desenvolvimento de novos métodos de gestão juntamente com ferramentas para melhorar a fiabilidade, organização dessa gestão e O controle mostra a importância de gerenciar um programa de manutenção para maximizar o desempenho do equipamento, além de adicioná-lo à manutenção através de métodos como o TPM (Total Production Maintenance para entender seu conceito e aplicabilidade, explorar livros através de revisão bibliográfica) plano para demonstrar suas principais vantagens, os resultados para os principais tipos de ferramentas de manutenção e gestão de revistas e sites mostram sua importância, usados separadamente e em conjunto, e são mais satisfatórios quando usados corretamente.

Palavras-chave: Gestão, Manutenção, Qualidade, TPM.

Abstract

Maintenance has been evolving and hence adapting to the major industrial movements of recent decades, the evolution forced a great perspective on the industrial sector, leading to the development of new management methods along with tools to improve reliability, organization of that management and The control shows the importance of managing a maintenance program to maximize equipment performance, in addition to adding it to maintenance through methods such as Total Production Maintenance (TPM) to understand its concept and applicability, explore books through literature review) plan to demonstrate its main advantages, the results for the main types of maintenance tools and management of magazines and websites show their importance, used separately and together, and are more satisfactory when used correctly.

Keywords: Management, Maintenance, Quality, TPM.

1. INTRODUÇÃO

O TPM (sigla em inglês para total productive maintenance, ou em português manutenção produtiva total), é um método de gestão da qualidade empregada em empresas e fábricas a fim de tornar seus processos mais eficientes e seguros. Esse método já é amplamente utilizado com a finalidade de reduzir e evitar ao máximo os desvios produtivos na área operacional. Aplicando-se os pilares do TPM, as empresas já estão valendo-se para diminuir custos e um sistema produtiva mais eficiente e seguro para seus colaboradores.

Desvios operacionais e falhas, produzem muitos problemas quando está sendo considerado a continuidade de produção e a ascensão das companhias. Reinventar-se quando nos referimos a novos meios de trabalho e processos de inovação, são práticas essenciais para continuar obtendo os melhores resultados, áreas de trabalho mais seguras e desempenho de máquinas e dos colaboradores. O presente trabalho irá tratar sobre o conceito de Manutenção Produtiva Total, explicar seus conceitos e pilares aos quais está baseada e de sua importância ante a melhoria de processos.

Com a crescente competitividade do mercado e a demanda dos clientes por novas soluções e produtos, faz com que as empresas aprimorem sua tecnologia e modernizem todos os seus processos. Assim, ao longo da história, vários processos e métodos foram desenvolvidos para melhorar gradativamente a entrega de projetos na engenharia, proporcionar maior controle sobre aspectos como finanças e trazer benefícios para várias empresas em caso de implantação bem-sucedida. Este trabalho visa mostrar os detalhes desta metodologia e seu processo.

As realizações de projetos de engenharia neste país são desanimadoras, especialmente quando se trata de engenharia civil. A falta de planejamento do projeto muitas vezes atrasa o trabalho. Dessa forma, esse TCC ajuda vários gerentes de projetos a melhorar o desempenho, reduzir prazos e custos e melhorar a qualidade dos resultados.

O gerenciamento de projetos é um grande desafio para os profissionais que estão iniciando na engenharia e não conseguem aplicar uma metodologia que satisfaz as necessidades de seus projetos. De que modos o TPM pode garantir um melhor gerenciamento de projetos?

O presente artigo tem como objetivo principal apresentar a relevância que a gestão da manutenção tem para as empresas bem como a importância do TPM nisso. Os objetivos específicos estão em discorrer sobre o método de gestão da manutenção e qualidade, chamado de TPM, apresentando os seus pilares e sua importância.

2. DESENVOLVIMENTO

Diante da grande competitividade da era da Indústria 4.0, diversos setores têm buscado formas de se aprimorar e se destacar, com foco na utilização de metodologias que combinem diversos tipos de ferramentas e uma gestão otimizada.

2.1 Metodologia

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica da literatura caracterizando-se como uma pesquisa de caráter descritivo e qualitativo, com o intuito de expor o método de ges-



tão da manutenção, TPM. Para tal, foram pesquisados em livros, publicações acadêmicas, artigos e dissertações relacionadas ao tema, utilizando a plataforma do Google Acadêmico. A pesquisa de revisão bibliográfica focou-se em trabalho e materiais publicados nos últimos 30 anos, e os estudos para embasar o presente trabalho estão focados nas publicações dos últimos 5 anos. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: “manutenção”, “produtiva”, “tpm”, “total”, “gestão” e “qualidade”.

2.2 Resultados e Discussão

No trabalho produzido por Peter Willmot (1994), é apresentado o objetivo principal do TPM como sendo o crescimento rentabilidade dos empreendimentos por meio da extinção de falhas que precisem de manutenção corretiva, a diminuição do tempo utilizado com a preparação de máquinas mantendo, ou mesmo otimizando, sua velocidade e reduzindo o número de pequenas paradas, impactando em um produto final de qualidade superior.

Segundo o estudo apresentado por Konosuke Nakazato (1998), exposto no 35º evento internacional de TPM, no ano de 1998 em Tokyo, Japão, cada palavra da sigla TPM (Total Productive Maintenance) tem um significado importante que dá identidade para o método.

A palavra Total significa que toda a fábrica/empresa está envolvida na cultura e nas atividades do TPM, resultando principalmente da aceitação e engajamento da direção da fábrica, que precisará espalhar seus preceitos e dar suporte para que essa cultura que está sendo implementada evolua continuamente (NAKAZATO, 1998).

O Productive (Produtiva), demonstra a busca pelos tão almejados “zeros acidente e zero defeito”, não a busca simples por produtividade, mas o auge da eficiência do sistema produtivo, com a eliminação de todos os fatores que causavam perdas, acidentes, defeitos e quebras na empresa (NAKAZATO, 1998).

Segundo Konosuke Nakazato (1998), a Maintenance (Manutenção), está aqui descrita no significado amplo da palavra, que considera o ciclo útil total do sistema de produção, e dita que a manutenção tem o foco nos processos únicos do sistema de produção, na fábrica e no sistema administrativo de produção.

O TPM é um método de gestão que rapidamente tomou as indústrias japonesas, expandindo logo em seguida para o mundo todo. Essa rápida adesão foi motivada por 3 fatores principais: os resultados exponenciais obtidos pelas empresas que implantaram o método, a notável evolução no ambiente de trabalho e o desenvolvimento do nível de conhecimento técnico e capacidade de todos os envolvidos (NAKAZATO, 1998).

Segundo o estudo produzido por Tenório e Palmeira, publicado no livro Flexibilização Organizacional, no ano de 2002 no Rio de Janeiro, o TPM apresenta como uma de suas principais vantagens a melhoria no ambiente de trabalho, com o intuito de reestruturar as instalações da fábrica, complicando o conceito de manutenção autônoma de modo que o profissional operador tenha senso de proprietário daquele equipamento, o que irá culminar em um maior cuidado diário com esse maquinário, impossibilitando a impregnação de sujidades, óleos e graxas, a desordem nos materiais e equipamentos, de modo a criar um ambiente agradável e seguro.

De acordo com Seiichi Nakajima (1989) que definiu em seu livro, o TPM proclama uma revolução, dado que propõe a integração completa entre a máquina, o humano e a empresa, de modo que o trabalho de manutenção dos sistemas de produção constitui uma preocupação e ação de todos. Desse modo, torna-se uma transição orgânica que as indústrias

e empresas atualmente, busquem cada vez mais equipamentos modernos e autônomos.

No trabalho realizado por Mirshawka e Olmedo (1993), propõe que devido a procura por uma maior eficácia da totalidade da estrutura da empresa, seguindo com melhorias que incorporam às pessoas e aos equipamentos, produz empregados e a empresa aptos a conduzir as fábricas do futuro, cheias de automação e inteligência artificial. Tais mudanças, produzem avanços mais orgânicos na estrutura organizacional da empresa, sendo apontado como o objetivo primordial do TPM.

A estrutura do TPM foi criada pelo Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). A sua estrutura é baseada em 8 pilares, conforme apresentado na figura 1.

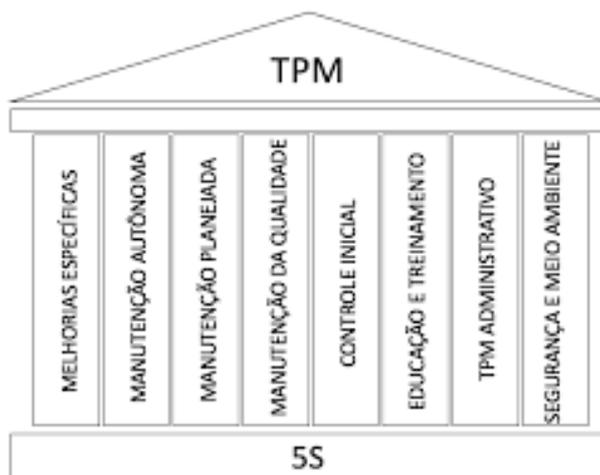


FIGURA 1 - Pilares do TPM

Fonte: Borcati e Mariotti (2010)

Segundo estudo realizado por Guilherme Sandrini (2021), a manutenção autônoma torna os operadores proprietários dos equipamentos, aumentando o seu nível de conhecimento por meio de limpeza, inspeção, lubrificação e treinamento técnico. O objetivo é trazer as inspeções para um nível autônomo. Na manutenção autônoma, os funcionários de uma organização são organizados em grupos menores chamados grupos autônomos. Esses grupos visam gerenciar equipamentos, reconhecer perdas e implementar melhorias. Os operadores aprendem como limpar, inspecionar e lubrificar equipamentos. Isso elimina danos causados por sujeira, falta de lubrificação etc. Essas quebras são chamadas de quebras forçadas.

O estudo publicado por Carlos Aranha (2019), atesta que a manutenção planejada desenvolve os colaboradores da empresa de modo que estes venham a formar um sistema de manutenção mais efetivo e, juntamente com os colaboradores da linha de produção, venham a eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas de operação, produtos defeituosos etc.

Segundo estudo de Cristian Bertulucci (2016), a manutenção planejada visa aumentar a eficiência do departamento de manutenção, identificando, eliminando e prevenindo falhas nos equipamentos. As principais atividades deste pilar são:

De acordo com Bertulucci (2016), é necessário manter todos os registros das avarias nos equipamentos que ocorrem para saber com que frequência a máquina quebra, quanto tempo leva para os técnicos consertarem, qual o custo da avaria, entrar em detalhes como peça, componentes que mais quebram em determinada parte do equipamento ou na fábrica.

Um ponto crucial do TPM é o treinamento dos operadores nas atividades básicas de manutenção. A partir do momento em que os operadores realizam limpezas, lubrificações, inspeções e pequenos reparos, os técnicos de manutenção têm mais tempo para fazer um trabalho preventivo e preditivo em relação a falhas, bem como para se adaptar a novas tecnologias na área de manutenção e segurança (BERTULUCCI, 2016).

Um estudo de Lampkowski, Masson e Carrijo (2006) afirmam que o pilar de melhoria específica visa eliminar as maiores perdas existentes no sistema produtivo, obtendo assim uma melhoria na eficiência da produção. Esse pilar permite atacar as grandes perdas da organização. Sua metodologia consiste em identificar os maiores gargalos e falhas de equipamentos ou processos, sejam produtivos ou administrativos, e atacá-los sistematicamente até que a perda seja zerada. A forma de funcionamento deste pilar está ligada à de um grupo de trabalho participativo, mas para eliminar a perda, por vezes o grupo autônomo não consegue trabalhar sozinho, sendo necessário a presença de profissionais especializados como técnicos de manutenção, engenheiros, compradores de matéria-prima e outros, sendo preciso observar qual o problema a solucionar.

Segundo Aranha (2019), afirma que o objetivo do pilar Educação e Treinamento é apoiar um sistema de treinamento para que todas as pessoas possam desempenhar plenamente suas atividades e funções dentro de um ambiente transparente e motivador. Desse modo, a definir o perfil ideal dos cargos de operadores e mantenedores, fazer uma análise da situação corrente e mapear os gaps (desvios) existentes, juntamente com a criação do “Plano de Educação e Treinamento” com a produção de um sistema de treinamentos, padronização de processos, e avaliação das atividades e estudo dos métodos são algumas das etapas deste pilar.

Aranha (2019), no que diz respeito ao pilar de Controle Inicial assimila as tarefas e atividades que precisam reduzir suas perdas do período que tange o desenvolvimento do produto e o início da produção plena. Ademais, o controle inicial está forçado na execução do efetivo desenvolvimento do produto, assim como da compra de equipamentos, de modo a alcançar o nível de produção plena. Desse modo, a expertise e melhorias alcançadas com os maquinários atuais são enviados para as novas máquinas e produtos, com todo o processo de levantamento de erros e de melhorias fica consolidada nesta etapa, os conhecimentos adquiridos criam um ambiente que busca atingir o conceito de quebra ou falha zero dos equipamentos e pessoas.

Segundo Aranha (2019), o pilar de manutenção da qualidade está direcionado para eliminação das não-conformidades dos produtos oriundas dos equipamentos. Portanto, a técnica consiste em compreender quais os elementos das máquinas estão diretamente ligados a qualidade do produto, em seguida, é necessário criar um plano para eliminar os gaps identificados, estudando e agindo em cima dos potenciais problemas.

Aranha (2019, p. 17), o pilar de segurança, higiene e meio ambiente (SHE) tem como principal objetivo alcançar a meta de “zero acidentes”, chegando no nível ideal de segurança ocupacional. A sua atividade centra-se na prevenção de acidentes, sejam eles ocupacionais ou ambientais, com metas também no trabalho de eliminação de condições perigosas e atos perigosos. O pilar SHE é o principal responsável por garantir a fábrica alcançar zero danos ao meio ambiente local, zero doenças ocupacionais e zero acidentes de trabalho, criando um ambiente seguro para os funcionários.

Segundo o estudo Chicone (2000) o pilar de educação e treinamento é diferente dos demais, dado que como afirmado nos demais pilares descritos, nenhum deles segue em frente a menos que a pessoa, o empregado, se aprimore, adquira novos conhecimentos. O objetivo desse pilar é aprimorar as competências das pessoas que contribuem para a

melhoria do desempenho do negócio. As principais ferramentas deste pilar são o LPP e a matriz de habilidades.

Em artigo de Takahashi e Osada (1993), o pilar da administração busca melhorar a eficiência e eliminar desperdícios nos processos administrativos. Podemos pensar em um escritório como nada mais que uma fábrica de informações, onde entram os insumos, esses insumos são processados e transformados em produtos (saídas). Além disso, o “produto” de back office deve ser “produzido” o mais rápido possível e com a mais alta qualidade (impecável e confiável).

Segundo Takahashi e Osada (1993) em Quality Maintenance, as condições de instalação afetam significativamente a qualidade do produto. As atividades desse pilar visam garantir a qualidade do produto no processo produtivo e atingir a meta de zero defeito. As tarefas do pilar de melhoria da qualidade são tarefas destinadas a definir as condições do equipamento que excluem defeitos de qualidade.

Segundo Nascimento, Diniz e Gabú (2017), foi conduzido um estudo de caso em uma indústria do segmento de bebidas gaseificadas e alcoólicas. A utilização do TPM na empresa fora para eliminação das quebras em equipamentos e consequente aumento de produtividade e qualidade do produto. Seus principais objetivos com a implantação fora o aumento da produtividade, zerar as quebras e acidentes, diminuir os custos e descartes e melhorar o ambiente de trabalho.

De acordo com Nascimento, Diniz e Gabú (2017), para dar início a implantação do TPM na empresa fora necessária uma reunião com diretores e gestores da área industrial para adequar o método a realidade da empresa, sendo que o setor de manutenção ficou responsável por seu início e publicação, no final do ano de 2014. Com o primeiro semestre do 2015, ocorreu a implantação dando início com os treinamentos e divisão de equipes, com foco na filosofia 8s, de acordo com o planejamento e controle do setor. Dando segmento, fora implantada a parte prática no chão de fábrica com a limpeza e inspeção, com o intuito de restaurar as condições básicas do equipamento e higienizar o equipamento de modo diferente, junto a inspeção para encontrar anomalias que poderiam estar sob a sujeira. Durante o treinamento fora ensinada como se deve zelar as maquinas e melhorar sua eficiência, para manter a qualidade em todo o processo produtivo, também fora apresentada a importância de utilizar a etiqueta de anomalias.

No trabalho apresentado por Nascimento, Diniz e Gabú (2017), a etiqueta de anomalia é preenchida pelo funcionário, informando o problema encontrado, que em seguida será entregue ao encarregado de produção que irá assinar atestando seu conhecimento sobre o acontecimento. Essa ferramenta de controle de solicitações de manutenção é dividida em 3 cores diferentes, para indicar que o equipamento precisa de manutenção corretiva, que precisa de manutenção, mas que consegue seguir produzindo em menor ritmo e que fora encontrada uma irregularidade de baixo impacto na produção. Em seguida é produzida uma ordem de serviço que dará início ao levantamento e análise do problema e sua sucessiva manutenção.

Segundo Nascimento, Diniz e Gabú (2017), a empresa semanalmente realizava reuniões com os encarregados e gestores para o controle das atividades que estão em andamento e com a apresentação mensal de relatórios com os serviços concluídos e pendentes, constando o prazo estabelecido para conclusão. O seu principal indicador foi o OEE (overall equipment effectiveness) estando baseado em 3 fatores principais: OEE de disponibilidade, qualidade e desempenho. Esse indicador é amplamente usado para aferir a eficiência global das fábricas (NASCIMENTO; DINIZ; GABÚ, 2017).

Segundo Nascimento, Diniz e Gabú (2017), atualmente o processo de implantação do



TPM continua em andamento, porém já é notável a evolução no processo produtivo e na redução das paradas de equipamentos e máquinas, assim como a redução dos acidentes e melhor ambiente de trabalho dos colaboradores que também estão mais capacitados e aptos a manter seus equipamentos adequados para o uso e melhoria de atuação.

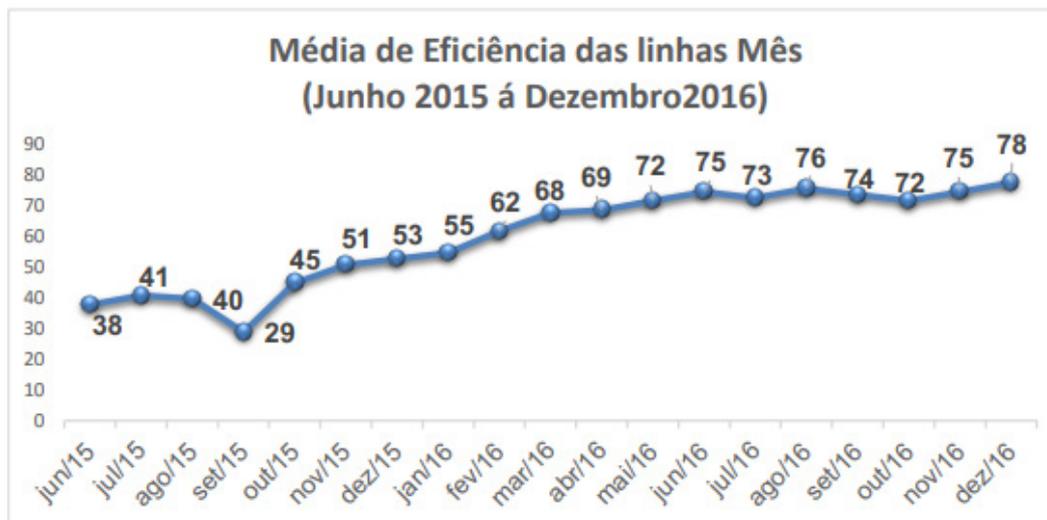


FIGURA 2 - Gráfico Média de Eficiência das Linhas produtivas

FONTE: Nascimento, Diniz e Gabú (2010)

A atuação do departamento de manutenção na linha de produção é bem conhecida. A gestão de etiquetas pode ajudar o departamento de manutenção a entender melhor as necessidades de manutenção do equipamento, pois os sócios começam a descrever a situação anormal para manutenção na fase inicial, o que afeta sucessivamente a melhoria gradual da produtividade (NASCIMENTO; DINIZ; GABÚ, 2017).

3. CONCLUSÃO

Pode-se dizer que uma ferramenta de qualidade eficaz está totalmente ligada à implantação de uma gestão de manutenção adequada, pois os profissionais envolvidos conhecem seus conceitos e aplicabilidades, pois quando se trata de qualidade, seja de produtos, serviços, confiabilidade ou produtividade, tudo depende de bom desempenho no setor de manutenção. Com relação à implantação das ferramentas da qualidade na gestão da manutenção, pudemos observar mais controle e mais confiabilidade dos processos utilizando cada ferramenta conforme a necessidade, seja para encontrar a causa raiz de um problema ocorrido durante a manutenção corretiva ou para construir todo o processo estratégia de o projeto, passando pelo planejamento, implementação, verificação até a padronização pelo aprendizado.

Referências

ARANHA, C. CARLOS. **A importância dos stakeholders na gestão da mudança em projetos: estudo de caso para implantação da ferramenta tpm (total productive maintenance) em uma planta industrial de mineração**. 2019. São Luís: Editora Pascal. Disponível em: <https://editorapascal.com.br/wp-content/uploads/2019/12/FERRAMENTA-TPM.pdf> acesso em 26 de setembro de 2022.

MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L., 1993. **Manutenção combate aos custos da não-eficácia a vez do Brasil**, Ed. MakronBooks do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil.

NAKAZATO, K. **Facilitadores TPM – XXXV Evento Internacional de TPM**. Tokyo, Japan, JIPM, Impresso pela IMC Internationale, 1998.

TENÓRIO, F. G.; PALMEIRA, J. N. **Flexibilização Organizacional: Aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro: FGV, 2000.

WILLMOT, P. **Total Quality With Teeth**. MCB University Press, 1994, Vol. 6, No. 4, pp. 48-50.7

SANDRINI, G. **Manutenção autônoma: entenda os passos desse pilar do TPM**. Disponível em: <https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/> acesso em 27 de setembro de 2022.

BERTULUCCI, C. **Os 6 passos para implementar a manutenção planejada**. Disponível em <https://www.citissystems.com.br/passos-implantar-manutencao-planejada/> acesso em 27 de setembro de 2022.

TAKAHASHI, Y., OSADA, T. **Manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.

LAMPKOWSKI, F. J., MASSON A. C. P, CARRIJO, M. **TPM – Total Productive Maintenance – Resultados da implementação: um estudo de caso**. XIII SIMPEP – Bauru, SP, 2006.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 105 p

NASCIMENTO, DINIZ E GABÚ. **Manutenção produtiva total (tpm): estudo de caso em uma indústria de bebidas**. Revista de trabalhos acadêmicos Universo Recife. Recife. 2017.



35

A INFLUÊNCIA DO TURBOCOMPRESSOR PARA O BOM DESEMPENHO DAS LOCOMOTIVAS

*THE INFLUENCE OF THE TURBOCOMPRESSOR FOR THE
GOOD PERFORMANCE OF THE LOCOMOTIVES*

Charles William Oliveira dos Santos

Resumo

Um motor com turbocompressor tem grandes benefícios no que desrespeito ao seu desempenho pode citar que a combustão é mais completa e limpa, a pressão positiva do ar de admissão acima da pressão atmosférica beneficia o motor em vários estágios como no momento do cruzamento das válvulas do motor quando as válvulas de admissão e escape estão no mesmo momento abertas o ar limpo passa pela câmara de combustão limpando os cilindros e retirando a maior quantidade de resíduos da queima que foi feita anteriormente, resfria os cilindros, os pistões e as válvulas. Tal abordagem se faz necessária, desse modo, sobre o estudo do ciclo de vida de um motor diesel de locomotiva usando o turbo compressor pode apontar estratégias com uma visão do funcionamento da locomotiva para que se tenha uma noção de onde se situa o referido tanque de expansão e a caixa de filtros. Diante desse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Quais as causas do aquecimento do ar ao ser admitido pelo pré-filtro até chegar ao turbo compressor que pode minimizar os custos totais de operação e manutenção. Os objetivos desenvolvidos nesta pesquisa foram estudar a importância dos meios tecnológicos nas novas gerações de turbocompressores, que se tornaram peças fundamentais para a diminuição da poluição e consumo de combustível. O tipo de pesquisa que foi realizado nesse trabalho é uma revisão bibliográfica, onde as consultas literárias foram feitas em livros, dissertações, artigos científicos selecionados através de buscas em livros e sites de bancos de dados.

Palavras-chave: Motor. Turbocompressor. Desempenho.

Abstract

An engine with a turbocharger has great benefits in that, regardless of its performance, it can be mentioned that the combustion is more complete and cleaner, the positive pressure of the intake air above atmospheric pressure benefits the engine in several stages, such as when the engine valves are crossed. when the intake and exhaust valves are open at the same time, clean air passes through the combustion chamber, cleaning the cylinders and removing the largest amount of residues from the previous burning, cooling the cylinders, pistons and valves. Such an approach is necessary, therefore, on the study of the life cycle of a locomotive diesel engine using the turbo compressor, it can point out strategies with a view of the locomotive operation so that one has a notion of where the referred fuel tank is located. expansion and filter box. In this context, a problem arises to be analyzed: What are the causes of the air heating when admitted by the pre-filter until it reaches the turbo compressor, which can minimize the total costs of operation and maintenance. The objectives developed in this research were to study the importance of technological means in the new generations of turbochargers, which have become fundamental parts for the reduction of pollution and fuel consumption. The type of research that was carried out in this work is a bibliographic review, where literary consultations were made in books, dissertations, scientific articles selected through searches in books and database sites.

Keywords: Motor. Turbocharger. Performance.



1. INTRODUÇÃO

No transporte ferroviário, denomina-se trem o conjunto da locomotiva, a força motriz, e o vagão, onde fica a carga transportada. Essencialmente ele utiliza-se apenas dois tipos de tecnologia de força motriz em locomotivas: as elétricas e as diesel-elétricas. As locomotivas diesel-elétricas são empregadas, em sua grande maioria, no transporte de cargas e excluem os cabos elétricos ao longo da ferrovia. Dentro deste contexto, ao dispensar a eletrificação da via, a disposição desse tipo de ferrovia é mais viável, mas a necessidade de uma interface eletromecânica entre motor diesel. Pretende-se apresentar um dos prováveis agentes do aquecimento do ar é o tanque de expansão da locomotiva, tanque este que recebe a água de arrefecimento vinda do motor, ou seja, está em uma temperatura alta, por volta de 90°C, e está geminado à caixa de filtros sacola da locomotiva.

Um desses avanços tecnológicos é a criação do carro híbrido, embora ainda não seja tão popular, podemos vislumbrar um futuro promissor, com a persistência necessária, podemos ver uma nova revolução no mundo automotivo, e isso se deve aos Carros híbridos tentam resolver alguns problemas que não existiam e passavam despercebidos na época de Karl Benz, mas isso acontece hoje, e continuamos com o desafio de criar grandes criações para mudar a forma como as pessoas viajam. A versão híbrida funciona com dois motores auxiliares: um motor de combustão interna utilizado para partida e frenagem e motores elétricos que funcionam como geradores que convertem energia mecânica em energia elétrica armazenada em baterias.

O consumo do combustível é um dos grandes custos que a empresa possui em seu processo, então é de grande importância que obtenha menor consumo de combustível, por conseguinte o custo do processo. O diesel queimado, perto de 22 mil litros por mês no motor da locomotiva, é que provoca a energia necessária para os motores elétricos que estimulam à locomotiva, entretanto esta queima também tem ressonância ambiental.

Além da diminuição dos custos, deste modo o resultado será uma menor emissão de gases poluentes para a atmosfera, já que a queima de combustíveis fósseis gera gases como CO (monóxido de carbono), CO₂ (gás carbônico) e NO (óxido de nitrogênio), colaborando também para o efeito estufa. Em seguida, com um menor consumo de combustível pelo motor ocasionará não só em grande economia para a empresa como também uma menor poluição no meio ambiente.

Tal abordagem se faz necessária, desse modo, sobre o estudo do ciclo de vida de um motor diesel de locomotiva usando o turbo compressor pode apontar estratégias com uma visão do funcionamento da locomotiva para que se tenha uma noção de onde se situa o referido tanque de expansão e a caixa de filtros. Diante desse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Quais as causas do aquecimento do ar ao ser admitido pelo pré-filtro até chegar ao turbo compressor que pode minimizar os custos totais de operação e manutenção?

Os objetivos desenvolvidos nesta pesquisa foram estudar a importância dos meios tecnológicos nas novas gerações de turbocompressores, que se tornaram peças fundamentais para a diminuição da poluição e consumo de combustível. Apresentar os conceitos sobre isolamento térmico da caixa de filtros de uma locomotiva com vistas à redução do consumo de combustível identifica o que é necessário para que o turbocompressor tenha uma vida útil bastante produtiva para as locomotivas e descrever as características dos motores diesel, com as vantagens ao usar o emprego do turbocompressor.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MOTOR DIESEL

Das diversas características específicas do motor diesel, a principal é a autoignição do combustível sem o auxílio de vela de ignição, outra característica do combustível que se torna importante é a temperatura mínima de ignição, por outro lado quanto menor for o calor de vaporização, menos energia o combustível “desfalca” do ar para que evapore ou esquente. Sendo assim, o ar dentro do cilindro tem que estar pelo menos 400°C para que o óleo diesel atinja sua temperatura mínima (por volta de 250°C) e se inicie a combustão.

Por isso, em motores a diesel usa-se uma resistência elétrica para partida a frio a qual é responsável por aquecer o combustível antes de ser injetado no cilindro. Quanto maior o número de cetanas (CN), mais favorável à autoignição ele será, vale lembrar que essa característica não está relacionada ao poder calorífico (energia liberada) o qual é semelhante ao da gasolina.

Todos os motores a diesel são basicamente iguais, pois seguem os mesmos princípios. O motor diesel pode ser de quatro principais aplicações: estacionários, industriais, marítimos ou veiculares. Esses últimos se encaixam os motores destinados para transporte terrestre como carros, caminhões e trens (BORBA, 2009).

O motor diesel ferroviário dos dias atuais é um motor com 12, 16 ou 20 cilindros, dispostos em V (ângulo de 45°) e com uma velocidade média do virabrequim que vai de 400 a 1.050 rpm. A potência de tais motores já foi de menos de 1.000 HP para motores fabricados na década de 1950 se estendendo para até mais de 6.000 HP para alguns modelos fabricados nos anos 2000 (BORBA, 2007).

O motor a gasolina hoje amplamente usado em automóveis por todo o planeta de quatro tempos uma combustão na qual a mistura ar/gasolina é injetada e comprimida sob baixa pressão e explode devido a uma centelha elétrica aplicada no curso superior de compressão do cilindro.

O motor diesel, no entanto, tem primeiramente seu ar injetado nos cilindros do motor, que é subitamente comprimido pelo pistão de forma a aumentar sua temperatura a um valor que permita a ignição espontânea do óleo combustível que será injetado na câmara superior próxima à parte superior de compressão do pistão (GE TRANSPORTATION, 2010).



Figura 1 – Motor Diesel

Fonte: Adaptado do Manual GEK (2019)

A vantagem do motor diesel sobre o motor a gasolina está na sua maior capacidade térmica, ou seja, ele produz mais trabalho utilizando menos energia, e também porque o óleo diesel ser mais adequado para suportar longas jornadas de esforço pesado pela sua grande capacidade de força e durabilidade (GE TRANSPORTATION, 2008).

O bloco é a principal estrutura do motor, feito em ferro fundido que acopla as outras partes do motor, como os conjuntos de força, o virabrequim, os eixos de comando e demais acessórios. No bloco também são fixadas todas as tubulações de óleo lubrificante, combustível e água para o sistema de arrefecimento, as engrenagens distribuem o movimento para os acessórios como as bombas de água, bomba de combustível e bomba de óleo.

Como é uma peça sólida e que serve de alojamento ele raramente falha, tendo toda a manutenção preventiva do motor diesel voltada às peças que estão acopladas a ele (GE TRANSPORTATION, 2008).

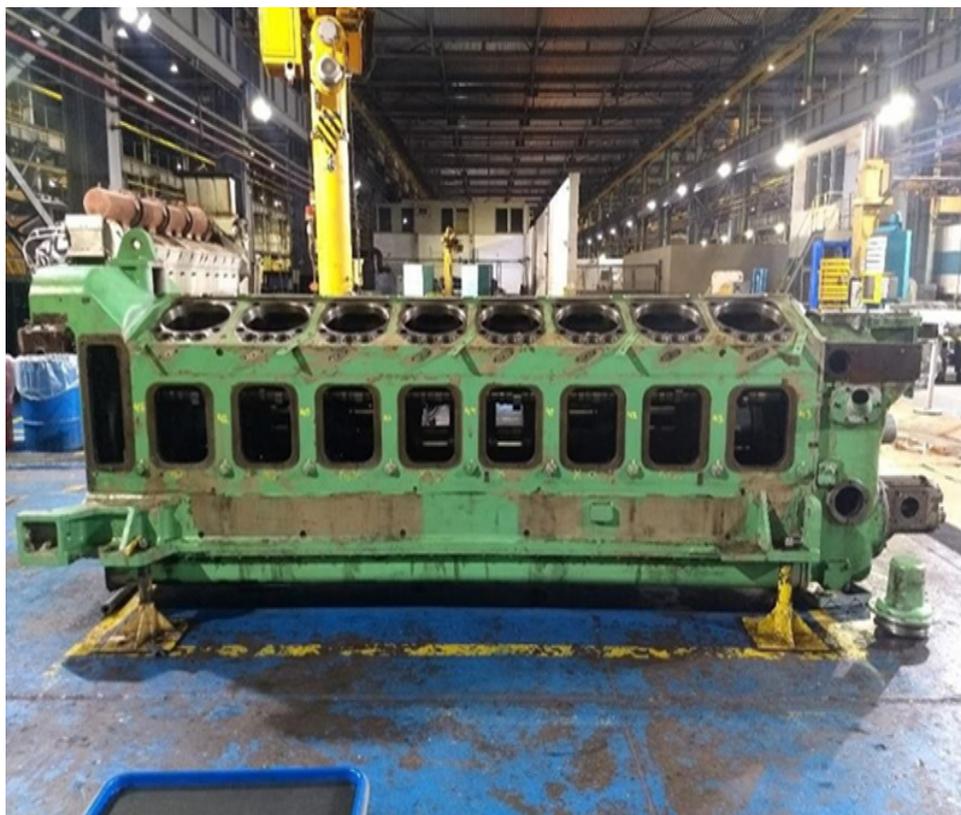


Figura 2 – Bloco do motor Diesel

Fonte: Adaptado do Manual GEK (2019).

Em todo motor existem dois eixos de comando das válvulas, montados um em cada lado do bloco do motor diesel e são acionados pelo virabrequim e giram na metade da rotação do mesmo, para o motor de quatro tempos, as principais funções dos eixos de comando é realizar a abertura e o fechamento no tempo exato para a admissão e o escape, e também controlar o tempo de injeção do combustível durante o ciclo de operação do cilindro. O eixo de comando tem excêntricos que permitem a ele cumprir sua função, para o motor de quatro tempos, são três: um para acionar a válvula de admissão, um para acionar a bomba injetora de combustível e um para acionar a válvula de escape dos gases (BORBA, 2009).

O bloco é a principal estrutura do motor, feito em ferro fundido que acopla as outras partes do motor, como os conjuntos de força, o virabrequim, os eixos de comando e demais acessórios. No bloco também são fixadas todas as tubulações de óleo lubrificante,

combustível e água para o sistema de arrefecimento, as engrenagens distribuem o movimento para os acessórios como as bombas de água, bomba de combustível e bomba de óleo. Como é uma peça sólida e que serve de alojamento ele raramente falha, tendo toda a manutenção preventiva do motor diesel voltada às peças que estão acopladas a ele (GE TRANSPORTATION, 2008).

Em todo motor existem dois eixos de comando das válvulas, montados um em cada lado do bloco do motor diesel e são acionados pelo virabrequim e giram na metade da rotação do mesmo, para o motor de quatro tempos, as principais funções dos eixos de comando é realizar a abertura e o fechamento no tempo exato para a admissão e o escape, e também controlar o tempo de injeção do combustível durante o ciclo de operação do cilindro.



Figura 3 – Eixo do comando de válvulas

Fonte: Adaptado do Manual GEK (2019).

O eixo de comando tem excêntricos que permitem a ele cumprir sua função, para o motor de quatro tempos, são três: um para acionar a válvula de admissão, um para acionar a bomba injetora de combustível e um para acionar a válvula de escape dos gases (BORBA, 2009).

3. AS VANTAGENS DO EMPREGO DE TURBOCOMPRESSOR

Turbocompressor é uma peça acessória, mas frágil em sua concepção, pois sofre com as oscilações do motor diesel, com as vibrações da locomotiva e com a temperatura dos gases no seu interior. Assim, é uma peça que garante ampla economia, mas tem vida útil curta e se não for realizada a manutenção corretamente falhará com bastante frequência.

A turbina ao gira movimentada o compressor os quais estão ligados por um eixo, ao girar o compressor suga o ar ambiente e o comprime no motor, em alguns modelos fazendo-o passar pelo radiador (intercooler) para resfriá-lo e assim entrar na câmara de explosão. O ar em excesso é expulso pela válvula de alívio que é calibrada para cada tipo de motor.

Como ela é necessária para o início do ciclo do cilindro do motor diesel, qualquer falha no trabalho do turbo compromete o funcionamento do motor e parando a locomotiva, por isso em todo o sistema mecânico da locomotiva é considerada uma das peças mais importantes na manutenção e operação ferroviária (BORBA, 2009).

Um motor com turbocompressor tem grandes benefícios no que diz a respeito ao seu desempenho pode citar que a combustão é mais completa e mais limpa, a pressão positiva do ar de admissão acima da pressão atmosférica beneficia o motor em vários estágios como no momento do cruzamento das válvulas do motor quando as válvulas de admissão e escape estão no mesmo momento abertas o ar limpo passa pela câmara de combustão limpando os cilindros e retirando a maior quantidade de resíduos da queima que foi feita anteriormente, resfria os cilindros, os pistões, as válvulas e gases de exaustão.

A queima completa do combustível mais o resfriamento do motor ajudam a estender a vida útil do motor e conseqüentemente ajuda na diminuição da poluição do ar atmosférico (BARROS, 2003).

O sistema de admissão do motor diesel aspira o ar atmosférico através do turbo alimentador com o objetivo de elevar a pressão do ar no coletor de admissão acima da pressão atmosférica, permitindo com que, no mesmo volume seja possível colocar mais massa de ar e possibilita que a maior quantidade de combustível seja injetada, derivando numa maior potência e maior torque para o motor, como adequa maior pressão e compressão dentro do cilindro, produz temperaturas de ignição mais altas e, portanto, maior eficiência e mais perfeito o consumo de combustível, com redução de emissão de poluentes (BORBA, 2009).



Figura 4 – Turbocompressor

Fonte: Adaptado do Manual GEK (2019).

O principal benefício em usar um turbocompressor ao invés do compressor de ar, é a fonte de energia. Pois o compressor depende de uma fonte de energia auxiliar para o seu funcionamento, em um compressor há uma correia que é conecta diretamente ao motor. Desse modo, ele obtém sua energia da mesma maneira que a bomba d'água ou um

gerador, já o turbocompressor diferentemente, obtém sua energia através da vazão dos gases quem saem pelo escapamento do motor fazendo com que o mesmo possa adquirir potência e converta em energia de trabalho para o motor.

Em teoria, um turbocompressor é mais eficiente porque utiliza a energia “desperdiçada” da vazão do escapamento como fonte de energia. Por outro lado, um turbocompressor causa um pouco de contrapressão no sistema de escapamento e tende a fornecer menos ar adicional até que o motor funcione em rotações mais elevadas (BASSOS, 2019).

Segundo Brunetti (2012) a eficiência de um motor de combustão interna está inteiramente ligada à máxima admissão de ar para a parte interna dos conjuntos de força, pois quanto mais ar for admitido, mais será o volume de combustível injetado na mistura para fazer a compressão e conseqüentemente mais gases serão produzidos e lançados pelo escapamento.

A vazão de ar direcionado para o interior do cilindro no tempo se dá em relação à criação do gradiente de pressão entre o coletor de admissão e o cilindro, quando a relação é feita somente pelo deslocamento do pistão do PMS (ponto morto superior) para o PMI (ponto morto inferior), o que gera uma depressão no interior do cilindro, quando nessa situação não há um artifício que aumente a pressão nos dutos da admissão além da pressão atmosférica, tem-se a denominação de que o motor é naturalmente aspirado (BRUNETTI, 2012).

Nesses motores o gradiente de pressão no processo de admissão é limitado pela pressão de admissão, que será no máximo na pressão atmosférica. Com a finalidade de aumentar esse gradiente e, conseqüentemente, as massas de ar admitidas pelo motor surgiram os motores sobrealimentados. Nesses motores existem dispositivos que elevam a pressão no coletor da admissão acima da pressão atmosférica. Um desses dispositivos é o turbocompressor que utiliza os gases do escapamento para gerar trabalho na turbina e transferi-lo para o compressor que por sua vez se encarrega de aumentar a pressão no coletor de admissão. Outra forma de sobrealimentação é a mecânica, na qual o compressor é acionado mecanicamente pelo motor e comprime o ar no coletor de admissão e no interior da câmara de combustão durante a admissão (BRUNETTI, 2012).

A turbina ao gira movimentada o compressor os quais estão ligados por um eixo, ao girar o compressor suga o ar ambiente e o comprime no motor, em alguns modelos fazendo-o passar pelo radiador (intercooler) para resfriá-lo e assim entrar na câmara de explosão. O ar em excesso é expulso pela válvula de alívio que é calibrada para cada tipo de motor. O eixo da turbina é lubrificado e arrefecido pelo óleo do motor e, em alguns modelos de turbinas também pela água do sistema de arrefecimento.

Em altos regimes de rotação, o turbo compressor pode atingir rotações superiores a 150.000 RPM (rotação por minuto) e todo este movimento gera pressão de 2 Kgf/cm² ou mais, que equivale a 2 vezes a pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior o enchimento do motor com o ar, porém pressão demais irá ocasionar danos ao mesmo, assim existe uma válvula que controla a pressão e libera o ar quando a pressão estiver muito alta. Os motores turbinados empurram o ar para dentro do motor com pressão e, pelas leis da física, pressão gera calor e por essa razão, o ar aspirado pelo motor estará muito quente.

Quando o ar é aquecido, suas moléculas se dissipam, entre elas as do oxigênio que é responsável direta pela combustão juntamente com o combustível. Para resolver esse problema, é introduzido o intercooler, que nada mais é que um radiador de ar, semelhante ao utilizado para abaixar a temperatura da água de arrefecimento dos motores. O ar aquecido que sai do turbocompressor é conduzido até esse radiador, passa por muitas aletas que têm a função de trocar calor com o meio ambiente. Na saída o ar atinge uma temperatura



muito mais adequada; pode-se dizer que, em média o ar entra no intercooler a 140° C e sai a 60° C, com muito mais moléculas de oxigênio no mesmo volume, perfeito para gerar uma combustão e ter um desempenho ainda melhor para o motor (COSTA, 2007).

Todas essas probabilidades devem ser levadas em consideração quando se seleciona um turbocompressor para um motor para assim elevar ao máximo sua eficiência e evitar futuros problemas. A potência que se deseja atingir possibilita as locomotivas velocidades, a cilindrada total do motor, rotação, eficiência volumétrica e as condições para o meio ambiente favorável, esses são parâmetros iniciais para escolha de um turbocompressor para uma locomotiva de modo geral (BARROS, 2003).

A máxima potência que um dado motor pode gerar é limitada pela quantidade de combustível que pode ser queimado eficientemente dentro do cilindro. Isso é limitado pela quantidade de ar que é introduzido no cilindro em cada ciclo se o ar admitido pelo motor for comprimido a uma densidade maior do que alcançada nas condições ambiente antes de entrar no cilindro a potência máxima num motor de mesmo tamanho será maior (HEYWOOD, 1988).

Com a inovação do conceito downsizing atualmente cada vez mais motores de combustão interna são equipados com esse dispositivo, o turbocompressor consiste de uma unidade central chamada Carcaça Central e Conjunto Rotativo, CCCR, do inglês, Central Housing and Rotating Assembly, CHRA, uma turbina, um compressor e o atuador. Tanto o rotor do compressor quanto o da turbina são montados e fixados em um eixo que os interliga, cujo sistema de rolamentos inclui dois rolamentos radiais e um rolamento axial. Os gases de exaustão expandem no rotor da turbina e gera energia cinética rotacional. A energia produzida na turbina aciona o rotor do compressor através de um eixo que os interliga e, portanto, comprime o ar admitido pelo motor (SHAFER, 2015).

Geralmente, os turboscompressores fabricados para aplicação em motores ciclo diesel são compostos em duas partes que são o turbo e o compressor de ar, instalados em lados distintos de um mesmo eixo (BELL, 1997). Os rotores do compressor e do turbo são entrelaçados por uma carcaça que direciona a vazão dos gases através das pás dos rotores durante o trabalho do motor diesel e, dessa forma, os gases de escape são direcionados para o turbocompressor (BRINA, 1988). Os gases transformam energia na forma de pressão, velocidade e temperatura geram a rotação do rotor da turbina e posteriormente geram rotação também ao rotor do compressor, e o resultado alcançado é uma ampliação na potência do motor em consequência do aumento da pressão do ar de admissão do motor diesel.

Um dos principais fatores que ocasionam danos no rotor compressor ocorre por meio do sistema de filtração do ar, esse sistema é composto pela caixa e filtro do ar, mangotes, abraçadeiras. Caixas do ar danificadas ou com má vedação danificam o filtro do ar a ponto de permitir a passagem de partículas/pó para o intercooler, turbo e motor. As mangueiras e mangotes rasgados e/ou danificados também permitem a passagem de contaminantes para a admissão, outras causas que ocasionam a quebra precoce dos turboscompressores, são a não utilização de filtros de ar, limpeza, inadequada dos dutos de admissão e do intercooler, e filtros saturados. Os danos causados no rotor compressor podem desbalancear o conjunto, aumentar as folgas e tanto o rotor do compressor como o rotor da turbina podem passar a ter contato com as respectivas carcaças (MANUAL MAHLE, 2012).

O processo de combustão dos motores é uma reação química de oxidação que se dá em altas temperaturas. Nos motores dieséis em geral o processo de combustão oxida vários dos componentes que existem no interior do conjunto de força. O combustível principal é derivado de petróleo, e na realidade uma mistura de hidrocarbonetos que contém

também outras misturas químicas, como enxofre, vanádio, sódio, potássio etc. Por outro lado, o ar utilizado como comburente, é uma mistura de gases 51 diversos. O oxigênio contido no ar é o que realmente interessa ao processo de combustão (MANUAL GEK, 2009).

Os demais gases, como o nitrogênio, ao se combinarem com alguns outros componentes do combustível, podem produzir compostos indesejáveis que são lançados na atmosfera, misturando-se ao ar que respiramos. As organizações internacionais, como a EPA, nos Estados Unidos, o CONAMA, no Brasil e outras entidades, vem estabelecendo padrões para controle dos níveis de emissões desses poluentes e levando em consideração os milhões de motores que existem no planeta, emitindo milhões de toneladas desses produtos diariamente, observou-se que, claramente existem motivos para preocupações com relação a emissão de gases na atmosfera. Os motores a diesel produzidos atualmente necessitam atender a limites estabelecidos em normas internacionais, sendo esses limites, periodicamente, reduzidos a fim de obrigar os fabricantes a desenvolverem motores capazes de produzirem potência com o máximo aproveitamento do combustível e o mínimo de emissões (MARTINELLI, 2012).

O rendimento máximo dos motores de ciclo Diesel é de aproximadamente 35% o que significa que 65% da energia são dissipadas pela radiação direta, nos gases de escape e pelo sistema de refrigeração. Para evitar uma sobrecarga térmica, devido à temperatura elevada dos componentes em torno da câmara de combustão (camisa do cilindro, cabeçote, válvulas, bloco do motor e em alguns casos, os pistões), o motor deve ser refrigerado intensivamente. Nos motores arrefecidos por água, o bloco e o cabeçote do motor apresentam cavidades por onde circula o líquido de arrefecimento (ELETRO MOTIVE, 2012).

O deslocamento do líquido através dessas cavidades é feito pela bomba de transferência ou bomba da água e como o sistema é constituído por um circuito fechado, a bomba força o líquido a passar pelas cavidades internas do bloco, cabeçote e pelo radiador, onde troca calor com o meio externo. Como o líquido de arrefecimento é constituído de uma parte de água e outra de anticongelante e antioxidante, ele tem um calor específico elevado e fornece uma eficiente transferência térmica entre os materiais e o meio externo através do radiador de calor. O fluxo de ar que passa através das aletas do radiador de calor é forçado por um ventilador ou pelo movimento da locomotiva. A temperatura do líquido de arrefecimento é regulada por uma válvula termostática que aumenta ou diminui o fluxo no radiador, conforme necessário (ELETRO MOTIVE, 2012).

De acordo com Heywood (1988), quanto maior for à queima de combustível, mais calor será gerado e pode-se constatar um aumento relevante da temperatura no interior do cilindro. Maiores temperaturas proporcionam energia suficiente para que ocorram os mecanismos de reações químicas, originando assim maiores formações de NO_x (Óxido Nitroso). A formação do óxido nítrico (NO) se dá ao longo da faixa de alta-temperatura de gases queimados atrás da chama, através de reações químicas que envolvem nitrogênio, átomos de oxigênio e moléculas que não atingiram equilíbrio químico.

Eles utilizaram um modelo multidimensional considerando a vazão do ar e jatos de combustível e a combustão. Nesse estudo eles usaram vários níveis de redemoinhos e dois desenhos diferentes de câmara de combustão. Eles chegaram à conclusão de que existe um estado de redemoinho excelente para cada desenho de câmara de combustão, consequência de um cálculo entre a área da superfície do jato, a percentual de mistura entre o ar e o combustível e a qualidade do preenchimento do ar dentro da câmara de combustão (MCCRACKEN; ABRAHAM, 2001).

Motores atuais desenvolvidos a partir de um conceito downsizing utilizam os turbo-compressores para recuperação da potência perdida pela redução do volume deslocado.



Experimentos com motores downsizing apresentam reduções no consumo de combustível entre 15 a 18%, reduções também nas emissões de hidrocarbonetos óxidos de nitrogênio, cerca de 20% e 12% respectivamente. Níveis de eficiência de conversão de combustível atingidos por esses motores ultrapassam valores de 40% (FRASER, 2009).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas dos motores passaram por várias modificações desde sua invenção no século XVIII. Essas adequações vêm sendo implantadas conforme necessidades ou problemas identificados. A constante procura por turbocompressores com baixo consumo tem aumentado ao decorrer dos anos. Por outro lado, as restrições de emissões de CO₂ também vêm aumentando, mas neste caso sempre para valores mais baixos. O escapamento foi projetado com o intuito de liberar os gases gerados na queima do combustível e posteriormente foi sendo aprimorado para melhor desempenho dos motores.

O turbocompressor continua a dominar o mercado cada vez mais devido sua tecnologia de redução de emissões de gases. As tecnologias dos turbocompressores vão continuar a desenvolver-se para níveis ainda melhores. Os modelos tradicionais de descarga e de sistema de admissão tinham como únicas funcionalidades, transferir o resultado da combustão para o meio externo e fornecimento de ar para a mistura ar/combustível, porém esses sistemas vêm adquirindo novas utilidades com o passar do tempo como: reduzir o nível do ruído, controlar a contrapressão dos gases e também a redução do consumo de combustível a contrapressão dos gases e também a redução do consumo de combustível.

Dessa forma podemos concluir que o sistema de admissão de ar e o sistema de exaustão são primordiais para um bom desempenho dos motores a diesel e que são essenciais para o funcionamento do sistema. E por esses motivos devemos monitorar e fazer as manutenções preventivas como a substituição dos filtros de ar periodicamente prevenindo a entrada de impurezas no sistema de ar, fazer o reaperto das tubulações da descarga e substituindo as juntas de vedação preventivamente visando assim uma boa vedação do sistema de escapamento.

Dessa forma iremos evitar eventuais quebras precoces desses componentes, pois a alta temperatura dos gases de exaustão descontrolada pode ocasionar a um sistema de combustão a quebra do turbocompressor e dos seus acessórios, já no sistema de admissão caso haja uma falha no sistema pode-se levar a quebra interna dos componentes do motor diesel, peças estas que se forem feitas suas manutenções preventivas, podem ter uma vida útil prolongada por anos, havendo menos quebra de componentes e um custo menor para o sistema ferroviário com manutenções corretivas. Além da diminuição das emissões de gases poluentes e da diminuição do consumo de combustível, que estão associados diretamente a esses componentes.

Notou-se que todos os objetivos foram devidamente mencionados e atingidos no decorrer do presente trabalho, além de ter sido solucionada a pergunta norteadora da pesquisa. Dessa forma, considera-se para trabalhos futuros, sobre a influência do turbocompressor para o bom desempenho das locomotivas.

Referências

BARROS, J. E. M. **Estudo de Motores de Combustão Interna Aplicando Análise Orientada a Objetos**. 2003. 237 (Doutorado). Departamento de Engenharia Mecânica, UFMG, Belo Horizonte.

BELL, C. **Maximum boost: designing, testing and installing turbocharger systems.** Bentley publishers, automotive books and manuals Cambridge, MA, USA. 1997.

BORBA, José L. **Estrutura das locomotivas diesel-elétricas – Motor diesel ferroviário.** Curitiba: UNIALL – Universidade Corporativa América Latina Logística, 2009. – Vol. III.

BORBA, José L. Material de Tração. Belo Horizonte: IEC – **Instituto de Educação Continuada** – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2007.

BRINA, H. L. “**Estradas de ferro**”. 2ª Edição, 1988

BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna.** MAUÁ. São Paulo, Brasil. 2012. Volume 1 e 2.

COSTA, Yoge Jeronimo Ramos da et al. **Análise energética e exergética de um motor de combustão interna operando com mistura de diesel e gás natural.** 2007.

ELETRO MOTIVE. **Sistemas mecânicos da SD80ACE,** 2012.

FRASER, N. Challenges for Increased Efficiency through Gasoline Engine Downsizing. **SAE Int. J. Engines,** v. 2, n. 1, p. 991-1008, 2009.

GE TRANSPORTATION. **Motor diesel.** 7FDL16, 2010.

HEYWOOD, J. B. **Internal Combustion Engine Fundamentals.** First Edition. USA: McGraw-Hill, Inc, 1988. 930.

MARTINS, J. **Motores de combustão interna.** LTC. São Paulo, Brasil. 2006, 2ª Edição.

MANUAL GEK. **Sistema de ar da combustão,** 2008.

MCCRACKEN, M. E. e ABRAHAM J. Interações de turbilhão-spray em um motor diesel, documento SAE nº 2001-01-0996, Purdue University, Detroit, 2001.

SHAFER, H. N. **Rotordynamics of Automotive Turbochargers.** Second Edition. Ludwigsburg, Germany: Springer Tracts in Mechanical Engineering, 2015. 367.



36

MANUTENÇÃO PREDITIVA EM MOTORES AUTOMOTIVOS *PREDICTIVE MAINTENANCE IN AUTOMOTIVE ENGINES*

Pablo Araújo Rabelo
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Dentre os três tipos de manutenção para automóveis, cita-se a corretiva, preventiva e preditiva. Cada uma destas com sua relevância e função. A manutenção preditiva é considerada uma das mais utilizadas no âmbito da mecânica, visto que ela consegue identificar por meio de avaliações específicas os serviços a serem realizados futuramente em motores e demais equipamentos. Dessa forma, o estudo abordou a manutenção preditiva em motores automotivos, por ser uma das manutenções mais relevantes, tendo em vista que se trata de uma manutenção que prevê a ocorrência de possíveis problemas, ou seja, faz previamente a correção de problemas que possam vir a surgir no decorrer do uso de um determinado equipamento, tendo como pilar a observação, funcionamento e monitoramento de uma máquina ou equipamento. Dessa forma o objetivo do estudo foi compreender através da revisão de literatura a importância da manutenção preditiva em motores automotivos. Para desenvolver o estudo, optou-se pela realização de uma revisão bibliográfica. Os resultados do estudo mostraram que a manutenção preditiva é essencial, pois esta assegura o bom funcionamento do motor, evita que maiores danos possam ocorrer, proporcionando melhor desempenho e aumento da vida útil do motor.

Palavras-chave: Manutenção Preditiva, Motores, Automotivos.

Abstract

Among the three types of maintenance for automobiles are corrective, preventive, and predictive. Each of these has its own relevance and function. The predictive maintenance is considered one of the most used in the mechanical field, since it can identify through specific evaluations the services to be performed in the future in engines and other equipment. Thus, the study addressed the predictive maintenance in automotive engines, as it is one of the most relevant maintenance, considering that it is a maintenance that predicts the occurrence of possible problems, i.e., it previously corrects problems that may arise during the use of a particular equipment, based on the observation, operation and monitoring of a machine or equipment. Thus, the objective of the study was to understand through literature review the importance of predictive maintenance in automotive engines. To develop the study, a literature review was chosen. The results of the study showed that predictive maintenance is essential because it ensures the proper functioning of the engine, prevents further damage from occurring, providing better performance and increased engine life.

Keywords: Predictive Maintenance, Automotive, Engines.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as grandes empresas de automóveis fabricam veículos modernos, de última geração. É de conhecimento geral, que todo equipamento, em especial motores, necessitam de manutenção para o prolongamento de sua vida útil e melhor desempenho de suas funções.

Sabe-se que, existem vários tipos de manutenção para automóveis, dentre estas a corretiva, preventiva e preditiva. Cada uma destas com sua relevância e função. A manutenção preditiva é considerada uma das mais utilizadas no âmbito da mecânica, visto que ela consegue identificar por meio de avaliações específicas os serviços a serem realizados futuramente em motores e demais equipamentos.

Assim sendo, a realização da manutenção preditiva é capaz de evitar inúmeros problemas, dentre estes a parada inesperada do ônibus e conseqüentemente do motor, por conta de problemas existentes e conseqüentemente prejuízos inerentes ao seu desempenho devido a falta de funcionamento e adequando.

Nesse contexto, o estudo teve o problema: Qual a contribuição da manutenção preditiva no desempenho de motores automotivos?

O desenvolvimento do presente estudo ocorreu devido os estágios vivenciados em campo, bem como um interesse pessoal em entender como as manutenções preditivas podem colaborar para o aumento da vida útil e desempenho do motor automotivo. Há de se reconhecer que a manutenção preditiva quando realizada em tempo hábil e adequadamente pode contribuir para desperdício de materiais e redução de gastos desnecessários como motores automotivos.

Dessa forma, torna-se relevante desenvolver um estudo que aponte como a manutenção preditiva pode contribuir para que o motor automotivo possa desempenhar suas funções dentro do esperado.

Assim, o objetivo geral do estudo foi compreender através da revisão de literatura a importância da manutenção preditiva em motores automotivos. Para melhor delineamento do estudo os objetivos específicos foram pautados em compreender a manutenção preditiva, entender as finalidades da manutenção preditiva e apontar os benefícios da manutenção preditiva em motores automotivos.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolver a pesquisa foi a revisão bibliográfica com busca realizada na base de dados do Google Acadêmico e repositórios virtuais de Engenharia Mecânica. A busca foi realizada com auxílio das seguintes palavras-chaves: manutenção, preditiva, automóveis. Foram selecionados artigos, jornais e revistas que correspondam ao título manutenção preditiva em automóveis. Portanto, foram excluídos arquivos que não respondiam aos objetivos da pesquisa. Os artigos selecionados para os resultados dos estudos foram de 2017 a 2022.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conceitualmente, a manutenção se refere a manter uma determinada máquina em

funcionamento, conservação, restabelecendo seus padrões e funções. As manutenções podem ser de diversos tipos, e dentre estas se encontra a manutenção preventiva, corretiva e preditiva, sendo estas as mais comuns (ALMEIDA, 2017).

A manutenção preventiva, ocorre em diversos aspectos e regiões e geralmente é utilizada para prevenir e detectar problemas antes que estes ocorram, e tem como finalidade reduzir o aparecimento de falhas. Geralmente as manutenções preventivas ocorrem conforme o calendário de cada instituição (COSTA, 2017).

A manutenção corretiva ocorre para corrigir um problema já existente, que é detectado, tem a finalidade de trocar peças ou outros itens, dependendo de onde ocorre a manutenção corretiva. Além disso, cabe ressaltar, que ela não é programada e é realizada sempre que surge um problema (MORO, 2017).

A manutenção preditiva se refere comumente conhecida como condicionada e que não sistemática, ocorre como o próprio nome diz preditivamente, prevê a ocorrência de possíveis problemas, ou seja, faz previamente a correção de problemas que possam vir a surgir no decorrer do uso de um determinado equipamento. É um tipo de manutenção que tem como base observar o funcionamento e monitorá-lo, sendo possível transformar as falhas que possam vir a ocorrer, bem como os problemas que possam vir a aparecer (MUNIZ, 2017).

Assim, a manutenção preditiva nos últimos tempos vem sendo muito utilizada em diversos setores para detectar possíveis falhas e evitar que muitos problemas possam ocorrer. Consiste em uma das manutenções mais importantes no mercado, justamente por suas possibilidades e técnicas existentes, que levam a uma redução econômica considerável quando comparada a outros tipos de manutenção que existem no mercado brasileiro e que conseqüentemente acabam interferindo em gastos maiores (ALMEIDA, 2017).

Sendo assim, a manutenção preditiva é considerada por muitos estudiosos um processo cíclico que tem a finalidade de controlar e monitorar. Ela reduz e impede que possam ocorrer diversos tipos de problemas que ao longo da vida útil de diversos tipos de equipamentos podem apresentar falhas e problemas que podem interferir em seu adequado desempenho (LEITÃO, 2017).

Sua relevância tem levado muitas a empresas a adotarem ela tendo em vista que ele passa confiança em seus processos e técnicas além de proporcionar uma operacionalização que deixa os equipamentos sempre próximo de suas condições e funcionamentos originais. Nesse sentido, a mesma ao ser utilizada em diversos setores em que se faz presente, consegue assegurar uma maior eficácia, segurança e controle de suas operações (MORO, 2017).

A manutenção preditiva é importante tendo em vista que os equipamentos possuem um tempo de vida útil e que uma das maiores preocupações dos empresários, bem como donos de equipamentos e automóveis é manter seu equipamento em pleno funcionamento. E sendo assim, prevenir antecipadamente que problemas possam ocorrer é relevante em diversos aspectos (FERREIRA, 2015).

Não somente a manutenção preditiva se faz relevante, como as demais, pois cada umas das manutenções que existem apresentam funções específicas e podem ser realizadas em equipamentos, automóveis, máquinas de grande e pequeno porte, mas todas apresentam um objetivo em comum que é o de manter os equipamentos em funcionamento (LEITÃO, 2017).

Há de se reconhecer que muitas dessas manutenções quando realizadas conseguem restabelecer a vida útil do equipamento, desde que realizadas em tempo hábil, mas infe-

lizmente outras não, tal como a corretiva que somente corrige os problemas que ocorrem a priori com os equipamentos, não assegurando que eles possam funcionar com o mesmo desempenho (COSTA, 2017).

As finalidades da manutenção preditiva são inúmeras. A primeira destas é a redução com os custos de manutenção, pois sabe-se que eles são caros e onerosos, em especial quando se trata de automóveis. Assim, ela pode reduzir consideravelmente os gastos de empresários com manutenções desnecessárias, pois ao realizar a mesma, ocorre uma economia (OLIVEIRA, 2017).

A segunda finalidade se refere a redução de falhas nas máquinas, um dos principais problemas que levam ao aparecimento de realização de manutenção em ônibus, reduzir problemas que surgem em horas inesperadas, que na maioria das vezes os responsáveis se encontram despreparados para arcar com os prejuízos.

A outra finalidade é a redução de estoque e sobressalentes que se refere a diminuição de aquisição de peças que não serão utilizadas de imediato, resultando, portanto, em mais uma economia para os empresários (FERREIRA, 2017).

Além disso, outra finalidade importante diz respeito a redução de horas extras para manutenção, benefícios que se referem tanto para quem realiza a manutenção, como para o equipamento que fica por horas e dias parado sem movimento, gerando prejuízos econômicos que podem ser irreversíveis, principalmente quando se trata de meios de transportes que são essenciais para a sociedade e que conseqüentemente são considerados uma das maiores atividades econômicas do país (LEITÃO, 2017).

A redução do tempo de parada dos automóveis também pode levar não somente aos prejuízos econômicos, bem como a outros possíveis problemas relacionados aos equipamentos que se encontram parados, tais como acúmulo de resíduos, perda de lubrificação, dentre outros (MUNIZ, 2017).

Uma outra finalidade se refere ao tempo de vida útil do equipamento, sendo considerado um dos mais importantes, tendo em vista que as manutenções de quaisquer espécies prolongam a vida do equipamento, isto desde que estas sejam realizadas periodicamente e de forma correta (COSTA, 2017).

Outras finalidades são aumento da produtividade e dos lucros, ambos se complementam, tendo em vista que se ocorre produtividade é porque determinados equipamentos se encontram em pleno funcionamento, além disso, a produtividade é o principal fator que leva a lucratividade, portanto, se existe produção conseqüentemente haverá lucratividade (LEITÃO, 2017).

Em ambas as finalidades se percebe que geram economia para os responsáveis dos automóveis. Assim, realizar as manutenções preditivas se torna cada vez mais comum em diversos âmbitos, justamente por contribuírem com uma economia significativa em relação aos custos (OLIVEIRA, 2017).

Na manutenção preditiva existem diversos tipos de técnicas que são utilizadas para que a mesma ocorra, técnicas estas, que auxiliam na detecção de falhas e intercorrências que possam vir a ocorrer em um determinado tipo de equipamentos, muitas destas detectam falhas que passam de forma despercebida (FERREIRA, 2015).

Sendo assim, a manutenção preditiva conta com técnicas importantes e dentre estas se encontram a análise de vibração; ultrassom; inspeção visual e as técnicas de análise não destrutivas, cada uma utilizada conforme suas especificidades na manutenção preditiva (BERNARDES, 2014).

A Análise de vibração é considerada uma das técnicas mais completas para o diagnóstico de problemas mecânicos, sendo obrigatória nas manutenções preditivas, pois identifica a causa do problema desde sua origem. A figura 3 mostra a técnica de vibração (LEITÃO, 2016).

A Termografia se refere a uma técnica que possibilita verificar a olho nu radiações infravermelhas com a irradiação de corpos acima de zero. Consiste em uma técnica que identifica as possíveis alterações de temperatura, resultando em uma imagem térmica. (OLIVEIRA, 2015).

A técnica de termografia é muito utilizada em situações de aumento de temperatura, colabora com a manutenção preditiva evitando uma série de riscos que podem colocar o equipamento em parada e danos de peças. Além disso, se refere a uma técnica que permite que sejam identificadas falhas específicas à temperatura do veículo ou máquina (COSTA, 2014).

A análise de óleo é uma outra técnica utilizada na manutenção preditiva, analisa especificamente a lubrificação dos equipamentos, seu uso deve ser específico nas rotinas de manutenção preditiva, e deve objetivar colher informações acerca das condições dos equipamentos e em conformidade com a situação do lubrificante. A figura 5 mostra a técnica de análise do óleo (LEITÃO, 2016).

A análise do óleo na manutenção preditiva também é considerada uma das mais importantes pois detecta a qualidade do óleo, resíduos que possam existir e conseqüentemente levar os equipamentos a apresentar problemas se não trocados em tempo hábil, pois sabe-se que lubrificantes quando deixam de entrar em funcionamento podem levar as peças a entrar em atrito (COSTA, 2014).

Para Santos (2017, p.25):

Todas as técnicas de manutenção preditiva são importantes, mas a do óleo em especial é uma das essenciais, tendo em vista que sua finalidade é evitar o trancamento do motor, que as peças sejam lubrificadas e que não ocorram atritos entre estas e que conseqüentemente levam ao desgaste das mesmas. Assim, o referido autor destaca que é relevante que o óleo seja trocado no período correto, pois a proporção que o mesmo é utilizado, ele vai perdendo sua viscosidade e conseqüentemente perde a potencialidade de lubrificação das peças.

A Ultrassom se refere a uma outra técnica muito utilizada na manutenção preditiva, ela tem a finalidade de detectar intercorrências como vazamentos, analisando as suas frequências por meio de ondas sonoras que são audíveis ao ouvido do ser humano, além de detectar falhas que são invisíveis a visão. A figura 6 mostra a técnica de ultrassom (BATISTA, 2017).

A técnica de ultrassom, geralmente tem a finalidade de detectar problemas inerentes a vazamentos e compressão de ar, condições de lubrificação, rolamentos e engrenagens, além de problemas elétricos e ruídos que tem como causa efeito corona. Além disso, se refere a uma técnica que pode ser aplicada de diversas formas, devendo ser manuseado adequadamente (PETRILLI, 2015).

Diante do que foi exposto, ambas as técnicas são importantes para detecção de problemas que se referem a manutenção preditiva, visto que cada uma das técnicas descritas apresenta contribuição específica para a realização da manutenção preditiva. Em tempo, ressalta-se que sem as respectivas técnicas torna-se impossível realizar a manutenção pre-

ditiva, pois ela carece das técnicas para sua realização (LEITÃO, 2014).

No estudo realizado por Campos (2018) a manutenção preditiva é uma via para que os motores automotivos mantenham seu padrão de funcionamento e conseqüentemente os automóveis possam apresentar melhor desempenho ao longo de sua vida útil. Ela não somente promove o adequado funcionamento do veículo, como também evita gastos desnecessários.

Os resultados do estudo de Silva (2019) mostram que a manutenção preditiva tem papel fundamental para assegurar que o motor funcione adequadamente assim como seus demais processos. Ele visa prever antecipadamente as falhas sinalizando o momento certo para realizar as manutenções.

Em pesquisa realizada por Coutinho, Leão e Paulo (2021) os resultados evidenciam que a análise do óleo é também muito importante na manutenção preditiva, pois permite identificar contaminantes, fluidos, além disso monitorar o estado real do equipamento.

Sendo assim, observa-se que as manutenções em motores automotivos são essenciais, e não se referem somente a troca de peças, mas a limpeza do motor. Em complemento ressalta-se que manutenção preditiva por seus inúmeros benefícios, consegue manter uma linha segura para combater possíveis imprevistos. As vantagens oferecidas por esse tipo de manutenção englobam a redução dos gastos com trocas de peças por problemas inesperados, bem como com mão de obra, evita prejuízo com a parada do automóvel que interfere principalmente na produção, promove uma economia significativa com reparos onerosos, dentre outras vantagens.

Comparado aos presentes estudos, ressalta-se o estudo de Monteiro (2022) que confirma que a manutenção preditiva em motores automotivos pode ser benéfica, tendo em vista que aumenta a vida útil do equipamento e reduz gastos futuros com peças, já que se trata de um tipo de manutenção que pode indicar problemas futuros que possam surgir.

De acordo com achados do estudo de Teixeira (2022) a manutenção preditiva é considerada uma das mais eficazes quando comparada às manutenções corretiva e preventiva, pois a mesma prediz através de planejamentos e cronogramas quando determinados tipos de peças podem ser trocados. Para quem faz uso de motores automotivos está se torna uma das mais importantes em decorrência de suas vantagens.

Sendo assim, é importante destacar o estudo de Moura (2022) que destaca que as vantagens da manutenção preditiva influenciam de forma considerada na redução de gastos. Sendo assim, o gráfico 1 refere sobre as principais vantagens da manutenção preditiva.



Gráfico 01 – Principais vantagens da manutenção preditiva

Fonte: Moura (2022)

O gráfico 1 mostra que dentre as principais vantagens da manutenção preditiva conforme estudo realizado por Moura (2022) destaca-se 40% redução de custos, 30% aumento de vida útil do equipamento, 20% redução de danos ao equipamento e 10% realização de manutenção em tempo hábil.

rente ao que foi exposto, deve ser levado em consideração que as manutenções preditivas somente têm a contribuir com motores automotivos e outros equipamentos na qual se adota esse tipo de manutenção, tendo em vista seus inúmeros benéficos quando a mesma é realizada corretamente e em tempo hábil.

3. CONCLUSÃO

Ao final do presente estudo concluiu-se que, as manutenções preditivas em motores automotivos contribuem de forma significativa para que menores prejuízos sejam causados aos motores, assim como gastos desnecessários. Dessa forma, é relevante que as manutenções se realizem em tempo hábil e sigam um cronograma, com a finalidade de manter o bom funcionamento dos motores automotivos e conseqüentemente aumentar seu tempo de vida útil.

Os resultados dos estudos encontrados demonstram que esse tipo de manutenção está dentre as mais eficazes, visto que ela de forma antecipada detecta através de seus métodos problema que futuramente possam vir ocorrer com o equipamento. Assim a realização da manutenção preditiva é capaz de evitar a parada inesperada do motor, por conta de problemas existentes e conseqüentemente prejuízos inerentes ao seu desempenho devido à falta de funcionamento adequado. As manutenções realizadas em quaisquer tipos de motores de veículos são sempre de grande valia, pois proporcionam inúmeros benefícios para que os motores tenham um bom desempenho em suas funções, visto que precocemente poderão ser detectadas todas as alterações de seus componentes. Sugere-se que novas pesquisas possam ser feitas ainda sobre o tema com novos desdobramentos para que estudantes e profissionais possam estar sempre atualizados com novas informações.

Referências

- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfrpr.edu.br/jspui/handle/1/11777>. Acesso em: 28 de set. 2020.
- BATISTA, J.J. **Manutenção preditiva e sua importância para funcionamento dos motores**. Santa Catarina. UFSC, 2017.
- BERNARDES, C.A. **Importância da manutenção preditiva e preventiva em motores de combustão interna**. Maranhão. IFMA, 2017.
- CAMPOS, F.A.R. **Manutenção preditiva de lubrificantes em motores de combustão interna para aplicações leves**. 2018. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21709>. Acesso: 06 out. 2022.
- CORREA, A.N. **Manutenção de motores e lubrificantes**. Campinas. Anhanguera, 2017.
- COSTA, A.P.G. **Técnicas de manutenção preditiva para motores de ônibus**. Fortaleza. UNIFOR, 2017.
- COUTINHO, J.L.; LEÃO, L.; PAULO, M.J. **Aplicação de Ferramentas da Manutenção Preditiva na Análise de Óleos Lubrificantes**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18862/1/Artigo-Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ferramentas%20da%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20Preditiva%20na%20An%C3%A1lise%20de%20%C3%93leos%20Lubrificantes.pdf>. Acesso em: 05 out. 2022.
- FERNANDES, F. R., **Ensaio com Amostras de Óleos Lubrificantes, como Ferramenta Auxiliar no Desenvolvimento de Novos Motores de Combustão Interna: Revisão Sistemática da Literatura**. Monografia — Especialização em Engenharia Automotiva. Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 2017.
- FERREIRA, F.T. **Análise de óleo lubrificante**. Artigo. São Paulo. Anhanguera, 2015.
- LEITÃO, J.G. **Importância da Manutenção Preditiva em Máquinas Industriais**. Artigo. IFMA. São Luís, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18853/1/Estudo%20da%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20Industrial%20com%20Base%20na%20Gest%C3%A3o%20de%20Processos%20.pdf>. Acesso em: 23/11/2022.
- MONTEIRO, C.O.D. Importância da manutenção preditiva no bom desempenho dos automóveis. **Revista de Engenharia da UFSC**. Vol. 2, n 4. Santa Catarina, 2022.a
- MORO, N. A. P. **Introdução à Gestão da Manutenção**. Apostila. Florianópolis: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina. Santa Catarina, 2016. Disponível em: www.passeidireto.com/arquivo/4025955/manutencao. Acesso em: 26 de setembro de 2021 às 15:40.
- MUNIZ, M.S. **Manutenção Preditiva: máquinas de pequeno e grande porte**. Artigo. Maranhão. IFMA, 2017. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/2315>. Acesso em: 23/11/2022.
- PETRILLI, E. L. **Manutenção Preditiva em automóveis de grande porte**. Apostila. Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial. Tatuí, 2017.
- SANTOS, M.L. **Avaliação da longevidade de máquinas de uma indústria de cimento submetidas a manutenção preditiva**. IFMA. Santa Inês, 2017.
- SILVA, C.J.A. **Manutenção preditiva com tecnologia iot através de sensores de vibração em motores de indução**. unifacvest. Lages, 2019. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/0a046-silva,-c.-j.-a.-manutencao-preditiva-com-tecnologia-iot-atraves-de-sensores-de-vibracao-em-motores-de-inducao.-tcc,-2019..pdf>. Acesso: 05 out. 2022.
- MOURA, D. Contribuição da manutenção preditiva em motores automotivos de ônibus. **Revista de Engenharia e Manutenção de Máquinas**, vol. 2, n 1. São Paulo, 2022.
- OLIVEIRA, I.C. Manutenções preditivas em meios de transporte. **Revista de Mecânica do Instituto Federal do Rio de Janeiro**. Vol12, n3, p. 34-40. Rio de Janeiro, 2017.
- SANTOS, A.J. **Manutenção preditiva em equipamentos**. Artigo. Maranhão. IFMA, 2017.
- TEIXEIRA, F. L. **Manutenção preditiva: benefícios e suas aplicações**. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2022.
- XAVIER, P. S. **A necessidade da manutenção preditiva para vida útil do equipamento: conceitos e aspectos**. Santa Catarina. UFSC, 2017.

37

REDUTORES DE VELOCIDADE: IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DOS REDUTORES DE VELOCIDADE

*SPEED GEARBOXES: IMPORTANCE OF SPEED GEARBOX
MAINTENANCE*

Renan Santos de Sousa

Mirian Nunes de Carvalho

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Pablo Vinicius Costa Silva

Resumo

Este artigo estuda os Redutores de Velocidade, e também explica a importância da sua manutenção e como ela vem sendo implementada. Com o avanço da tecnologia e com o aumento da sua presença nas indústrias, as máquinas e equipamentos vêm tendo uma melhoria em funcionalidade e eficiência. Os redutores de velocidade não ficaram fora dessa e estão cada vez mais indispensáveis no mundo industrial. Podendo ser encontrados em vários tipos e funcionalidades, este dispositivo é principalmente formado por engrenagens de diversos modelos, têm características diferentes a cada modelo, alguns dos principais fatores são: alta resistência; tamanho compacto; baixo ruído; excelente rendimento; preço; entre outros. Estando muito presentes em esteiras, agitadores, guinchos, pontes rolantes, transportadores entre outros equipamentos, esse dispositivo mecânico, por realizar um grande esforço durante seu funcionamento, requer também uma manutenção preventiva minuciosa para que não ocorra nenhum tipo de falha que possa causar um atraso na produção.

Palavras-chave: Indústria, Eficiência, Rendimento, Mecânico.

Abstract

This article studies Speed Reducers, and also explains the importance of their maintenance and how it has been implemented. With the advancement of technology and the increase in its presence in industries, machines and equipment have improved in functionality and efficiency. Speed reducers were not left out of this and are increasingly indispensable in the industrial world. Can be found in various types and functionalities, this device is mainly formed by gears of different models, each model has different characteristics, some of the main factors are: high resistance; compact size; low noise; excellent yield; price; between others. Being very present in conveyor belts, agitators, winches, overhead cranes, conveyors and other equipment, this mechanical device, as it makes a great effort during its operation, also requires meticulous preventive maintenance so that no type of failure occurs that could cause a delay. in production.

Keywords: Industry, Efficiency, Performance, Mechanic.

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em força, potência ou torque de uma máquina, um especialista sabe que isso é derivado de um dispositivo chamado redutor de velocidade. Esses equipamentos começaram a ser desenvolvidos quando estavam precisando no mercado, de um elemento reduzisse a rotação e aumentasse a força.

A história dos redutores vem desde a época de Arquimedes e Leonardo da Vinci, onde as engrenagens já faziam parte da vida de ambos, ao decorrer dos anos elas foram sendo aperfeiçoadas e começaram a exercer um papel importante na indústria. Com a chegada da energia elétrica os motores elétricos apresentaram um problema, tinham um rendimento aceitável somente em rotações bem acima das necessárias nas máquinas acionadas.

A partir desse problema ouve a necessidade de um dispositivo, um intermediário mecânico capaz de transformar potência do motor para a velocidade pratica da máquina, esse dispositivo era o redutor de velocidade. Após criado e aperfeiçoado, o redutor começou a ser indispensável no mundo industrial, sendo um dispositivo utilizado em uma variedade de setores dentro da indústria, trazendo praticidade e melhora no desenvolvimento de várias maquinas, como exemplo: esteiras, guinchos, correias transportadoras e mais.

Tendo então um papel importante nessas máquinas, não seria necessário também ter uma manutenção rígida e específica? Quais os principais tipos de redutores e quais os problemas que podem ser evitados com a manutenção preventiva do mesmo?

Esse trabalho, tem o intuito de explicar o que é o redutor de velocidade, a sua importância, quais os principais tipos e em quais máquinas eles estão presentes, o valor da sua manutenção e como ela é feita.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho trata-se de um estudo referente a importância de um determinado equipamento mecânico chamado Redutor de Velocidade. Na pesquisa serão revisados artigos científicos, projetos, e outros trabalhos relacionados ao redutor, assim como dados específicos retirados das seguintes fontes: Estudo Da Universidade de Anhembí Morumbi, Wikipedia, Mundo da Mecânica, Indústria Hoje e Google Acadêmico. Consultando também diferentes documentos como: manuais, livros, artigos, revistas e trabalhos feitos no período de 2000 à 2021. As palavras chaves de busca utilizadas serão: Redutores de velocidade; engrenagens; manutenção; preventiva; corretiva; indústria. Buscando pesquisas feitas nas últimas décadas e escritas na língua portuguesa para serem analisadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os redutores de velocidade fazem parte de uma vasta quantidade de equipamentos. Atualmente, qualquer máquina que apresente uma potência elevada, sempre irá precisar de um mecanismo que reduza essa força, um bom exemplo são os carros, utilizando a transmissão para converter potência e velocidade em torque (GESSER, 2013).

Contudo a manutenção dos redutores não é complexa, o que torna a atividade mais simples, pois se tratando de um conjunto mecânico onde engrenagens trabalham sobre esforços contínuos, cuidados como lubrificação e análises periódicas são indispensáveis para o seu funcionamento adequado.

Um redutor de velocidade é um equipamento mecânico composto por rolamentos, eixos de entrada e saída, carcaça e engrenagens, tendo como principal função a redução da rotação de um acionador. De acordo com as leis da física quanto menor a rotação de entrada, maior será o torque de saída, um bom exemplo são os carros, utilizam um conjunto de engrenagens que podem ser cônicas ou cilíndricas, denominada transmissão (PAZOS, 2015).

Os redutores de velocidade também podem ser acionados por motores elétricos, turbinas a vapor, motores de combustão interna e motores hidráulicos, os motores elétricos são utilizados com mais frequência na indústria e na mineração, um exemplo claro é a sua aplicação nas esteiras transportadoras (ANDRADE, 2013).

Uma forma de entender seu funcionamento é que, à mesma proporção que se reduz a velocidade ou rotação, multiplica-se o torque, multiplicando a potência disponível em relação à oferecida pelo acionador. Dessa forma, o eixo de entrada recebe X de torque a N rotações por minuto e a redução é de 10 vezes, ou seja, o torque do eixo de saída será $10X$ e sua rotação $N/10$. (Figura 01)

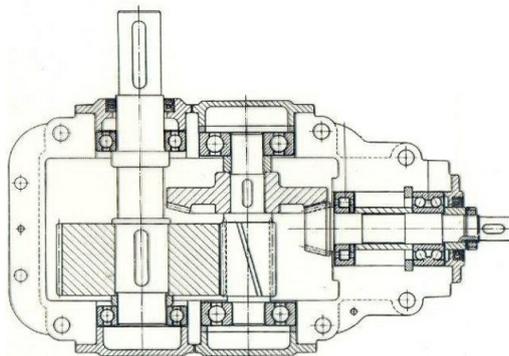


Figura 1 – Conjunto de Engrenagens

Fonte: Flickr (2017)

A parte fundamental de um redutor de velocidade são as engrenagens, constituídas por rodas ou cilindros dentados podendo ser cilíndricas de dentes retos, helicoidais, cônicas ou somente com uma coroa com parafuso sem fim, estão presentes em quase todos os sistemas que possam transmitir potência de um eixo a outro, aumentando ou reduzindo variáveis da transmissão, como por exemplo, a rotação, a velocidade angular e o torque (CABRAL, 2015).

Os tipos mais comuns de redutores de velocidade são os que funcionam por intermédio de engrenagens. Esse tipo é bastante utilizado na indústria automobilística, presentes nas caixas de marcha dos automóveis, também são usados em guinchos e em esteiras transportadoras (Figura 02).



Figura 2 – Guincho e uma esteira transportadora

Fonte: Indústria Hoje (2017)

Como todo equipamento mecânico, os redutores de velocidade sofrem desgastes devido à utilização contínua, condições de uso e às ações do tempo. Nesse contexto, a manutenção realizada pode ser tanto preventiva quanto corretiva.

A manutenção preventiva consiste em prevenir e evitar falhas graves, queda no desempenho e paralisações da máquina, dessa forma é possível estender a vida útil do redutor. Quando o equipamento apresenta falhas é necessário realizar a manutenção corretiva do redutor, tendo como objetivo restaurar o equipamento para que ele volte a funcionar.

Existem hoje no mercado, vários tipos de redutores. É mais comum encontrá-los pelo sistema de redução por engrenagem, que podem ser cônicas ou cilíndricas, de dentes retos ou helicoidais. Alguns são mais utilizados pelo menor custo, outros por maior qualidade. Alguns dos tipos são:

1. Rosca sem fim;
2. Variadores de velocidade;
3. Planetário;
4. Ortogonal;
5. Coaxial.

Os primeiros redutores não tinham muito rendimento, eram feitos de ferro fundido (até os dentes), os inevitáveis defeitos causavam desgaste prematuro e muito ruído. O mercado começou a ficar exigente por produtos mais duráveis, eficientes e silenciosos, em 1909 um engenheiro inventor suíço chamado Casper Wüst-Kuns desenvolveu a engrenagem espinha de peixe e uma máquina para confecção das mesmas, a Hobber. Seu mérito foi desenvolver uma máquina que oferecia velocidade precisão e economia, ou seja, tudo que o mercado queria (CABRAL, 2015).

Os redutores de velocidade podem ser aplicados em uma ampla quantidade de equipamentos como agitadores, britadores, moinhos e entre outros. Contudo a alguns aspectos que influênciam no seu funcionamento, tendo que ser analisados antes da escolha do redutor, os quais são:

- Tipo de máquina movida;
- Tipo de máquina motora;
- Potência efetiva requerida pela máquina movida;
- Rotação de entrada;

- Rotação de saída;
- Regime de trabalho;
- Relação de redução;
- Torque.

Trazendo o estudo para realidade em que nos encontramos, uma das atividades mais importantes no Brasil é a mineração. A extração de minérios e pedras preciosas ocorre em nosso país desde a colônia portuguesa. Porém com o decorrer dos anos, veio à necessidade de melhorar o processo de extração mineral, tornando-o automatizado com a presença de um novo maquinário, nesse contexto que o redutor de velocidade ganha destaque, pois as enormes máquinas necessárias para mover e processar materiais extraídos frequentemente apresentam desafios complexos:

- A planta precisa operar ininterruptamente;
- Os níveis de serviço são muito altos e exigentes;
- A manutenção preventiva precisa ser extremamente rápida para minimizar paralisações.

Com o propósito de aprimorar o a extração mineral, os redutores de velocidade assumiram um papel importante nesse processo, tendo como função, reduzir a velocidade e aumentar a força das máquinas nas quais são acoplados. Sendo eles utilizados em equipamentos de elevação, correia transportadoras, pontes rolantes, talhas, ou até mesmo nos automóveis que transportam os minérios extraídos.



Figura 3 – Redutor de Velocidade na Mina de Carajás

Fonte: Professor Roberto Deyna (2018)

Sendo este um dos dispositivos mais importantes dentro da indústria, é indispensável a sua manutenção preventiva, para que as produções ocorram sem interrupções demoradas e nem que seja necessária a troca do equipamento dentro do prazo de vida útil do mesmo.

A manutenção preventiva como já diz o nome, tem como objetivo prevenir falhas

ou paradas em variados tipos de equipamentos, sendo eles industriais, hidráulicos, automotivos etc. Esse tipo de manutenção está baseado em planos de monitoramento sobre determinada máquina ou equipamento, conseguindo evitar a manutenção corretiva, que vem com o intuito de consertar o que já foi danificado, sendo essas uma vantagem da preventiva.

Outra vantagem é o gasto empresarial baixo em relação a peças de manutenção dos seus equipamentos, dando assim uma maior durabilidade às peças e conseqüentemente às máquinas. Já uma desvantagem seria um erro na contratação de pessoal, que resultaria em maus planejamentos, erro nas trocas de peças, ou até mesmo falta de peças no estoque, sucumbindo então a ter um gasto maior do que na corretiva. A maioria das empresas utiliza esse tipo de manutenção, fazendo análises e planejando, evitando a paralisação nas suas linhas de produção.

Já sabendo o conceito da manutenção preventiva, vamos explicar como ela é feita nos redutores de velocidade. Sendo um dispositivo construído quase inteiramente por engrenagens, a montagem e a desmontagem das mesmas devem ser feitas com alguns cuidados, assim elas terão um aproveitamento e um desempenho melhor nos seus conjuntos mecânicos.

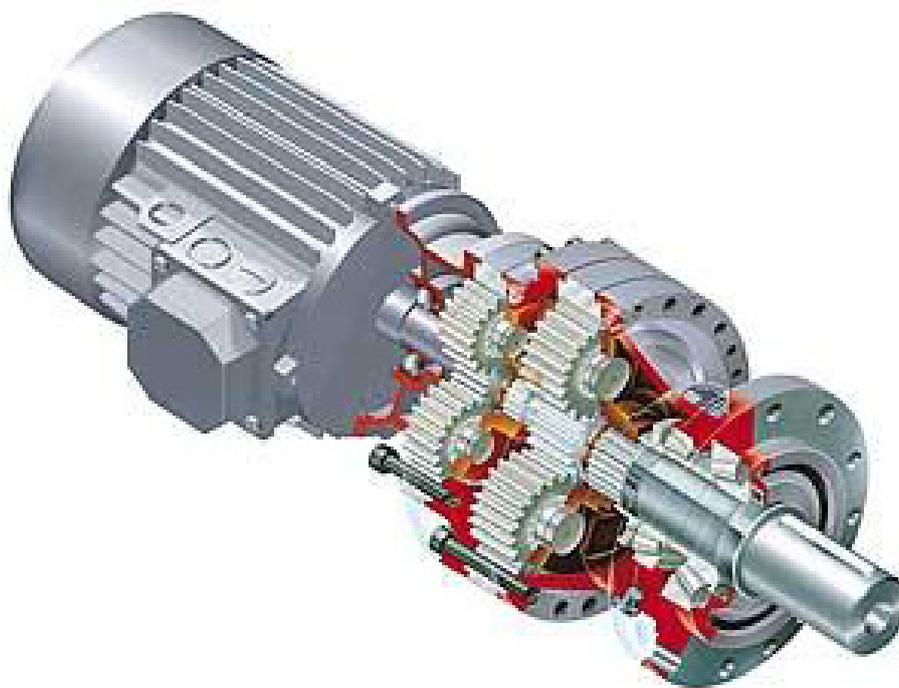


Figura 4 – Redutor de Velocidade do tipo Planetário

Fonte: Slide: Alan Sulato (2018)

Antes de começar a retirar as engrenagens dos conjuntos, temos que verificar como elas estão fixadas no eixo, se estão com ou sem interferência no eixo, devemos usar um saca polias ou uma prensa hidráulica para tirar as engrenagens dos eixos, nós não devemos nunca usar martelo para tirar as engrenagens, é melhor usar matérias mais macios, e quando o conjunto mecânico não tem catalogo ou manual, é preciso fazer marcações ou croquis, assim não há possibilidade de errar as posições das engrenagens (DARALI, 2012).

É de extrema relevância ressaltar que não se pode dar pancadas ou batidas nas engrenagens, pois isso pode danificar seus dentes e devemos fazer uma lubrificação no decorrer da sua montagem, porque elas só vão ser lubrificadas novamente depois de algum tempo trabalhando, também é necessário fazer um acompanhamento durante as

50 horas de trabalho, isso é para ver como o equipamento estar funcionando e como vai o amaciamento das novas engrenagens.

As engrenagens são elementos de máquinas muito importantes dentro de um simples relógio ou de um grande navio, elas formam um conjunto que trabalham unidos e quase sempre sem descanso, por esse motivo a manutenção das engrenagens é muito importante, assim como é importante a da manutenção dos redutores de velocidade. Para fazer a manutenção do redutor de velocidade e das engrenagens, deve-se desmontar o sistema pelo começando pelo eixo de rotação mais alta e terminando pelo eixo de rotação mais baixa, o eixo e o pinhão têm que ser substituídos sempre juntos, as corroas e os pinhões cônicos que são lapidados aos pares, também devem ser trocados juntos, é importante mediar as folgas entre os dentes das engrenagens que devem estar sempre corretas (CABRAL, 2015).

As engrenagens fazem um papel fundamental no funcionamento dos redutores de velocidade por isso exige alguns cuidados, como: evitar partidas bruscas e reversão de rotação sob carga; eliminar a possibilidade de trabalhar a seco fazendo o uso da lubrificação que deve ser feita corretamente, tendo que atingir cada superfície dos dentes da engrenagem; usar o óleo correto e evitar o excesso, que pode resultar em superaquecimento do equipamento.

De acordo com Gesser (2012), no que diz respeito as falhas mais comuns nas engrenagens, é importante salientar os principais defeitos:

- **Desgaste por interferência**

É causado quando as engrenagens estão com contatos inadequados, desta forma pode ocorrer o desgaste por interferência.

- **Desgaste abrasivo**

Se dá quando há resíduos entre suas faces de contatos.

- **Quebra por fadiga**

Geralmente começa com uma trinca do lado da carga próximo da base do dente.

- **Quebra por sobrecarga**

Resulta de sobrecargas estáticas, choques, problemas no tratamento térmico, penetração de resíduos entre os dentes e desalinhamento.

- **Desgaste por sobrecarga**

Há uma perda de material das engrenagens, ele acontece em velocidades baixas e em cargas muito altas.

- **Lascamento**

É quando os dentes soltam lascas por falhas abaixo da superfície, originadas durante o tratamento térmico.

- **Laminação ou cinlindramento**

É quando o perfil do dente se deforma por algum impacto, sobre carga pesada, sofrido pela engrenagem.

Observando as engrenagens, pode-se perceber alguns sintomas de defeito, como são simples e comuns do tempo de evitar uma manutenção corretiva e realizar uma manutenção preventiva, alguns dos sintomas são:

- **Uivo**

Acontece nas rotações altas, quando as engrenagens estão desalinhadas ou quando não há folgas suficientes entre elas.

- **Tinido**

Pode ser provocado por alguma saliência, por alguma batida ou resíduo nos dentes das engrenagens.

- **Matraqueamento**

Causada pela folga excessiva entre os dentes e pelo desalinhamento entre duas engrenagens.

- **Chiado**

Ocorre quando há dilatação térmica nos dos eixos, desta forma preenchendo as folgas nos mancais e nos encostos.

- **Limalha no óleo**

Se ela aparecer em pequenas quantidades nas primeiras 50 horas de serviço, pode ser amaciamento, mas depois disso continuar aparecendo limalha, pode ser o caso de uma engrenagem nova no meio das velhas ou algum de material inadequado usado na fabricação das engrenagens.

- **Superaquecimento**

Causado por sobrecarga, excesso de velocidade, defeito na refrigeração ou lubrificação, pouca folga entre os dentes ou desalinhamento.

- **Vibração**

Pode ser causada por empenamento dos eixos, falta de balanceamento dinâmico das engrenagens de alta rotação e desgaste desigual das engrenagens.

Relembrando um pouco sobre os objetivos do artigo apresentado, concluímos que mostramos de forma explicativa o funcionamento dos Redutores, apresentamos os principais tipos, como é sua construção, como é feita a sua manutenção e qual a sua importância, sabendo que é um equipamento que sempre será acoplado em alguma máquina, como esteiras transportadoras, guinchos, pontes rolantes, entre outros. Este dispositivo tende a ter um avanço tecnológico assim como o maquinário onde ele está presente, por isso torna-se indispensável no futuro das indústrias. OBS: Eventualmente, editamos nas coletâneas, uma apresentação dos autores, e fazemos pesquisas na Plataforma Lattes de cada autor, importante, manter o currículo atualizado e o resumo editado.

3. CONCLUSÃO

Vivemos em um mundo onde a industrialização cada vez mais vem se desenvolvendo, através da necessidade novos maquinários são criados e com o tempo ganham sua parcela de importância na história, os redutores de velocidade conseguiram atingir esse objetivo, adquirindo reconhecimento tanto na indústria quanto na mineração, fazendo com que desta forma sua manutenção receba a devida atenção.

Com o intuito de mostrar a funcionalidade, as áreas onde são utilizados e a importância da manutenção dos Redutores de Velocidade, concluímos de forma sucinta e explicativa, demonstramos o quão necessário é esse equipamento dentro da indústria. Sabemos que assim como qualquer outro dispositivo ele necessita de uma manutenção preventiva para preservação do funcionamento de outras máquinas.

Com o fim deste trabalho, visamos exemplificar e demonstrar o avanço das tecnologias que vêm sendo empregada nas indústrias, com base específica em redutores e motores, sabendo que são dispositivos indispensáveis no mundo industrial.

Referências

ELETROTECNICA SANTO AMARO. **Redutor de velocidade**. Disponível em <http://www.esaeletrotecnica.com.br/redutor-velocidade>. Acesso em: 03 abr. 2022.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI. **Redutores de velocidade**. Disponível em <https://www.docsity.com/pt/redutores-de-velocidade-apostilas-eletromecanica/331942/> Acesso em 3 abr. 2022.

MUNDO DA MECÂNICA. **Redutores de velocidade**. Disponível em <http://mundodamec.blogspot.com.br/2011/03/redutores-de-velocidade>. Acesso em: 05 abr. 2022.

FERRAZ, Samuel et. al. **Redutores de velocidade**. Disponível em <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Redutores-De-Velocidade/660268>. Acesso em: 15 abr. 2022.

INDÚSTRIA HOJE. **O que é um redutor de velocidade?**. Disponível em <http://www.industriahoje.com.br/redutor-velocidade>. Acesso em: 20 abr. 2022.

TELMAC. **Redutores de velocidade**. Disponível em <http://www.telmac.com.br/redutores-de-velocidade>. Acesso em: 20 abr. 2022.

38

A IMPORTÂNCIA E OS BENEFÍCIOS DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS

*THE IMPORTANCE AND BENEFITS OF MAINTENANCE
MANAGEMENT IN COMPANIES*

João Antônio Barros da Silva
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Thiago Santana de Oliveira

Resumo

A presente pesquisa apresentou uma revisão de literatura sobre a importância e os benefícios da gestão de manutenção nas empresas para entender quais os benefícios traz para a gestão de manutenção a utilização da ferramenta de qualidade. Com a globalização, houve um aumento na competitividade que já era intensa, com o crescimento do comércio internacional conduz as empresas a procurar mecanismo para sua sobrevivência. Estes mecanismos passam pela gestão de manutenção que tem como base a referência normativa. Para elaboração deste estudo, foi utilizada a pesquisa Bibliográfica como metodologia, viabilizando discussão sobre: Importância da Gestão de Manutenção para as Empresas, O que são Ferramentas de Qualidade e como utilizar Ferramentas de Qualidade. Assim os resultados da pesquisa evidenciam que gestão de manutenção é um aliado para que empresa se manter competitiva no mercado, por meio da utilização das ferramentas de qualidade, resultando na redução de custos sem a perda da qualidade.

Palavras-chave: Manutenção, Gestão, Ferramentas.

Abstract

The present research presented a literature review about the importance and benefits of maintenance management in companies to understand which benefits the use of the quality tool brings to maintenance management. With globalization, there was an increase in competitiveness, which was already intense, with the growth of international trade leading companies to seek mechanisms for survival. These mechanisms go through maintenance management, which is based on the normative reference. To elaborate this study, the bibliographical research was used as methodology, making it possible to discuss about: Importance of Maintenance Management for Companies, What are Quality Tools and how to use Quality Tools. Thus, the research results show that maintenance management is an ally to keep the company competitive in the market, through the use of quality tools, resulting in cost reduction without quality loss.

Keywords: Maintenance, Management, Tools.

1. INTRODUÇÃO

Com a primeira revolução industrial houve o surgimento das indústrias, e com isso a necessidade de realizar a manutenção na época, porém não tinha os equipamentos específicos. Entretanto, os operários da produção que realizavam a manutenção, pois não precisava de uma manutenção sistemática, era basicamente apenas lubrificação, reparação, limpeza, sendo fundamentalmente corretiva até os anos 30.

A gestão de manutenção é de extrema importância para as empresas, pois ela ajuda a se manter concorrente no mercado. Para que se tenha uma boa gestão é necessário o auxílio das ferramentas de qualidade, pois ela traz muitos benefícios na manutenção de controle de custos, na certificação, que a empresa faça todas as manutenções, reduzir o risco de acidente de trabalho, assim, garantir uma melhor organização do trabalho de forma mais adequada e eficiente.

As ferramentas de qualidade ajudam a gestão de manutenção na melhoria do bom funcionamento de uma empresa, para que se mantenha competitiva no mercado. Dessa forma, consegue trazer um produto mais barato e de qualidade para o consumidor.

Com o passar do tempo, o mercado ficou cada vez mais competitivo para uma empresa se manter no mercado. Portanto, é de grande importância investir em manutenção. Dessa forma, que benefícios traz para a gestão de manutenção o uso da ferramenta de qualidade?

Tendo em vista o objetivo geral de entender a importância das ferramentas de qualidade para a gestão de manutenção. Portanto, para alcançar esse objetivo geral, têm-se os objetivos específicos, discutir a importância da gestão de manutenção para as empresas e o que são ferramentas de qualidade. E por fim, abordar a utilização das ferramentas de qualidade na gestão de manutenção.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão bibliográfica, onde os objetos de pesquisas foram artigos científicos, monografias e dissertações, através de buscas nas seguintes ferramentas de pesquisas: “Google Acadêmico”, Scielo, Lilacs. O período dos trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chaves utilizadas na busca são: manutenção, gestão e ferramentas.

2.2 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a Gestão de Manutenção com ajuda da ferramenta de qualidade mostrou ser positivo para otimizar a produção das empresas tais com reduzir os custos, reduz imprevistos e aumento da qualidade. Os efeitos positivos observados foram consistentes e se mantiveram inalterados frente a diferentes procedimentos de controle, tais como importância da gestão de manutenção para as empresas, as ferramentas de qualidade e a utilização das qualidades na manutenção para melhorar a gestão de manutenção.



O conjunto de achados indicam que, nas circunstâncias e limitações definidas no presente estudo, a gestão de manutenção tem o potencial de beneficiar alguns dos sistemas organizacionais das empresas, sem apresentar alguns dos efeitos negativos, como a parada de produção ou gastos desnecessários.

Observa-se que para a indústria se mantenha competitiva no mercado é necessário reduzir custos sem perder qualidade, utilizando a gestão de manutenção como um do seu principal aliados. A manutenção deve ser encarada como uma parte ativa da organização participando da minimização dos custos e da garantia da qualidade dos produtos e serviços oferecidos (BELHOT; CARDOSO, 1994).

2.2.1 A Importância da Gestão de Manutenção para as Empresas

Com a competição Global da atualidade, a gestão de manutenção se tornou necessário. Ela é vista como um sistema fundamental na produção, como a necessidade contínua de produção onde tenta se reduzir o máximo ou até mesmo zerar o número de paradas (BELHOT; CARDOSO, 1994).

A manutenção como papel estratégico nas empresas com a responsabilidade de organizar e a disponibilidade dos ativos, por isso a manutenção deficiente garante a confiabilidade e qualidade do produto, mas quando mal gerenciado se torna uma grande folha de gasto e pode comprometer totalmente a produção.

Segundo Rodrigues (2008), a execução da manutenção tornou-se uma das principais atividades para a evolução e melhoria contínua das técnicas e dos métodos de controle da qualidade, de sua confiabilidade e da disponibilidade das indústrias e processos.

Existem diversos tipos de manutenção, porém existe as que são mais importantes: preventiva, corretiva, preditiva e a detectiva.

2.2.1.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva possui o objetivo de realizar a recuperação para as condições iniciais de uma determinada máquina ou equipamento, visa corrigir as falhas que possam existir, pois a manutenção é somente realizada após acontecimento de falha. A manutenção corretiva é separada em duas fases: A primeira é a corretiva não planejada, consiste em corrigir as falhas depois que acontece a parada inesperada, ou seja, ocorre a quebra primeiro do equipamento e depois corrigir.

Para Souza (2008), uma planta industrial que trabalhe somente sob base dos conceitos fundamentais da manutenção corretiva deve ser capaz de reagir o mais rápido possível a todas as possíveis falhas dos equipamentos no chão de fábrica.

A segunda é a manutenção corretiva planejada e possui um planejamento prévio, ela ocorre com ajuda do acompanhamento preditivo, ou seja, a empresa tem a rotina de inspeção, até mesmo uma falha relatada pelos operadores, quando uma empresa adota esse tipo de manutenção ela deve estar bem preparada para ocorrência de falha e um bom estoque.

2.2.1.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é utilizada para reduzir as falhas ou prevenir a diminuição de desempenho dos equipamentos, seguindo um planejamento com estabelecimento de tempo. Quando uma empresa adota esse tipo de manutenção ela sempre busca o impedimento de falha nos equipamentos, para manter o controle maior deles, para esse tipo de manutenção consiste em tarefa planejada, tais como: reforma, troca de peças e expressões.

De acordo com Souza (2008), a manutenção preventiva está subdividida em manutenções rotineiras, manutenções baseadas em inspeções de equipamentos (manutenção preditiva) e manutenção baseada em confiabilidade.

2.2.1.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva conhecida como manutenção preventiva, baseados em condição, busca encontrar a raiz dos problemas nas máquinas ou equipamento, antes de virar um problema em potencial.

Manutenção preditiva são as manutenções que permitem garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir a um mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

2.2.2 O que são Ferramentas de Qualidade?

Para que uma empresa se mantenha no mercado ou queira se destacar é de extrema importância a atualização de ferramenta de qualidade, pois ela fornece a metodologia e as técnicas para solução de problemas operacionais ou administrativos.

As ferramentas possibilitam identificar e investigar as causas de diferentes naturezas, fornecendo dados de diversas formas para tomar a melhor decisão. Tais como benefícios da seguinte forma:

- Proporcionar um método eficiente de abordagem;
- Facilitar o conhecimento do problema;
- Aumentar a produtividade;
- Disciplina do trabalho.

Existem diversos tipos de ferramentas de qualidades, mas tem algumas que sobrepõe as outras, tais como:

1. Fluxograma - O fluxograma é uma forma de representar um processo de modo fácil e simples por meio de desenho, ele representa um fluxo da atividade que acontece caracterizado por símbolos em questão, portanto, estão padronizados e ligados por uma flecha que demonstra a direção da atividade (FUJIMOTO, 2019).
2. Carta de controle - A carta de controle, também conhecida como gráfico de controle, tem como objetivo detectar qualquer mudança desejada no processo e quando acontece uma mudança ela finaliza com ponto anormal no gráfico (FUJIMOTO, 2019).
3. Diagrama de Ishikawa - O diagrama de Ishikawa, também conhecido como es-



pinha de peixe (pelo seu formato) de causa e efeitos, possui o objetivo de ajudar a encontrar a causa do problema, acontece no processo de organização de uma empresa (CAVALCANTE, 2015).

4. Folha de verificação - A folha de verificação, também chamada de lista de verificação, possui como objetivo a coleta de dados, permitindo a visualização do processo para verificação (FUJIMOTO, 2019).
5. Histograma - O histograma, também chamado de distribuição de frequência, tem o objetivo de demonstrar no gráfico de coluna de distribuição com o acontecimento registrado em todos os aspectos (FUJIMOTO, 2019).
6. Diagrama de dispersão - O diagrama de dispersão, também chamado de tráfico de dispersão, com objetivo de observar variáveis. No gráfico não representa os valores dos dados individuais, mas demanda padrões quando visto o todo (FUJIMOTO, 2019).
7. Diagrama de Pareto - O diagrama de Pareto tem o objetivo de compreender e esclarecer a relação causa e benefícios, com identificação de quais ações são prioritárias para um resultado satisfatório (FUJIMOTO, 2019).

2.2.3 A Utilização das Ferramentas de Qualidade na Gestão de Manutenção.

2.2.3.1 Fluxograma

O fluxograma descreve um processo, mais para poder utilizar é necessário entender como funciona fluxo do projeto, processo ou estudo. Para isto, é necessário saber o significado dos símbolos de cada nos gráficos. Entre esses símbolos existem aqueles que são mais utilizados pois quase todos os fluxogramas estão presentes, tais como: a forma oval pílula representa o início ou fim, a forma de retângulo representa um processo, a forma do paralelogramo representa entrada saída da informação.

2.2.3.2 Carta de controle

A cartas de controle é muito fácil de analisa é compreende os dados, pois é dividido em três estruturas principais, que são as três linhas de referência.

- Primeira linha (LSC): É linha de cima no gráfico referente ao limite superior de controle (LSC) que é correspondente a média mais três vezes o desvio padrão dividido pela raiz do tamanho da amostra (n).
- Linha do meio (LC): É a linha referente ao limite central (LC) correspondente a média e se encontra exatamente entre o LSC e o LIC.
- Terceira linha (LIC): É a linha de baixo referente ao limite inferior de controle (LIC) que corresponde a média menos três vezes o desvio padrão dividido pela raiz do tamanho da amostra (n).

Para conseguir entender e analisar carta de controle, é preciso diferenciar as causas comuns e as causas especiais. Com isto, as variações que ocorrem entre o LSC e o LIC são analisadas com variações de causas comuns, contata que sejam aleatórios. Sendo assim, todas variações que estão acima do LSC ou abaixo do LIC que são analisados com causas especiais e presa ser solucionados, mas tem caso especiais mesmo estando nos limites

LSC e LIC, não estão no conforme.

2.2.3.3 Diagrama de Ishikawa

Para utilizar os diagramas de Ishikawa, primeiro tem que entender o seu funcionamento para poder analisar, ele é desenhado na forma de uma espinha de peixe, é inserido na extrema direita da linha central o problema a ser investigado, e depois é analisado as causas e os efeitos; é comum encontrar dois ou mais pontos que são mais críticos, pois precisa estabelecer uma priorização para cada um deles e estudar os impactos de suas mudanças e criar um plano de ação para as melhorias. Também é fundamental avaliar os impactos das melhores propostas. Deve fazer avaliação recorrente dos resultados.

2.2.3.4 Folha de verificação

As folhas de verificação são mais usadas para registrar informações sobre a execução de determinado processo. Para poder usá-la, é necessário definir cinco etapas principais: o objetivo principal dessa coleta de dados, Período da coleta de dados, além de variáveis como manhã, tarde ou noite, modelo deste formulário, a pessoa responsável pela coleta de dados e se tem conhecimento sobre o objetivo da verificação e quantidade de dados ideal para coletar. A partir dos dados coletados, é necessário criar uma tabela, que será a folha de verificação. Para usá-la, basta registrar a frequência dos itens observados, depois determinar o objetivo para verificação e, por conseguinte, encontrar causas desses problemas pela verificação de frequência.

2.2.3.5 Histograma

O histograma é utilizado para analisar distribuição de frequência, investigar se está atendendo aos requisitos estabelecidos e qual a variação que elas sofrem. Para utilizá-la, são necessárias seis etapas principais: Coletar a amostra com um número significativo de dados, usando a folha de verificação, organizando os dados; determinar o número de categorias e o intervalo entre as categorias (caso faça no Excel, esse valor é calculado automaticamente); organizar os dados, colando-os dentro das categorias, de acordo com o intervalo. Colocar os dados no gráfico, com as categorias no eixo horizontal e a frequência de ocorrência no eixo vertical; verificar e analisar a forma do gráfico.

Para analisar o histograma primeiro precisa visualizar as evidências para tomada de decisão, portanto, é necessário saber que gráfico pode mostrar vários formatos, tais como:

- Histograma simétrico ou normal: ocorre quando o processo é padronizado e os dados são estáveis, permitindo variações pequenas. O pico dos dados fica ao centro do gráfico, e suas variações vão decrescendo de maneira simétrica dos dois lados.
- Histograma assimétrico: acontece geralmente quando os dados são tolerados até um número limite, não podendo ultrapassar este limite. Seu pico é concentrado em um dos lados, e os dados fora de padrão decrescem para o lado oposto.
- Histograma com dois picos: acontece quando são apresentadas duas coletas de dados diferentes para comparação. A análise deve ser feita separadamente, observando ao desenho dos dois gráficos.
- Histograma “platô”: acontece geralmente quando há anormalidade nos dados de-

correntes de falhas. As barras têm praticamente os mesmos tamanhos.

- Histograma aleatório: acontece quando os dados analisados não apresentam nenhum padrão. As barras sobem e descem sem critério.

2.2.3.6 Diagrama de dispersão

Diagrama de Dispersão é utilizado para validar se determinada variável, independente analisada, terá algum impacto real em determinada variável dependente. As relações das variáveis são chamadas de correlação, e existem 5 tipos: positiva, negativa, nula, forte e fraca.

- Correlação positiva: quando há uma aglomeração dos pontos em tendência crescente, isto significa que conforme uma variável aumenta, a outra variável também aumenta.
- Correlação negativa: quando os pontos se concentram em uma linha que decresce, isto significa que conforme uma variável aumenta, a outra variável diminui, ou seja, quanto maior for a ocorrência de um dos dados, menor será a ocorrência do outro dado.
- Correlação nula: quando há uma grande dispersão entre os pontos ou eles não seguem tendência positiva nem negativa, significa que não há nenhuma correlação aparente entre as variáveis.
- Correlação Forte: Quanto menor for a dispersão dos pontos, maior será a correlação entre os dados.
- Correlação Fraca: Quanto maior for a dispersão dos pontos, menor será o grau entre os dados.

2.2.3.7 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um recurso que fornece um norte das causas dos defeitos que deve ser consertado, mais para ser utilizado é necessário saber como ele é formado:

- Determinar os fatores que serão comparados no gráfico e coletar os dados necessários;
- Determinar a medida de comparação (frequência, tempo, custo) e o total de ocorrências no período analisado para cada um dos fatores;
- Somar as ocorrências, para determinar o valor total;
- Calcular o percentual de cada ocorrência, de acordo com o valor total;
- Calcular o percentual acumulado das ocorrências (Frequência Acumulada), chegando a 100%;
- Listar os fatores, do mais frequentes para o menos frequentes, e colocá-los no eixo horizontal do gráfico;
- Desenhar as colunas com as quantidades de ocorrências coletadas;
- Traçar uma linha que represente o percentual acumulado iniciando sempre na primeira coluna à esquerda;
- Analisar o diagrama, identificando quais fatores são mais recorrentes e quais de-

vem ser priorizados. Com gráfico permite analisar quais defeitos ocorriam com maior frequência.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi demonstrado a necessidade da gestão de manutenção, pois traz muitos benefícios para empresas tais como redução de custo, aumento da produção e aumento a qualidade, possibilitando ficar cada vez mais competitivo no mercado, foi apresentado o que são ferramentas de qualidade e aborda utilização das sete principais mais utilizadas no mercado. Dessa forma, com a utilização das ferramentas é perceptível a melhoria na performance da manutenção, pois é possível fazer a verificação e antecipar as falhas possibilitando uma intervenção planejada e reduzindo o dano na produção.

Referências

- BELHOT, R. V.; CARDOSO, I.A.P. **Reflexo da manutenção no contexto global da organização**,1994.
- CAVALCANTE, Ronaldo Camara. **Ferramentas da qualidade auxiliando na otimização dos processos do setor de manutenção: um estudo de caso na indústria automobilística**.2015
- FUJIMOTO, Daniele Yoko. **A importância das ferramentas da qualidade nas indústrias**.2019.
- RODRIGUES, M. V. C. **Entendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão seis sigmas**, 2008.
- SOUZA, Alexandre. **Fundição e matérias primas**, ABIFA.2008.



39

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

PRODUCTION EQUIPMENT: IMPORTANCE AND BENEFITS OF MAINTENANCE MANAGEMENT PLANNING IN THE BRAZILIAN INDUSTRY

Mario André Portela Braga

Resumo

Planejar é a base de toda gestão e de toda atividade que quer obter sucesso e controle de suas etapas e possíveis riscos e resultados. A engenharia como uma ciência que tem um objeto e objetivo utiliza entre muitos artifícios o planejamento com o intuito de orientar os procedimentos que quer realizar. A sua atuação na indústria brasileira que atualmente tem diversos desafios de vários cunhos: como a alta exigência e periodicidade em adaptações, obstáculos financeiros mundiais entre outros, precisa utilizarem mecanismos de controle que favoreçam sua permanência e aumento de lucro no mercado altamente exigente e mutável. O estudo é de grande relevância a medida que traça os principais benefícios e desafios de equipamentos de produção no setor industrial tendo por base uma organização fundamentada em um controle persistente. Fez-se necessário a pesquisa bibliográfica, análise de dados estatísticos entre outros meios. Como autores pode-se destacar Souza e Kardec para embasar os dados. O trabalho tem como principal foco destacar a importância do planejamento na boa gestão da indústria brasileira.

Palavras-chave: Produção, Planejamento, Indústria Brasileira.

Abstract

Planning is the basis of all management and any activity that seeks success and control of its steps and possible risks and results. Engineering as a science that has an object and objective uses, among many artifices, planning in order to guide the procedures it wants to carry out. Its performance in the Brazilian industry, which currently has several challenges of various natures: such as the high demand and periodicity in adaptations, global financial obstacles, among others, needs to use control mechanisms that favor its permanence and increase in profit in the highly demanding and changing market. The study is of great relevance as it outlines the main benefits and challenges of production equipment in the industrial sector based on an organization based on persistent control. Bibliographical research, analysis of statistical data, among other means, was necessary. As authors, Souza and Kardec can be highlighted to support the data. The main focus of the work is to highlight the importance of planning in the good management of the Brazilian industry.

Keywords: Production, Planning, Brazilian Industry.



1. INTRODUÇÃO

O tema da pesquisa refere-se a entender a importância e o papel que os equipamentos da produção se bem avaliados e geridos podem trazer resultados positivos para qualquer empresa. Diante disso se vem o questionamento: Quais são os benefícios que o bom planejamento de gestão auxilia na manutenção de equipamentos de produção industrial no Brasil?

Os equipamentos são de suma importância, devido os mesmos auxiliados a força humana serem responsáveis pela produção muitas vezes em massa de produtos e/ou serviços.

Visto isso fez necessário um estudo para destacar os benefícios, para eliminação de redução ou interrupção produção, de prejuízos financeiros, desperdícios de materiais e aumento dos custos; retrabalhos; insatisfação dos clientes; perda de mercado como resultado mais preocupante.

Para tanto, utilizou-se como procedimentos metodológicos análise de dados secundários, tendo como base fonte bibliográfica, teses, artigos entre outros com o intuito de analisar de forma sistemática possibilitando alternativas e compreensão da melhor vivência no ambiente escolar. É um assunto de abordagem qualitativa para análise da importância e benefícios do planejamento de gestão de manutenção na indústria brasileira

Nos tópicos do trabalho serão desenvolvidos de forma geral identificando os benefícios que uma boa manutenção de equipamentos de produção pode trazer para a qualidade da indústria brasileira. Além disso, terá como foco elencar os tipos de manutenção de equipamentos de produção adotados na indústria; destacar os principais prejuízos enfrentados por uma gestão ineficaz de manutenção.

2. EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO: IMPORTANCIA E BENEFICIOS DO PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO

Para Kardec e Nascif (2009), grandes empresas devem pensar e agir estrategicamente afim de que a manutenção se integre de maneira eficaz no meio produtivo o qual está diretamente relacionado a competitividade podendo trazer grandes benefícios para a indústria.

No que se refere a manutenção segundo Kardec e Nascif (2013), essa atividade foi a que mais sofreu alterações desde os anos 70, devido a diversos fatores históricos, culturais e a globalização e tecnologia.

Quanto a indústria para Nagai et al. (2015), relatam que umas das áreas mais atuantes e importantes na indústria é a atividade da manutenção, em razão de que colabora para uma boa performance da produção, influenciando na qualidade do produto, na segurança, fazendo com que os investimentos sejam preservados.

Diante de diversos pontos e estratégias importantes para a empresas terem sempre diferenciais é essencial seguir normas e procedimentos que favoreçam a manutenção assim favorecendo a produção e a qualidade dos processos. Segundo a NBR-5462 (1994), a manutenção corretiva é a que ocorre depois do acontecimento de uma pane que se destina a colocar um equipamento em que ele possa ter condição de realizar uma função solicitada.

Para Viana (2002) ressalta que é o feito necessário de imediato, evitando graves implicações aos maquinários da produção, a segurança do funcionário ou ao meio ambiente, medidas essas que preservam não só o capital físico como o humano.

A mesma serve de manutenção para que todo o processo se mantenha funcionando de maneira mais eficiente e satisfatória. Para Souza (2009) a Manutenção Corretiva pode ser considerada como sendo aquele trabalho ou operação que mantém o sistema em total funcionamento.

Contudo, pode-se destacar como uma outra forma de manutenção a chamada preventiva que se difere da anterior devido ir antes em o problema antes do mesmo ocorrer isso favorece o desperdício e auxilia na produção de forma geral. Segundo Zaions (2003) apresenta algumas vantagens, como a continuidade do funcionamento do equipamento, só parando para consertos em horas programadas; outra grande vantagem é a continuidade da produção uma vez, que seus equipamentos estabelecem um grau de confiabilidade elevado, tornando possível ocasionar à empresa a realização de metas no prazo de entrega e na qualidade necessária

Para ocorrer uma boa e eficaz de máquinas e equipamentos são necessários princípios norteadores que irão sistematizar todo o processo desde o reconhecimento de falhas, tempo para reparo e identificação de itens que não podem ser reparados como cita Dantas (2019):

MTBF (TMEF). *Mean Time Between Failures*, em inglês, ou em português: Tempo Médio Entre Falhas. Este índice determina a média dos tempos de funcionamento de cada item e/ou equipamento reparável entre uma falha e outra, de modo que atua entre uma manutenção corretiva e a manutenção corretiva subsequente, nesse mesmo item e/ou equipamento. Assegura-se que cada item reparável apresenta seu TMEF, de modo que geralmente as manutenções preventivas não são computadas para esse indicador, salvo se o risco de falha se fizer presente e, de fato, acontecer (DANTAS, 2019).

MTTR (TMPR). Do inglês *Mean Time To Repair*, ou em tradução para o português, Tempo Médio Para Reparo, trata-se do índice que aponta a média dos tempos que a equipe de manutenção leva para repor a máquina em condições de operar desde a falha até o reparo ser dado como concluído, encontrando-se a máquina em estágio operacional. Há aplicação prática que se delimita a marcar o tempo trabalhado na manutenção, enquanto período de busca de ferramentas, tempo de busca de materiais e peças sobressalentes, tempo de localização e de um profissional capacitado e demais tempos não trabalhados, não são computados (DANTAS, 2019).

MTTF (TMPF). *Mean Time to Failure*, em português, Tempo Médio Para a Falha: tal indicador como a média dos tempos entre a entrada em funcionamento até a falha de itens não reparáveis. A diferença entre TMEF e TMPF encontra-se no fato de que no primeiro indicador o sistema é reparado, enquanto que no segundo, a peça ou equipamento é substituído, ou descartado (DANTAS, 2019).

O processo de planejar uma boa gestão e identificar os benefícios e importância para um melhor desempenho laboral e do próprio maquinário da empresa é de fundamental importância evitando desperdício e falhas decorrentes de um processo sem orientação e pontos estratégicos para desenvolvimento econômico, humano, ambiental e de segurança (BARAN, 2015):



[...] Em abordagens quantitativas, alguns indicadores são utilizados, tais como: taxa de falha, taxa de efeitos das falhas e índices de manutenção (MIL-1629, 1980; IEC 60812, 2006. Em abordagens qualitativas são observados alguns critérios operacionais específicos, baseados na experiência dos avaliadores e especialistas [...] no entanto, os métodos quantitativos apresentam uma deficiência comum: não consideram as características inerentes de cada processo, assim como as interações entre eles, além dos critérios operacionais específicos, tais como os critérios econômicos, segurança e meio ambiente [...] (BARAN, 2015, p. 13-14).

Um bom planejamento e acompanhamento dos processos de manutenção industrial não visa só a questão do maquinário mais toda uma gama de componentes que estão direta e indiretamente atrelados a ele, principalmente as pessoas que estão envolvidas.

2.1 Metodologia

Esse trabalho tem como embasamento de pesquisa e literatura científicas, realizada a través de busca de artigos nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo, dados estatísticos que comprovam a veracidade das informações. Além de institutos como IBGE e dados que mostram a realidade brasileira e comparação com outros países.

Toda a coleta de artigos foi realizada com seleção de buscas e escolha, artigos originais, todos na língua portuguesa, não excluindo artigos, monografias, livro e sites, com buscas direcionadas a entender sobre os equipamentos de produção no que se refere a Importância e benefícios do planejamento de gestão de manutenção na indústria brasileira.

A pesquisa se deu por meio bibliográfico a partir de livros, artigos e materiais já publicados, é feita a partir do levantamento de referenciais teóricos já analisados e publicados por meio escrito e eletrônico, como livros, artigos científicos, páginas de sites. Qualquer trabalho científico começa com uma pesquisa bibliográfica, o que permite ao pesquisador saber o que já foi estudado sobre o assunto. Existem, no entanto, pesquisas científicas que se baseiam exclusivamente em pesquisas bibliográficas, pesquisando referenciais teóricos publicados a fim de coletar informações prévias sobre o problema para o qual se busca a resposta (FONSECA, 2002, p.32).

Além de ser explicativa, ou seja, análise dos dados de forma a determinar fenômenos como retrata: "...tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa que aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas" (GIL, 2007, p. 42).

Foi qualitativa, pois não exigiu o uso de métodos e técnicas estatísticas, por isso preocupou-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, com foco na compreensão e explicação da dinâmica dos fenômenos observados. A pesquisa qualitativa tende a enfatizar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, a fim de apreender a totalidade no contexto em que o fenômeno está sendo vivido (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004, p. 201).

2.2 Resultados e Discussão

No trabalho elaborado por Dantas (2019), intitulado "A importância e os benefícios da gestão de manutenção" o autor apresenta um estudo de caso realizado no terminal marítimo

mo da Ponta da Madeira (Vale), onde se constatou-se que a execução do planejamento é indispensável e o mesmo deve:

[...] definir o que cada setor envolvido deve ser responsável, que um plano de comunicação seja gerado, estabelecer um calendário de reuniões com o objetivo de que, em tempo suficiente, as atividades ocorram elaborar um plano de mobilização de recursos; criar um plano de gerenciamento e contingência de riscos, que seja realizado um acompanhamento físico e financeiro da intervenção, recursos sejam nivelados, emissão de ordem de serviço no sistema da manutenção, atualizar os documentos técnicos, elaboração de um relatório final da intervenção, averiguar a assistência do objetivo da intervenção e na investigação da aderência física e financeira da intervenção (DANTAS, 2019).

Verifica-se o grau de importância e como devem ter maiores detalhamentos em relação as etapas, processos, recursos acompanhamentos e intervenções que deverão ocorrer. A manutenção preventiva deve ser constantemente é muito importante pois possibilita a adequação das etapas e melhoria da vida útil, Dantas (2019) destaca que:

“De acordo com o fabricante KSB foi que a bomba fosse enchida com um líquido para que a mesma fosse protegida, sendo ela girada algumas vezes e que fosse drenada. Esse líquido nada mais é que um óleo antioxidante, conservando as partes metálicas da bomba. Outro motivo é que seja evitado que o peso da rotativa seja recaído sobre o mesmo ponto do rolamento evitando que ocorra a corrosão e degradação. Para que seja evitado, o eixo da bomba deve ser girado de tempos em tempos no sentido da plaqueta de rotação. Fazendo isso, o intervalo de tempo da manutenção pode ser prolongado. Então, a manutenção preventiva que é realizada em acoplamentos de grade elástica e de engrenagem é a troca de óleo lubrificante, aumentando sua vida útil. (DANTAS, 2019).

O planejamento ou plano de manutenção deve ser claro para que não ocorram dúvidas quanto aos procedimentos, frequências de manutenção e inspeção dos processos e as análises observadas podem ser parâmetros para redução de gastos e organização da produção.

No trabalho elaborado por Vasconcelos et.al. (2021), intitulado “Planejamento e controle da produção: estudo de caso em uma empresa de médio porte” os autores apresentam um estudo de caso realizado na empresa Cranfos Soluções Ambientais, onde propuseram um plano de controle de produção da organização, foi realizado a análise e identificado falhas no sistema.

“Foram levantadas oportunidades de melhorias do processo como um todo, abrindo para que cada gestor de área pudesse sinalizar, sobre a sua ótica, o que poderia ser melhorado na empresa, mesmo que não fizesse parte do seu setor, para que fossem identificados os problemas, e como cada setor é impactado. Após entrevista com todos os gestores, e entendendo a empresa e seus fluxos de atividades, foi possível propor uma remodelagem no fluxo atual para atender de forma mais efetiva os projetos e clientes, desde a venda até a entrega final abrindo para que cada gestor de área pudesse sinalizar, sobre a sua ótica, o que poderia ser melhorado na empresa, mesmo que não fizesse parte do seu setor, para que fossem identificados os problemas, e como cada setor é impactado. Após entrevista com todos os gestores, e entendendo a empresa e seus fluxos de atividades, foi possível propor uma remodelagem no

fluxo atual para atender de forma mais efetiva os projetos e clientes, desde a venda até a entrega final” (VASCONCELOS et.al. 2021).

Na identificação das falhas e na verificação da importância do detalhamento e de atuação de um planejamento e controle de produção (PCP), os autores destacam que:

“Com a implantação do PCP o novo sistema de gestão de produção da empresa tornou eficaz a comunicação e o fluxo de informações dentro da empresa, além de um senso comum de organização. Os projetos iniciados já dentro da nova estrutura proposta ganharam um nível de controle muito elevado, todas as atividades referentes ao processo mapeado, desde a venda do produto até sua entrega final, ficaram mais visíveis e analíticos aos diretores e gestores. O fluxo das atividades de todos os setores ganhou um padrão, podendo ser feito por qualquer novo funcionário que venha a ingressar na empresa, reduzindo o tempo de treinamento e tendo um retorno de produtividade mais rápido” (VASCONCELOS, 2021).

Através de uma organização mais estruturada e sistematizada e mais clara dos processos, previsão e análise de custos e prazos a empresa terá uma visão mais global de sua produção de acordo com Vasconcelos (2021):

“O planejamento e controle de produção implantado controla todo o processo de fabricação da Cranfos, planejando as fabricações, gerindo a comunicação entre os setores, colocando em execução as atividades planejadas fazendo o controle das fases de cada processo, criando planos de ação para retomar com as atividades que apresentam desvios, que agora estão mais fáceis de serem identificados, devido a todas métricas de controle utilizados no processo.”

No trabalho elaborado por Santos (2021), intitulado “Planejamento estratégico no segmento de manutenção industrial aplicado em uma fábrica de rações para aves” o autor apresenta um estudo de caso realizado na empresa fábrica Brasil Foods S.A, localizada na cidade de Dourados-MS .onde o autor descreve que a empresa era adepta da estratégia de correções após a falha dos equipamentos ou componentes das máquinas, onde não se havia um planejamento e controle de manutenção (PCM), então seus índices de parada de produção eram elevados.

Para análise da situação da empresa e análise o autor destaca que foi realizado alguns passos Santos (2021)

“O primeiro passo a ser tomado foi analisar todos os ativos que estavam presentes na árvore de produção da fábrica. Após este levantamento deu-se início à criação de uma matriz de criticidade a fim de classificar os ativos de acordo com sua importância e riscos.”

Posteriormente foi analisado a criticidade dos ativos, histórico de funcionamento dos mesmos para entender de forma mais real dos processos internos da empresa:

Após as definições de criticidade dos ativos da fábrica, os equipamentos foram analisados em relação aos seus históricos de tipos de paradas e falhas, com a finalidade de se obter planos de manutenção ainda mais assertivos. Com um levantamento dos principais componentes de cada equipamento utilizado nessa pesquisa, nos quais foram utilizados na formação dos planos

de manutenção dos ativos selecionados. Tal levantamento foi realizado por meio de catálogos, pesquisas internas, manual do fabricante e relatos feitos pela equipe de manutenção e operação (SANTOS, 2021).

Posteriormente as análises foi proposto um planejamento onde constam maneiras de amenizar as paradas e melhorar a produção e vida útil dos equipamentos, Santos (2021)

Com o objetivo de amenizar essas paradas e indisponibilidade de produção, entre outros benefícios já citados referentes ao PCM, foram elaborados planos de manutenção. Qualquer equipamento ou item que compõe o mesmo, e não tenha uma manutenção adequada, com uma frequência definida após análise de vida útil padrão e indicações do fabricante, tendem a apresentar problemas futuras tanto para o equipamento, quanto para a produção, diminuindo a qualidade do produto e por diante gerar altos custos de reparo. Esses planos de manutenção devem ser revisados periodicamente ou quando houver modificações em equipamentos/instalações ou ainda como ação corretiva do tratamento de falha.

Santos (2021), destaca que:

“Percebeu-se que, com o planejamento e controle no setor de manutenção, as atividades tornaram-se mais ágeis e eficientes. Em virtude da alta direção da empresa necessitar do conhecimento sobre o andamento do setor de manutenção. Além disso, pode-se notar que a teoria e a prática se correlacionam, uma vez que o planejamento e controle trazem benefícios a todos os envolvidos. Além disso, a organização dos processos decorrente do planejamento contribui de forma ímpar para que todos trabalhem de maneira menos sobrecarregada e mais satisfatória”.

3. CONCLUSÃO

Diante do exposto é importante destacar que em um cenário altamente competitivo, mutável e cujos prazos e necessidades dos clientes finais devem ser atendidos de maneira rápida e com o menor custo possível para a organização, é de fundamental importância a empresa busca ferramentas e estratégias para se tornar mais eficaz e melhorar seus processos e produção como um todo. Podem-se verificar diante de dados bibliográficos e análises dos estudos de caso, que falhas e melhorias devem ser visualizadas e métodos mais eficazes devem ser adotados a fim de melhorar os procedimentos principalmente de manutenção dos equipamentos da produção que estão diretamente focados em produzir, e qualquer problema com os mesmos irá refletir no sucesso ou declínio organizacional.

É importante mencionar que o trabalho é de fundamental importância por proporcionar ainda mais a reflexão do assunto e de o planejamento de controle de manutenção é essencial na prática de curto e longo prazo das indústrias e empresas como um todo, a manutenção preventiva e corretiva devem atuar de forma harmônica e efetiva.

Os estudos de casos são reflexo real de como uma boa gestão pode fazer a diferença positiva ou negativa da evolução e desenvolvimento das atividades internas possibilitando uma execução dos equipamentos com menos falhas, com menos custos, e sem paradas possibilitando uma produção muito mais satisfatória e a implantação de um planejamento e controle de manutenção terá muitos ganhos. é importante destacar que o trabalho

é importante devido ser suporte em contribuir para futuras pesquisas e avanços nesse campo estudado

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BARAN, Leandro Roberto; TROJAN, Flavio. Uma revisão e análise comparativa das técnicas para determinar a criticidade dos sistemas e equipamentos em plantas industriais. Revista Espacios. São Paulo. Vol. 37 (Nº 08), 2016
- DANTAS, Igor dos Santos. **Importância e benefícios do planejamento de gestão de manutenção**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Mecânica – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. 2019.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. P de Professor. São Paulo, Atlas. (2018b).
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - Função estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2013.
- NAGAI, F. H.; BATISTA, G. B.; DAGNONI, V. **Estudo de caso da aplicação do planejamento e controle da manutenção em uma planta de envase Arla 32**. 2015. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015
- POLIT, D.F.; BECK, C.T.; HUNGLER, B.P. **Fundamentos de Pesquisa: métodos, avaliação e utilização**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004
- SANTOS, Elton Ferreira dos. **Planejamento estratégico no segmento de manutenção industrial aplicado em uma fábrica de rações para aves**. Mato Grosso do Sul, 2021
- SANTOS, M. J. M. F. d. **Gestão de manutenção do equipamento**. Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 2009.
- SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009. 285 p
- VASCONCELOS, Crytal Araujo de; AMORIM, Iago; BARBOSA, Rubian Christian. **Planejamento e Controle da Produção: Um estudo de caso de uma empresa de Médio Porte**. 2021
- VIANA, Herbet Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle da Manutenção**. 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002, 167 p.
- ZAIOS, Douglas Roberto. **Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma Planta de Celulose e Papel**. 2003. 219f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

40

MANUTENÇÃO PREDITIVA E PREVENTIVA APLICADA AO MAQUINÁRIO USADO NA INDÚSTRIA

*PREDICTIVE AND PREVENTIVE MAINTENANCE APPLIED
TO MACHINERY USED IN INDUSTRY*

Kleberth Patrício Silva Sousa

Melany Stelle

Resumo

O estudo da diferentes formas de manutenções é de suma importância para a Engenharia Mecânica, uma vez que seu estudo permite resolver diversos problemas relacionados ao mal funcionamento de sistemas mecânicos, os quais tendem a causar grandes impactos nos meios que se aplicam, principalmente na esfera industrial, onde a manutenção planejada de máquinas e equipamentos é essencial para um bom desenvolvimento dos processos de manufatura por auxiliar na garantia de efetividade dos mesmos e aumento da sua vida útil, uma vez que longos tempos de parada podem acarretar em grandes prejuízos par esses setores. Dessa forma o presente trabalho busca analisar, através de revisão bibliográfica, como se classificam os diferentes tipos de manutenções existentes, a fim de entender como se originam e os impactos que causam nas linhas de produção por acarretar a parada de máquinas e equipamentos e representar riscos, assim como os mecanismos de controle essenciais para uma boa gestão da manutenção e prevenção de acidentes

Palavras-chave: Manutenção. Equipamentos. Máquinas. Prevenção.

Abstract

The study of different forms of maintenance is of paramount importance for Mechanical Engineering, since its study allows solving several problems related to the malfunction of mechanical systems, which tend to cause great impacts in the means that are applied, mainly in the industrial sphere. , where the planned maintenance of machines and equipment is essential for the good development of manufacturing processes by helping to guarantee their effectiveness and increase their useful life, since long downtimes can lead to great losses for these sectors. In this way, the present work seeks to analyze, through a bibliographical review, how the different types of existing maintenance are classified, in order to understand how they originate and the impacts they cause on the production lines by causing the stoppage of machines and equipment and representing risks, as well as the essential control mechanisms for good maintenance management and accident prevention

Keywords: Maintenance. Equipment. Machines. Prevention.

1. INTRODUÇÃO

A indústria nacional de bebidas constitui relevância significativa no segundo setor e sua participação no mercado interno e externo é expressiva. Entretanto, grandes aglomerados industriais são administrados por grupos econômicos que detém fatia majoritária do percentual produtivo nacional total, o que lhe garante vantagens na competição contra pequenas indústrias. Garantir o funcionamento e operação otimizada do maquinário, assim como identificar meios para prolongar sua durabilidade faz-se um enorme desafio. Nesse contexto, a otimização da capacidade produtiva do maquinário usado na indústria de bebidas se apresenta como requisito essencial para viabilização da permanência nesse concorrido e lucrativo setor.

Sabe-se que a interrupção da produção decorrente de danos em componentes mecânicos apresenta grandes prejuízos, sobretudo a indústrias com pequena participação no mercado. Visando reduzir tais prejuízos ocasionados por estas falhas e inoperância do sistema produtivo, a manutenção preditiva e preventiva se apresenta como protocolos indispensáveis para a otimização do funcionamento da cadeia produtiva de pequenas indústrias. Desta forma, questiona-se: De que maneiras a manutenção preditiva e preventiva podem auxiliar na redução de prejuízos em maquinários usados na indústria de bebidas?

O presente trabalho buscará mapear os principais sistemas mecânicos pertinentes nesse tipo de indústria, além de identificar os problemas mais comuns em componentes mecânicos comumente usados na linha de produção da indústria de bebidas, assim como apresentar propostas para prolongar a vida útil e reduzir a inoperância dessas máquinas.

O objetivo do presente trabalho se torna a propor protocolos de manutenção preditiva e preventiva no maquinário usado em indústrias de bebidas, assim como identificar componentes mecânicos com maior potencial de desgaste nos sistemas da cadeia produtiva; apresentar estratégias viáveis de manutenção preditiva e preventiva do maquinário usado na linha de produção de indústrias de bebidas; estimar vantagens decorrentes da adoção da manutenção preditiva e preventiva na maximização da durabilidade do maquinário usado em pequenas indústrias do ramo de bebidas.

2. METODOLOGIA

O atual trabalho trata-se de uma Revisão Bibliográfica qualitativa descritiva, onde serão utilizados artigos científicos e dissertações publicadas no período dos últimos dez anos nas áreas de Engenharia Mecânica e áreas complementares. Serão utilizados os bancos de dados Google Acadêmico, Repositório Digital de Universidades, Biblioteca Digital e Scielo para composição de base teórica para o presente trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Objetivando o aumento de competitividade no mercado, as empresas buscam meios de tornarem seu sistema produtivo mais eficiente. Um sistema produtivo eficiente utiliza ferramentas e métodos para auxiliar no aumento da produtividade dos equipamentos. A manutenção, se utilizada da maneira correta, torna-se uma eficiente aliada na busca de um sistema de produção ideal (RIBEIRO, 2003).



A falta de manutenção nos equipamentos pode causar paradas, produção com capacidade abaixo da necessária ou produtos defeituosos. Essas situações resultam em custos e perdas na produção, além de causar redução de credibilidade com o cliente (RIBEIRO, 2003).

Os conceitos de manutenção evoluíram muito desde seu surgimento, passando por significativas mudanças até os dias de hoje. Originalmente a manutenção era vista com função simplesmente corretiva, hoje exerce função estratégica, sendo fundamental para a garantia da qualidade, confiabilidade e disponibilidade do processo de produção e do produto (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Através do desenvolvimento tecnológico aplicado à indústria e suas áreas complementares, surgiram as técnicas aplicadas às manutenções de maquinários, visando o monitoramento dos equipamentos, assim como a predição de falhas que podem vir a ocorrer, trazendo problemas nas linhas de produção e possivelmente grande gasto financeiro com reparação ou reposição de tais equipamentos problemáticos (HOLANDA, 2016).

Uma das técnicas desenvolvidas é hoje conhecida por Manutenção Planejada, fundamentada na descrição acima. Com o objetivo de encontrar falhas potenciais, a manutenção planejada possui grande importância no setor industrial, visto que através de uma análise capaz de prever possíveis falhas, uma intervenção apropriada antes do problema ser completamente instaurado, pode ajudar a evitar gastos desnecessários com novos equipamentos, assim como evitar danos a produção futura ao qual aquela máquina esteja direcionada (RIBEIRO, 2019).

Durante a década de 50, houve um grande aumento na mecanização industrial, onde nesse contexto surgiram as primeiras indagações a respeito do tempo de vida útil dos novos equipamentos que estavam surgindo, na história da manutenção, as técnicas criadas nessa época correspondem a segunda geração de tipos de manutenção (SILVA, 2012).

Visto que mais gastos seriam dispendidos para troca de maquinários quebrados, planos foram sendo elaborados para a criação de manutenções periódicas capazes de avaliar possíveis problemas iniciais, e assim terem tempo de resolver antes de se tornarem maiores, assim como preverem o tempo útil dos equipamentos utilizados. Foi assim sendo desenvolvida a hoje chamada de Manutenção Preventiva (GONÇALVES, 2016).

Já a Manutenção Preditiva corresponde a terceira geração, onde acordo com Ribeiro (2019) “visa realizar a manutenção somente quando os equipamentos precisam dela”. Permitindo um maior desempenho, e colaborando para a detecção de variações antes destas levarem a falhas mais comprometedoras no equipamento.

A manutenção preditiva realiza-se através da contratação de serviços de empresas terceirizadas. Entre esses podemos elencar procedimentos como a calibração de instrumentos, medições termográficas, de vibrações em máquinas e motores, medição da qualidade do ar, da água, óleo e resíduos industriais. É de posse dos seus laudos que se faz o planejamento para a manutenção nos *pits stops* ou nas paradas programadas (RIBEIRO, 2019).

Quando são possíveis, estas manutenções podem ser semestrais ou anuais e dependerão diretamente da demanda do cliente, sendo por isto muitas vezes canceladas pela necessidade de produção de última hora, pois se trabalha com estoque baixo, praticamente de acordo com os pedidos e as necessidades do cliente (GONÇALVES, 2016).

Dentro da manutenção preventiva são realizadas diversos tipos de intervenções, como limpeza, lubrificação e calibração, sempre acontecendo de maneira regular, afim de prevenir algum defeito futuro no equipamento, seja quanto ao desgaste natural, onde

a manutenção preventiva entraria como forma de aumentar o tempo de vida do equipamento, ou através de falhas iniciais, onde está identificaria a falha antes de se tornar algo maior, que acabasse comprometendo todo o funcionamento da máquina, dando espaço para um maior planejamento de correção, e assim evitando que um problema maior se instaurasse, levando à mais gastos inesperados (HOLANDA, 2016).

As ações que, na tentativa de prevenir a ocorrência de falhas, são antecipadas através da substituição de partes do sistema constituem a manutenção preventiva, que na terminologia empregada neste trabalho refere-se ao plano de substituição de peças de equipamentos ou partes que podem falhar em operação, a menos que uma substituição seja feita a tempo (HOLANDA, 2016).

Neste contexto, a manutenção preventiva é apropriada para equipamentos cuja taxa de falhas cresce com o uso (GLASSER, 1969; BARLOW; PROSCHAN, 1965; BARLOW; PROSCHAN, 1975). Porém nem sempre é fácil se fazer associação dos dados com as informações necessárias para o planejamento de substituição, como também nem sempre os dados são suficientes para descrever a probabilidade de falha em vários intervalos de tempo com uma boa precisão (NEPOMUCENO, 2014).

Uma abordagem alternativa para obtenção do modelo que descreve o comportamento das falhas de equipamentos, na dimensão do tempo, é assumir uma distribuição de falhas e então estimar os parâmetros da função assumida. A adoção de tal procedimento, muitas vezes, simplifica a análise matemática, na aplicação de um modelo de substituição, e traz vantagens na obtenção dos dados (NEPOMUCENO, 2014).

Tanto a manutenção preventiva como a preditiva, utilizam da análise de vibração como forma de averiguar as condições de um equipamento com mecanismo rotativo. Visto que ambas são consideradas formas de manutenção planejada. De acordo com a NBR 5462 (1994) a manutenção preventiva é realizada periodicamente, e é direcionada para a redução da probabilidade de haver falha ou degradação de um equipamento.

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado e definido geralmente pelo fabricante ou fornecedor dos ativos da fábrica, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças usadas por novas, assegurando assim o funcionamento ideal da máquina por um período predeterminado. Silva (2012). Os sinais ou leis de controle são determinados em função das características dinâmicas das estruturas, dos sinais de excitação e da resposta temporal do equipamento controlado, ou seja, da amplitude de resposta do sistema, devendo ser determinada automaticamente, o que resulta em maior adaptabilidade (SILVA, 2012).

Para identificar uma série de falhas que ocorrem de acordo com a frequência vibracional das máquinas em que estão inseridas se faz necessário utilizar diferentes instrumentos capazes de definir a intensidades dos possíveis danos, tais como os medidores de vibração analisadores de frequência (proxímetros e acelerômetros) (KARDEC; NASCIF, 2004).

Tendo isso em vista, a utilização da análise vibratória como técnica a ser aplicada junto as averiguações periódicas da manutenção preventiva possui grande valia, visto que esta tem a capacidade de perceber falhas iniciais antes mesmo de se tornarem um problema, evitando uma maior logística para a manutenção futura. Juntamente de outras avaliações dentro da manutenção preventiva, permite analisar o rendimento e qualidade dos equipamentos em que essas técnicas são aplicadas (GONÇALVES, 2016).

O comportamento vibratório pode revelar muitos detalhes sobre o funcionamento de um equipamento, como descreve Marques (2019), que seja através de comparações com vibrações normais e anormais, até a detecção de desalinhamento, desbalanceamento, fa-

lhas e folgas em rolamentos, problemas nos motores, dentre outros.

De acordo com Gonçalves (2016), o procedimento de obter e apresentar as amplitudes de vibração para todas as frequências presentes, talvez seja a mais útil de todas as técnicas de análise. Estima-se que 85% dos problemas que ocorrem em máquinas rotativas possam ser identificados a partir da análise no domínio da frequência. Segundo Marques (2019), as frequências presentes no sinal de vibração medido constituem algumas das informações mais úteis obtidas para diagnosticar problemas da dinâmica da rotação.

4. CONCLUSÃO

A concorrência acirrada nos mercados atuais, assim como o comum imediatismo demandado pelos clientes pela fabricação de seus produtos por parte da indústria faz necessário garantir a disponibilidade integral do maquinário pertencente a estrutura produtiva. Para alcançar tal objetivo, pode-se e deve recorrer as técnicas de manutenção mais atuais desenvolvidas e a disposição no mercado.

A manutenção preditiva eleva o padrão das indústrias ao empregar ferramentas especificamente criadas para investigar possíveis danos nas máquinas, assim como os mecanismos que o ocasionam. Portanto, deve ser incorporada a rotina de manutenção do maquinário da forma mais robusta possível.

Além da manutenção preditiva, a manutenção preventiva apresenta inúmeras vantagens quando comparada a manutenção corretiva habitualmente empregada em indústrias mais rústicas. Dentre essas vantagens, evitar a interrupção imprevista da linha de produção, inibir a degradação de outros componentes mecânicos associados aos mais problemáticos (o que reduz custos), possibilitar calcular a durabilidade do maquinário e programar as despesas envolvidas na manutenção e uso da estrutura mecânica, são as principais observadas no estudo.

Referências

- BLOCH, H. P., GEITNER, F. K., **Machinery Failure Analysis and Troubleshooting**, 2 ed. Texas, Gulf Publishing Company, 1994.
- FOGLIATTO, S.; RIBEIRO, D. L. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2009
- GONÇALVES, Cirilo Felipe et al. Implantação de um Programa de Manutenção Preventiva com Estudo de Caso em uma Empresa de Beneficiamento de Grãos. **Janus**, v. 13, n. 23, 2016.
- HOLANDA, Sandra Maria Santos. **Aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações em equipamentos de trens urbanos com plano de manutenção proposto**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica**, 2ª ed, 1ª Reimpressão 2004. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, Coleção Manutenção, Abramam.
- MARQUES, Ana Claudia; BRITO, Jorge Nei. Importância da manutenção preditiva para diminuir o custo em manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8913-8923, 2019.
- NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1**. Editora Blucher, 2014.
- RIBEIRO, Diogo Feitosa. **Eficiência da Análise de Vibração na Detecção de Possíveis Falhas Mecânicas**. 2019.
- SILVA, Bruna Tavares Vieira da. **Bancada para análise de vibração: análise de falhas em máquinas rotativas**. 2012.

41

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS

*THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT IN
INDUSTRIAL PROCESSES*

Diego Santos Casas Nova

Francisco Carlos Guedes

Jhoseph Andrade Martins

Maycow Douglas de Oliveira Alves

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A produção em grande escala e com isso surgem riscos de falhas e quebra de equipamentos, o que poderia causar danos financeiros, materiais e inclusive a segurança humana. A gestão de manutenção permite que todo o procedimento produtivo aconteça de forma padronizada e premeditada, impedindo assim problemas. Desta maneira, os benefícios da manutenção são inúmeros. A empresa possuirá um processo produtivo estável e efetivo. Portanto, com bases nestes aspectos, cita-se a criação do problema de pesquisa para nortear o trabalho. Sendo assim, apresenta-se como problemática da pesquisa a seguinte pergunta: Qual é a importância da gestão de manutenção para os processos industriais? Sendo assim para a presente pesquisa delineou-se os seguintes objetivos abaixo para a pesquisa objetivo geral: analisar a aplicabilidade dos processos de gestão da manutenção nas operações industriais. E objetivos específicos: averiguar a partir de um estudo bibliográfico o histórico da manutenção, apontando os seus avanços e impactos na eficiência dos maquinários; discutir sobre os tipos de manutenções, abordando as suas respectivas finalidades e analisar a aplicabilidade da gestão da manutenção na eficiência dos resultados industriais.

Palavras-Chave: Manutenção Preventiva. Manutenção Corretiva. Disponibilidade.

Abstract

Large-scale production and with it, risks of failure and equipment breakage, which could cause financial damage, material damage and even human safety. Maintenance management allows the entire production procedure to take place in a standardized and premeditated way, thus preventing problems. In this way, the benefits of maintenance are numerous. The company will have a stable and effective production process. Therefore, based on these aspects, we mention the creation of the research problem to guide the work. Therefore, the following question is presented as a research problem: What is the importance of maintenance management for industrial processes? Therefore, for the present research, the following objectives were outlined below for the general objective research: to analyze the applicability of maintenance management processes in industrial operations. And specific objectives: to investigate the history of maintenance from a bibliographical study, pointing out its advances and impacts on the efficiency of machinery; discuss the types of maintenance, addressing their respective purposes and analyze the applicability of maintenance management in the efficiency of industrial results.

Keywords: Preventive Maintenance. Corrective maintenance. Availability.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo a sociedade evoluiu bastante e através desta evolução verificou-se que muitas mudanças ocorreram, dentre elas cita-se as transformações laborais, isto é, antes o homem produzia somente de forma artesanal visando apenas garantir a sua própria alimentação, porém com a chegada do trabalho mecanizado, inicia-se também a produção em grande escala.

A gestão da manutenção industrial é a atividade, em uma empresa, que impede todos esses episódios de acontecerem. É o setor de manutenção industrial que garante o funcionamento em boas condições de todos os equipamentos, garantindo a lucratividade da empresa e o bem-estar das equipes e da comunidade.

Certamente as máquinas e equipamentos aceleraram a produção, mas verifica-se também ocorrências de defeitos nos “maquinários e equipamentos” provocando danos inevitáveis. E dentre os prejuízos o homem começou a perceber a perda da qualidade da produção, produtos com defeitos, desperdícios de matéria-prima, e inclusive danos a segurança humana. Impreterivelmente apesar do homem perceber a necessidade da manutenção e introduzir também tal prática nas industriais, compreende-se que as primeiras iniciativas dentro deste processo são simples e sem grandes avanços, tanto que as primeiras ações são do tipo limpeza e troca de peças.

Sendo assim, verificou-se que atualmente a manutenção é vista de forma fundamental para a mecanização industrial, ou seja, um dos objetivos da manutenção é evitar paradas ou interrupções nos processos produtivos o que conseqüentemente prejudicará a rentabilidade da empresa. Além disso, infere-se que a manutenção quando realizada de forma eficiente colabora até mesmo na eliminação de ocorrências de acidentes por colaboradores, pois através dela é possível alcançar a segurança das operações realizadas por meio das máquinas e equipamentos.

Neste sentido, constatou-se que esta pesquisa contribui para expandir a visão crítica do discente sobre o tema. Em relação a sociedade visa colaborar no fornecimento de informações sobre a temática discutida, esclarecendo o assunto e a sua importância para o meio social. E por fim para a ciência que possa fomentar novos estudos.

Portanto, com bases nestes aspectos, cita-se a criação do problema de pesquisa para nortear o trabalho. Sendo assim, apresenta-se como problemática da pesquisa a seguinte pergunta: Qual é a importância da gestão de manutenção para os processos industriais?

Sendo assim para a presente pesquisa delineou-se os seguintes objetivos abaixo para a pesquisa objetivo geral: analisar a aplicabilidade dos processos de gestão da manutenção nas operações industriais. E objetivos específicos: averiguar a partir de um estudo bibliográfico o histórico da manutenção, apontando os seus avanços e impactos na eficiência dos maquinários; discutir sobre os tipos de manutenções, abordando as suas respectivas finalidades e analisar a aplicabilidade da gestão da manutenção na eficiência dos resultados industriais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa possui como enfoque a discussão sobre a manutenção e a sua aplicabi-



lidade nas operações industriais, mas para alcançar a proposta deste estudo realizou-se uma pesquisa bibliográfica, ou seja, foi realizado um levantamento nas publicações científicas como artigo, dissertação e monografias sobre o tema investigado. As publicações científicas foram extraídas de bases de dados com Scielo, Google Acadêmico. Elencou-se como critério os estudos mais recentes e de preferência os que tivessem entre os 05 anos.

O presente estudo foi desenvolvido através de uma pesquisa de revisão integrativa, método que permite criticar e sintetizar o conhecimento produzido de forma ordenada e sistemática, com a finalidade de gerar um todo consistente e significativo por meio de achados oriundos de estudos diversos e representativos sobre determinado tema.

Fazendo uso de publicações com características metodológicas diferentes, contudo, sem ir de encontro ao perfil epistemológico dos estudos empíricos pesquisados, contribuindo para o avanço da ciência à medida que permite o levantamento de lacunas a serem preenchidas para o aprofundamento do tema (SOARES et al., 2014).

A pesquisa bibliográfica de revisão integrativa classifica-se em pesquisa básica estratégica, estruturando-se em seis etapas distintas: 1) trata-se da elaboração da questão de pesquisa; 2) amostragem ou busca na literatura dos estudos primários; 3) extração de dados dos estudos primários; 4) avaliação dos estudos primários incluídos na revisão; 5) análise e síntese dos resultados da revisão; 6) apresentação da revisão integrativa (MINAYO, 2017).

A questão norteadora que fundamentou a sua construção foi: Qual é a importância da gestão de manutenção para os processos industriais?

A pesquisa ocorreu entre os meses de Agosto a Novembro de 2022, na coleta de dados foram utilizadas as bases de dados eletrônicas: GOOGLE ACADÊMICO e Literatura Latino-americana e do Caribe (LILACS) com um recorte temporal de 2017 a 2022.

As palavras-chaves selecionadas selecionados foram os seguintes: manutenção, processos industriais e maquinários. Os trabalhos que serviram de base para o presente estudo foram analisados de maneira crítica e pertinente quanto às suas contribuições para a construção de uma nova reflexão a respeito do tema abordado no estudo. Os critérios de inclusão foram: somente artigos científicos, que estivessem disponíveis na íntegra, de forma gratuita, publicações nacionais, no idioma português e que estivessem de acordo com o tema e objetivo do presente estudo. O recorte temporal foram estudos publicados entre os anos de 2017 a 2022.

Foram excluídos da análise: dissertações, teses, além de artigos que não estavam de acordo com o objetivo da pesquisa. Também foram excluídas as publicações duplicadas nas bases de dados, em outro idioma que não fosse o português, não disponíveis gratuitamente na íntegra, publicações incompletas, e as publicadas anteriormente ao ano de 2017.

No quadro abaixo (Quadro 1) apresentam as literaturas utilizadas na pesquisa bibliográfica.

Quadro 1. Lista de literaturas pesquisadas.

AUTOR	ANO	TÍTULO
ANDRADE	2017	Implementação de melhorias na gestão da manutenção da Seara-Indústria de Carnes
ARATO JUNIOR	2018	Manutenção Preditiva: Usando Análise de Vibrações
CHIOCHETTA, João Carlos et al	2018	Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa.

DALFOVO	2018	Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico
KARDEC, A.; NASCIFIC, J.	2018	Manutenção - Função Estratégica.
LIMA, Walter da Costa; ARANTES, Jose Antônio Salles.	2018	Caminho para a Excelência e Vantagem Competitiva
MORAES	2018	Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística.
OLIVEIRA	2018	Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras.
OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira.	2018	A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em concordância Arato Junior (2018), com a mecanização das indústrias, surgiu a necessidade dos primeiros reparos e até 1914, a Manutenção era renegada a segundo plano sendo executada pelo mesmo efetivo de operação.

Sendo assim para Chiochetta et al, (2018) corroboram que a manutenção emergiu a partir da Revolução Industrial e com o passar dos anos torna-se um processo essencial tanto para o diagnóstico de falhas como até para a análise de suas possíveis causas. Deste modo, constata-se através deste estudo científico que no início do século XX a manutenção era realizada em segundo plano, e executada por quem trabalhava na própria máquina que poderia estar, inclusive defeituosa.

Por isso para Dalfovo (2018) quando em seu estudo notou-se também que no primeiro momento a revolução industrial ocasionou muitos impactos no modo de produção dos insumos, e isso é claro acarretou desafios até para as primeiras ações de manutenção que, no entanto, são simples como limpeza e troca de peças, mas acontecimentos como a Segunda Guerra Mundial e do desenvolvimento aeroespacial, a manutenção realmente passou a receber atenção acadêmica.

Para Kardec e Nascif (2018) em seu artigo sobre Manutenção observa que a manutenção se encontra dentro de um contexto no qual o setor industrial a utiliza a fim de evitar falhas. E além do mais a sua evolução foi impreterivelmente necessário, uma vez que as indústrias também evoluíram apresentado equipamentos e maquinários cada vez mais tecnológicos. Na contemporaneidade a manutenção ainda está aliada a disponibilidade e confiabilidade, isto é, hoje os gestores procuram alcançar a melhoria do desempenho dos sistemas. E através disso, obtém-se o bom funcionamento dos equipamentos. “A Manutenção Preventiva antecipa a iniciação de possíveis falhas nos equipamentos, se executadas as manutenções de rotina corretamente de acordo com o planejado.

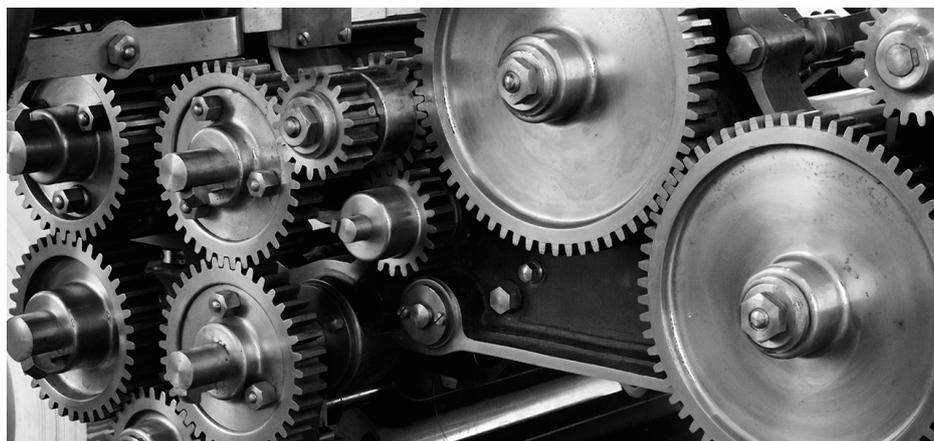


Figura 1: Engrenagens

Fonte: Lima e Arantes (2018)

E sendo assim Lima e Arantes (2018) a manutenção permite inúmeros benefícios, dentre eles evitar interrupções não planejadas. Entretanto é importante salientar que é possível obter uma produção de qualidade, mas acima de tudo um aspecto de fundamental importância é a segurança dos envolvidos nas operações industriais, ou seja, o ser humano, a aplicabilidade da manutenção dentro do contexto industrial maximiza a disponibilidade dos equipamentos e introduz modificações que podem melhorar o desempenho, confiabilidade e segurança das operações.

Moraes (2018) afirma que a adoção de uma estratégia de manutenção é uma decisão gerencial, deve estar integrada com as metas de produção, favorecendo aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e máquinas, redução dos custos, aumento do faturamento e da segurança ambiental e pessoal, entre outros

Oliveira (2018) ressalta que impreterivelmente enfatiza-se que neste século a manutenção torna-se algo essencial ou melhor indispensável para que as indústrias alcancem resultados mais significativos. Contudo, a manutenção, quando é mal gerenciada, torna-se um sorvedouro de recursos ao mesmo tempo que oferece soluções precárias e tardias

Otani e Machado (2018) explica que manutenção significa métodos para determinação e avaliação da situação atual, bem como para a preservação e o restabelecimento da condição nominal das instalações, máquinas e componentes”. Nesta perspectiva, apresenta-se ainda o quadro 2 com as fases da manutenção no decorrer dos anos:

Quadro 2. Histórico da manutenção

PERÍODO	TIPO DE MANUTENÇÃO	CARACTERÍSTICAS
1750-1914	Manutenção improvisada	Tipo “quebra-repara”
1914-1930	Manutenção corretiva	Sem planejamento, sem controle
1930-1950	Manutenção corretiva +Corretiva	Com planejamento, sem Controle
1950-1970	Engenharia de manutenção	Com planejamento, com Controle
1970 – Dias atuais	Manutenção preditiva	Análise de sintomas Análise estatística Processamento digital de dados

Fonte: Otani e Machado (2018)

Enfim, a manutenção nos tempos atuais classifica-se em tipos básicos como os definidos nas alíneas abaixo:

MANUTENÇÃO CORRETIVA
Segundo a NBR-5462 (1994, p.7) a manutenção corretiva é conceituada “[...] como aquela efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. Salieta-se que este tipo de manutenção é muito comum e bem popular no setor industrial. Colabora-se ainda a visão de Trojan, Marçal e Baran (2018, p.345) que “este tipo de manutenção pode ocorrer de forma planejada e não planejada [...]”.
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
Com bases nas pesquisas bibliográficas percebeu-se que este processo visa evitar que os equipamentos possam cometer possíveis falhas. E na busca por uma definição mais uma vez aponta-se a NBR-5462 (1994, p.7) que em seus termos assegura a manutenção preventiva como aquela “[...] efetuada em intervalos predeterminado, ou de acordo com critérios prescritos destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Este tipo de manutenção pode ser visualizado como um pouco mais avançado e através dele pode-se até definir a necessidade ou não de intervenção. E dentre as suas vantagens inferir-se o aumento da vida útil dos componentes de um maquinário, evitando-se danos.

2.2.1 Manutenção proativa

A manutenção proativa tem se tornado importante no cenário industrial a medida que objetiva-se não apenas a realização de reparos, mas minimizar erros colaborando para aumentar a vida útil¹ das máquinas e equipamentos, o que favorece benefícios como aumento da produtividade e a qualidade da produção (CHIQUITO; VELOSO, 2018).

E assim o trabalho ao longo do tempo modificou-se bastante, antes as atividades laborais utilizavam ferramentas rudimentares e sem muitas tecnologias. Certamente neste período como não havia máquinas empregadas provavelmente não existia também interesse em processos de manutenção. Segundo a literatura científica a preocupação e o interesse por manutenção emergiram somente com a mecanização das indústrias provocado pela revolução industrial. Portanto, o que se observa é que as necessidades precisavam ser atendidas, e a manutenção passou a ser algo extremamente necessário para o sucesso industrial.

Enfatiza-se que a NBR-5462 em sua redação discorre outros tipos de manutenção, contudo, na pesquisa monográfica pretende-se abordar o tema de forma mais detalhado. É evidente que todos os dados elencados exibem informações relevantes sobre a manutenção e através deles compreende-se que realmente ocorreu a necessidade de buscar formas para melhorar o desempenho dos maquinários, evitando interrupções dos processos produtivos, prevenindo falhas e assegurando a qualidade dos produtos. Neste sentido, compreende-se que a manutenção é marcada por um contexto histórico e ao longo dos anos ocorreram mudanças que provocaram impactos e avanços para as indústrias como a melhoria dos processos produtivos por meio da manutenção.

Conseguir a gestão de manutenção exibe múltiplos benefícios para o dia a dia da

¹ Sob dadas condições, é o intervalo de tempo desde o instante em que um item é colocado pela primeira em estado de disponibilidade, até o instante em que a intensidade de falha se torna inaceitável ou até que o item seja considerado irrecuperável depois de uma pane. (NBR -5462, 1994).

indústria: incremento da produtividade, prevenção de falhas nos instrumentos, aumento da vida útil dos equipamentos e, sobretudo, redução de custos com reparos emergenciais

3. CONCLUSÃO

Portanto, destaca-se que é importante para as indústrias a aplicabilidade da manutenção, uma vez que a mesma poderá gerar benefícios para o setor industrial, ainda mais que através dela evita-se a produção de peças sem qualidade, e isso evitará outros impactos como o desperdício de matéria-prima, e conseqüentemente a eliminação da perda de tempo, sem falar que os maquinários também consomem energia e trabalhando em cima destes aspectos o setor industrial consegue ainda economizar em relação a este insumo (a energia elétrica).

Neste sentido, compreende-se que a evolução da manutenção acompanhou as necessidades do mercado e as mudanças industriais. Verifica-se também a gênese de definições para os tipos de manutenções, deste modo, entender estas definições é extremamente essencial para que se possa escolher as técnicas mais adequadas levando em consideração os tipos de equipamentos.

Ao que diz respeito a importância da gestão da manutenção nos processos industriais pode-se concluir que a manutenção industrial contribui no emprego econômico de energia na operação dos equipamentos, adequado aproveitamento das peças e sobressalentes de prevenção e reparos além de agregar conhecimentos junto aos operadores para aumentar a eficiência de operações de máquinas e equipamentos.

A gestão de manutenção permite que todo o processo produtivo aconteça de forma padronizada e premeditada, evitando de tal modo problemas. Desta maneira, as benfeitorias da manutenção são inúmeras.

A empresa possuirá um método produtivo estável e efetivo. A prevenção diminui o risco de acidentes que afetem tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente, dribla aceitáveis quebras de produção e evita que o equipamento dissimule na qualidade do produto ou que cause desperdícios.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462 TB 116**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BARBOZA Tiudorico Leite. Um histórico da manutenção e conceitos sobre sua função. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 138, n.10, 2018.
- BRISTOT, Vilson Menegon. **Estudos para implementação de sistema de gestão de manutenção em indústrias de conformação de revestimentos cerâmicos**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2017, 169 f.
- CHIQUITO, Anderson; VELOSO, Antonio Marcos Arouca. **Elaboração de um plano de manutenção utilizando conceitos de manutenção produtiva total**. 2018. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de Tecnologia em Mecatrônica industrial) - Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018, 66 f.
- CORRÊA, Rodrigo Fernandes. **Otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva: uma modelagem matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015, 190 p.
- DICIONÁRIO ONLINE PORTUGUÊS. **Manutenção**. 2022. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/manutencao/>. Acesso em: 01 abr. 2022.

MOREIRA NETO, Teófilo Cortizo. A história da evolução do sistema de gestão de manutenção. **Webartigos**, [S.], jun. 2017.

SANTOS, Raynne Sousa. **Manutenção preventiva e corretiva estudo de caso**: máquinas de envase de manteiga em pote em uma fábrica de laticínio. 2018. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018, 46 p.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva**. 2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 96 p.

WANIS, Ariel. Aplicabilidade da gestão da manutenção nos processos industriais. **Multivix**, Espírito Santo, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/08/aplicabilidade-da-gestao-da-manutencao-nos-processos-industriais.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.



42

CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA

*FEATURES AND CHALLENGES OF MAINTENANCE
MANAGEMENT IN INDUSTRY*

Camila Eduarda Silva Carvalho

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Danilo Oliveira Cortes

José Vitor Mendes França

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Pablo Vinicius Costa Silva

Vanderson Gusmão de Oliveira

Resumo

Sabe-se que a gestão se apresenta como uma ferramenta de melhoria contínua em todos os setores em que é aplicada. Com base nessa informação, o presente estudo teve por objetivo demonstrar como o gerenciamento da manutenção pode agregar no setor industrial e quais suas características e desafios de implantação. Dessa forma, iremos apresentar ferramentas de gestão da manutenção com aplicação na indústria, descrever as etapas de gerenciamento das paradas de manutenção e discorrer sobre as dificuldades que apresentam na implantação dos sistemas dela.

Palavras-chave: manutenção preditiva, manutenção corretiva, manutenção preventiva, gestão da manutenção e manutenção industrial.

Abstract

It is known that management presents itself as a tool for continuous improvement in all sectors in which it is applied. Based on this information, the present study aimed to demonstrate how maintenance management can add to the industrial sector and what its characteristics and implementation challenges are. In this way, we will present maintenance management tools with application in the industry, describe the management stages of maintenance shutdowns and discuss the difficulties they present in the implementation of its systems.

Keywords: predictive maintenance, corrective maintenance, preventive maintenance, maintenance management and industrial maintenance.



1. INTRODUÇÃO

A manutenção como é conhecida nos dias de hoje teve início no século XVI, com o surgimento do relógio mecânico, que com o decorrer do tempo foi observado a necessidade de reparos, a partir daí apareceram os primeiros técnicos em montagem e assistência. Sua grande evolução durante a história ocorreu ao longo da Revolução Industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na Segunda Guerra Mundial.

Embora a manutenção se mostre produtiva desde dos anos 70 com aprimoramento nos anos 80, ainda assim a implantação desses sistemas não se deu de forma simples, e mesmo nos anos atuais, se encontram inúmeras dificuldades de execução, transição, implementação, sejam eles de origens técnicas a respeito da mão de obra qualificada e, em muitos casos até resistência por parte de alguns setores industriais, onde tal resistência se atribui aos custos com o sistema, por tanto, tratar sobre esse assunto se mostra essencial até no sentido informativo, uma vez que apresentar as características da gerência de ativos deixa claro que investir em um sistema de manutenção ao contrário da ideia que se tem se inicialmente, agregará principalmente em redução de custos e aumento na produtividade, portanto, percebe-se que representa ganhos múltiplos.

Dessa forma, discorrer sobre manutenção industrial e suas características e desafios se torna essencial diante da realidade do mercado produtivo, onde cada vez mais a relação produto e consumidor tem se estreitado, sabe-se que com o passar dos anos o desenvolvimento técnico e informático, desde os anos de 1980, tem se mostrado aliado na gerência da manutenção de ativos, uma vez que desde a implantação dos microprocessadores deu-se origem aos softwares de gerência que se utiliza na manutenção.

Sabe-se que a gestão se apresenta como uma ferramenta de melhoria contínua em todos os setores em que é aplicada. Com base nessa informação, como o gerenciamento da manutenção pode agregar no setor industrial e quais suas características e desafios de implementação?

A presente pesquisa refere-se a uma revisão de literatura acerca das características e desafios da manutenção na indústria, tendo em vista que as ações de planejamento e gestão da manutenção em ambientes industriais relacionam-se diretamente com a criticidade de suas peças, bem como equipamentos, o que é determinado com base em critérios operacionais, pode-se relacionar tais operações com a gestão de projetos.

2. DESENVOLVIMENTO

A gestão da manutenção desempenha um papel estratégico e desafiador no setor industrial, uma vez que a qualidade das rotinas de manutenção afeta o funcionamento dos equipamentos bem como a disponibilidade, nos setores produtivos, deste modo evidencia-se a relação com a produtividade, lucros, segurança tanto das pessoas quanto do ambiente e por fim, a satisfação do cliente final (LIMA; PORTES; BRITO, 2005).

Todas estas características associadas a demanda e a redução de custos fazem com que a complexidade de gerenciar a manutenção no chão de fábrica se torne ainda mais complexa, de modo que se faz necessário desenvolver e gerenciar rotinas para execução de planejamento, manutenção preventiva, controle de estoques, tomadas de decisões assertivas, padronização de processos e uma série de outras rotinas que se apresentam de acordo com o tipo de indústria (LIMA; PORTES; BRITO, 2005).

A gestão da manutenção industrial vai além de um sistema de controle, para melhor apresentar e explicar essas características se faz necessário exibir e detalhar as ferramentas de manutenção com aplicação nos setores industriais, descrever como ocorrem o gerenciamento das paradas para manutenção e as etapas a serem seguidas e também as dificuldades enfrentadas pelas indústrias na implantação e execução desses sistemas considerando desde questões com mão de obra, maquinaria e financeiro (LIMA; PORTES; BRITO, 2005).

2.1 Ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial

Na relação tecnologia e engenharia da manutenção, conforme se ver o avanço da tecnologia paralelamente se desenvolve a gestão da manutenção, evidenciando-se os benefícios de se investir na gestão de ativos como ferramentas e estratégias de otimização do trabalho, com a finalidade de maximizar a competitividade e os lucros das empresas (GOULART, 2016).

Para Goulart *et al.* (2016) modelos de gerenciamento que, permitem que as falhas aconteçam para então lhe dá com as devidas correções põem em risco toda a linha de produção além de desperdiçar tempo e recursos tanto técnico quanto financeiro. Portanto, considera-se, fundamental que para evitar danos, sejam eles de qualquer modalidade os setores industriais tenham como um fator essencial o fluxo da produção e assim a gestão da manutenção seja priorizada nos setores produtivos. Diante das informações vale destacar as principais ferramentas para a gestão da manutenção, por meios delas torna-se possível otimizar a produção, melhorar a eficiência dos trabalhos e redução de custos.

Existem diversas metodologias e software para se aplicar no gerenciamento da manutenção, com a finalidade de controle, otimização e prevenção de falhas, inclusive de modo automatizado, assim pode-se controlar e programar as paradas evitando que elas ocorram de forma inesperada (GOULART, 2016).

Uma vez que essas rotinas são adicionadas na análise e monitoramentos dos equipamentos contribuem para o sucesso da empresa em todos os aspectos, pois torna o ambiente seguro para os colaboradores, aumentam os lucros e ganha diferencial de tendências de mercado. Assim com a aplicação das ferramentas adequadas se torna possível medir a eficiência dos sistemas de produção por meio de indicadores, de modo a alcançar todos os benefícios citados aqui, deste modo se apresenta algumas ferramentas de gestão de ativos: Backlog; manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM); TPM: Manutenção Produtiva Total; 5W2H; FMECA; Ciclo PDCA; Softwares de monitoramento online e, segundo Goulart (2016) a principal ferramenta é um bom gestor.

2.2 Etapas e gerenciamento das paradas de manutenção

Para gerenciar as paradas de manutenção se faz importante organizar por etapas, assim é possível gerenciar de modo analítico, tem-se, primeira etapa se trará da conceituação ou iniciação, essa etapa se refere a jornada onde se constrói o plano de manutenção, que conta as regras e normas definidas para execução do processo de manutenção (GOMES, 2019).

Próximo passo se trata do planejamento ou preparação, em pose dos dados e informações, é necessário processá-los e organizá-los dentro de um planejamento afim de definir a parada para manutenção, dentro o planejamento se encontra a definição dos

equipamentos e a maneira como passaram por essa manutenção, quais os procedimentos, cronograma das ações, desde quantidade de dias, tempo que compreende a jornada em horas e turnos etc. (GOMES, 2019). Na fase seguinte tem-se a execução, é o processo que efetua, propriamente dito, a manutenção, e pode conter etapas antes e depois, como a preparada, a parada de manutenção e o pós-parada (conhecida também como *start up*) (GOMES, 2019).

Por fim, chega-se a fase de fechamento da parada de manutenção com a entrega do escopo proposto e o retorno da linha de produção ativa. A partida da unidade é efetuada, com uma equipe reduzida acompanhando o seu *start* para acompanhar a retomada dos trabalhos produtivos e como a manutenção vai se portar com o reinício (GOMES, 2019).

2.3 Implementação dos sistemas de Gestão da Manutenção

Simões Júnior (2014), apresenta uma proposta de intervenção baseada em dados extraídos por meio da verificação, sobre a realidade de uma determinada indústria apresentada por ele com o nome fictícios de Pampas, segundo ele para se iniciar a implementação de um sistema de gestão da manutenção se faz necessário um levantamento primeiramente do nível de comprometimento dos funcionários que irão participar diretamente da manutenção bem como a autonomia dos gestores diante das frentes de produção, situação de qualidade de serviço, segurança, capacitação, mão de obra qualificada, políticas de funcionamento, período de produção, tipo de produto, custos de operação entre outros, essas medidas iniciais fazem parte da implementação e são essenciais para o sucesso da gestão, pois em posse dessas informações se torna possível a estruturação do sistema como um todo.

Valdir (2014), apresenta um sistema de gestão informatizado, ele destaca que o sistema informatizado oferece suporte nas atividades de planejamento e controle no gerenciamento da manutenção de ativos por meio de softwares voltado a esse fim, de modo que possibilita vida útil aos equipamentos, controle de estoque, simplificação em ordens de serviços e agilidade nas operações, no método informatizado se faz necessários a criação de fluxogramas para a observação de rotinas conforme a figura 1. Na ilustração pode-se notar as etapas para a solicitar uma ordem de serviço, de modo facilitado, na disposição se possibilita avaliar o que é urgente e o que se pode programar para realizar posteriormente.

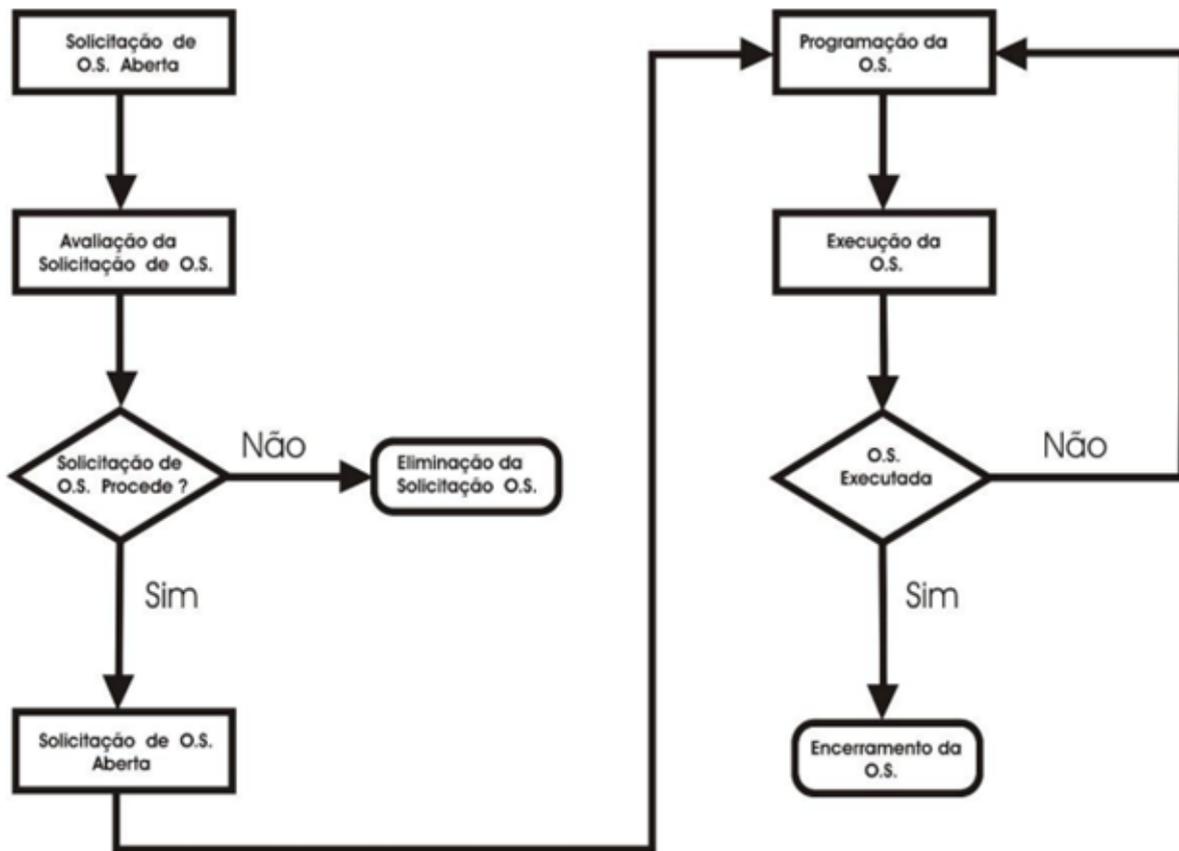


Figura 1: Fluxograma de observação de rotinas

Fonte: VALDIR (2014, 57)

Valdir (2014), apresenta um estudo que se baseia na manutenção preventiva com o principal objetivo reduzir e/ou eliminar a manutenção corretiva, pois a mesma se apresenta como uma intervenção corretiva a fim de minimizar gastos de acordo gerados pela mesma. Ele acrescenta que dependendo do tipo de indústria se torna possível realizar adequações na gestão da manutenção de ativos que podem até eliminar alguns tipos de manutenção, por se tornarem desnecessárias diante do planejamento adotado, tal ideia é reforçada por Arruda (2019) que afirma que a manutenção corretiva se trata de uma ação para corrigir falhas geradas pelos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram falhas e podem se apresentar como reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento.

Cada indústria tem seu próprio nicho e com base neles e sua forma de produção, se define a implementação dos sistemas de gerenciamento de manutenção de ativos, que leva em consideração todas as particularidades que se encontra em cada setor da indústria, assim, se torna possível um levantamento direcionado que irá determinar a abordagem mais indicada e quais ferramentas se mostra mais apropriada para cada setor, diante disso se obtém a manutenção ideal para cada momento, seja a preditiva, preventiva ou corretiva ou se, se faz necessário a utilização de todas, de qualquer forma a finalidade de se implantar um sistema de gestão é garantir o perfeito funcionamento dos setores produtivos (ARRUDA, 2019).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho de revisão de literatura se classifica como uma pesquisa de caráter qualitativa e descritiva, com finalidade de estruturar a fundamentação teórica pertinente ao estudo acerca das características e desafios da gestão da manutenção na indústria, para isto, utilizou-se, livros, publicações acadêmicas, artigos e dissertações relacionados ao tema, com consultas nas plataformas do *Google* acadêmico e *SciELO (Scientific Electronic Library Online)*. Buscou-se, principalmente por materiais publicados nos últimos 10 anos.

A gestão lança mão de diferentes metodologias e tipos de manutenção para alcançar melhores resultados, dessa forma, várias literaturas pesquisadas, foram indispensáveis e possibilitou ao estudo que a gestão da manutenção engloba uma série de processos que visam monitorar e garantir o correto e regular funcionamento de recursos técnicos dos processos industriais.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A fim de demonstrar algumas das vantagens dos planos de manutenção na indústria, a presente pesquisa pretende destacar a partir de análise efetuada na indústria sucroenergética do norte paulista a utilização desses planos nos sistemas industriais. Em um estudo realizado com base no acompanhamento de implantação da gestão de manutenção em uma indústria sucroenergética do norte paulista, onde no ano de 2016 (ano anterior à implantação) constatou se um alto índice de manutenção corretiva emergencial.

TIPOS DE MANUTENÇÃO	PERÍODO DE SAFRA							
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
MACÂNICA	115	75	98	145	154	75	83	45
INSTRUMENTAÇÃO	2	21	36	16	19	38	12	14
CALDERARIA	8	26	41	11	14	27	16	9
ELÉTRICA	0	32	39	47	46	25	19	32
TOTAL	255	154	214	219	233	165	130	100

Tabela 1: Quantidade de manutenções realizadas na safra (2016/2017)

Fonte: Caetano (2016)

A tabela 1 apresenta dados das safras anteriores (2016/2017), segundo Gomes (2019) em posse dos dados e informações, é necessário processá-los e organizá-los dentro de um planejamento afim de definir a parada para manutenção, dentro o planejamento se encontra a definição dos equipamentos e a maneira como passaram por essa manutenção, quais os procedimentos, cronograma das ações, desde quantidade de dias, tempo que compreende a jornada em horas e turnos etc. Observou-se através dos resultados obtidos que o desempenho dela estava comprometido, devido ao número de falhas provenientes da falta de uma estratégia de manutenção eficaz.

Conforme explicado acima, os modelos de gerenciamento que, permitem que as falhas aconteçam para então lhe dá com as devidas correções põem em risco toda a linha de produção além de desperdiçar tempo e recursos tanto técnico quanto financeiro. Por sua vez, a empresa realizava apenas manutenção corretiva emergencial e por este moti-

vo apresentava um alto índice de quebra em seus equipamentos, que ocasionava perda de desempenho deles. Como relatado, paradas não programadas ocasionavam prejuízos consideráveis, pois toda a empresa ficava ociosa enquanto aguardava a finalização da manutenção, gerando uma parada industrial.

4.1 Implementação de Gestão da Manutenção

Segundo Cobêro (2014) a introdução de uma ferramenta de qualidade possibilita às empresas, melhorias e atualizações, que são fatores importantes para o sucesso no mercado.

Foi identificado que algumas dessas ferramentas são amplamente usadas na gestão da manutenção, sendo elas responsáveis pela melhoria significativa no desempenho das empresas que as utilizam de acordo com sua necessidade e de forma correta. Buscando obter uma análise mais precisa das causas da quantidade excessiva de manutenção realizada pela empresa, foi sugerido pela equipe de PCM a utilização das ferramentas da qualidade diagrama de causa e efeito e análise dos Cinco Porquês.

Para minimizar as ocorrências de manutenção corretiva não programada, foi sugerido um estudo de causa raiz das falhas, através das ferramentas da qualidade. Para cada equipamento que a manutenção ultrapasse uma hora, ou que haja ocorrências com muita frequência para ele, é feito uma análise dos Cinco Porquês, se caso não chegue à causa raiz do problema é feito uma análise de causa, através do diagrama de causa e efeito. Com essas análises realizadas a manutenção será efetuada com mais eficiência e provavelmente evitando que a falha volte a acontecer no equipamento. (NASCIMENTO; GALLON; MANOEL, 2017).

- Plano de ação determinado pela equipe:
 1. Selecionar um eletricista e um mecânico que ficaram responsáveis por fazer rotas sensíveis e preditivas, verificando a ocorrência de vibração nos equipamentos, sustentação do equipamento, as acoplagens, as condições de correias, temperatura e vazamentos. A indústria foi dividida em quatro rotas sendo que cada uma delas é constituída por setores próximos entre si, onde a cada dia os responsáveis fiscalizavam as mesmas, observando os motores, bombas e redutores dos locais e preenchendo uma folha de verificação.
 2. Em seguida, o período da tarde com a folha de verificação preenchida era feito o encaminhamento da mesma para a equipe de PCM onde, verificavam os itens que foram encontrados fora dos conformes e, em seguida, era realizada a abertura de uma ordem de serviço de caráter “manutenção corretiva programada” a mesma era inserida em uma lista de pendências e passada para equipe de manutenção do turno seguinte, para realizar a manutenção necessária, aumentando assim a confiabilidade dos equipamentos e evitando futuras falhas.
 3. Uma vez por mês era feito a análise termográfica nos painéis de controle de motores, para verificar aquecimento nos componentes dos painéis, esse tipo de análise gerava um relatório com imagens e descrições dos pontos superaquecidos que era encaminhado para o setor do PCMI onde seriam abertas ordens de serviços para correção dos pontos.
 4. Também foi estipulada uma programação para a realização de manutenção através dos aparelhos para coletas de dados na empresa (aparelho de análise de vibração, câmera termográfica, aparelho de análise de espessura e aparelho de medi-

ção de temperatura infravermelho), já que ela pode identificar possíveis falhas que estão prestes a acontecer e proporcionar uma programação para que haja uma intervenção.

TIPOS DE MANUTENÇÃO	PERÍODO DE SAFRA				
	2016/2017	2016/2017	2016/2017	2016/2017	2016/2017
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
MACÂNICA	115	75	98	145	154
INSTRUMENTAÇÃO	42	21	36	16	19
CALDERARIA	38	26	41	11	14
ELÉTRICA	60	32	39	47	46
TOTAL	255	154	214	219	233
	2017/2018	2017/2018	2017/2018	2017/2018	2017/2018
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
MACÂNICA	63	37	45	68	63
INSTRUMENTAÇÃO	24	11	12	13	10
CALDERARIA	21	14	22	9	8
ELÉTRICA	46	17	18	25	23
TOTAL	154	79	97	115	104

Tabela 2: Comparativo do número de ocorrências entre as safras (2016/2017) e (2017/2018)

Fonte: Nascimento, Gallon e Manoel (2017)

A Tabela 2 apresenta um comparativo dos meses de abril até agosto entre as safras (2016/2017) e (2017/2018) no qual era evidente a diminuição significativa nos números de manutenção corretiva emergencial realizadas na empresa após a implantação do sistema de gerenciamento de manutenção, essa tabela é a junção dos dados anteriores a implantação e posteriores a ela.

Com a implantação do sistema de gestão da manutenção, pôde-se verificar uma redução drástica das paradas por quebras inesperadas, o aumento no desempenho e mais confiabilidade aos seus equipamentos, ferramentas, máquinas instalações e sistemas. Contando com manutenções corretivas programadas, preventivas e preditivas com maior frequência.

A partir dessas análises, encontra a pesquisa justificada, uma vez que se confirmou a necessidade de planejamento da manutenção, a fim de se administrar de forma eficaz as mais diversas variáveis específicas em sua gestão. Por fim, pelos estudos listados acima, pode-se afirmar a que cada tipo de manutenção citada com seus objetivos individuais propriamente ditos colaborou para que houvesse a redução de falhas, e promoveu competência para a equipe de manutenção de se adiantar as mesmas quando possível e acompanhar a vida útil de cada equipamento da empresa.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo buscou mostrar as principais definições e passo de implementação em termos do que realmente é importante quando se trata de gestão da manutenção.

Buscou-se demonstrar também, como o gerenciamento da manutenção pode agregar no setor industrial e quais suas características e desafios de execução.

Conclusivamente, o trabalho pretendeu reforçar a hipótese da aplicação dos tipos de manutenção nas atividades de produção das empresas, o que contribuiu para o alcance dos objetivos estratégicos, otimizando as técnicas e preparando para lidar com eventuais e constantes desafios do mercado, que cada vez mais se mostra competitivo, servindo assim como parâmetro, alicerce na busca da excelência na produção. Vale lembrar, que a proposta dos estudos aqui realizados não tem a pretensão de esgotar um assunto, pois o assunto abordado é totalmente amplo.

Referências

ARRUDA, Nathan da Silva. **Implementação de um sistema de gestão da manutenção preventiva industrial**. Cachoeira do Sul/RS. 2019.

BRITO, J. N.; LIMA, P. F. R.; PORTES, D. F. Sistema de informação e gestão da manutenção de equipamentos industriais SIGM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 20., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2005.

CÔBERO C.; OLIVEIRA, M. C. F. de; PATUDO, P. H. Implantação da ferramenta de qualidade 5'S em uma fábrica de esquadrias de alumínio. **E-Locução – Revista Científica da FAEX [on line]** 2014, vol.1 n.6.

GOMES, Fernando Moraes; BARCELOS, Bráulio Frances. **Planejamento de paradas programadas na manutenção industrial no método PDCA**. Faculdade docutum de João Monlevade 2019.

GOULART, Nádía Heloisa Barbosa. *et al.* **Proposta de implantação de um sistema de manutenção preventiva em uma empresa de pequeno porte no ramo de fabricação de fraldas**. João Pessoa/PB. 2016.

NASCIMENTO, L.; GALLON, M.; MANOEL, P. **IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA**. Revista Produção em Destaque, Bebedouro SP, 2017.

VALDIR, Simões Junior. **Implementação de um sistema de gestão para manutenção industrial**. Panambi/RS, 2014.



43

SISTEMAS PNEUMÁTICOS: DIMENSIONAMENTO E APLICAÇÕES NA INDUSTRIA

*PNEUMATIC SYSTEMS: SIZING AND APPLICATIONS IN
INDUSTRY*

Alex Sander Oliveira Castro
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Sistemas pneumáticos são uma forma simples e econômica de movimento industrial, seja movimentando ou dando suporte a uma variedade de processos. Com o objetivo de apresentar as diversas formas que esses sistemas podem ajudar dentro das indústrias, esse artigo foi realizado através de pesquisas executadas no Google acadêmico. Concluiu-se através dessa pesquisa, que a ampla gama de aplicações pneumáticas na indústria também se estende aos processos de embalagem de produtos e linhas de produção de plástico e papel, bem como operações práticas, veja processos de abertura e fechamento de válvulas e transporte e manuseio de materiais. A tecnologia é conhecida por ser barata, segura e de fácil aplicação. Como resultado, está cada vez mais aparecendo na indústria, resultando em ganhos significativos de produtividade e redução de custos. Combinando componentes pneumáticos com eletrônicos, é possível coletar dados do sistema e utilizá-los de diferentes formas por meio de IoT (Internet das Coisas) e big data. Com isso, todos os processos podem ser gerenciados e otimizados, por exemplo, além de menores custos de produção e manutenção, também é possível garantir maior eficiência energética.

Palavras-chave: Sistemas pneumáticos, Automação, Indústria.

Abstract

Pneumatic systems are a simple, cost-effective form of industrial motion, whether moving or supporting a variety of processes. To present the various ways that these systems can help within industries, this article was carried out through searches performed on Google academic. It was concluded through this research, that the wide range of pneumatic applications in industry also extends to product packaging processes and plastic and paper production lines, as well as practical operations, see valve opening and closing processes and transport and material handling. The technology is known to be cheap, safe, and easy to apply. As a result, it is increasingly appearing in the industry, resulting in significant productivity gains and cost savings. Combining pneumatic components with electronics, it is possible to collect system data and use them in different ways through IoT (Internet of Things) and big data. With this, all processes can be managed and optimized, for example, in addition to lower production and maintenance costs, it is also possible to ensure greater energy efficiency.

Keywords: Pneumatic systems. Automation. Industry.

1. INTRODUÇÃO

Seja automatizando ou dando suporte a uma variedade de processos, os sistemas pneumáticos são uma forma simples e econômica de movimento industrial. Para um gerenciamento industrial ideal, além de entender o cronograma de manutenção das máquinas, todos no chão de fábrica devem entender os equipamentos que utilizam, e o sistema pneumático é um deles. Poucas fábricas operam sem esses sistemas, seja diretamente no processo produtivo ou como meio auxiliar em máquinas e equipamentos.

Visando apresentar as diversas formas que os sistemas pneumáticos podem ajudar dentro de uma organização, esse trabalho propõe uma pesquisa onde o tema busca explicar a importância da correta aplicação desses sistemas, efetuando uma síntese das forças que fazem parte da ferramenta. Este trabalho de conclusão de curso visa destacar a importância da ferramenta, de modo a refletir positivamente dentro da organização, seja de maneira interna ou externa. Por fim, quanto melhor for o resultado de uma empresa, mais destacados serão seus impactos na sociedade e na economia em geral.

Mesmo que a base da pneumática seja um dos conhecimentos mais antigos da humanidade, foi preciso esperar até meados do século XIX para que estudos sobre seus comportamentos e atributos viessem a público e tornassem-se sistemáticos. No entanto, pode-se dizer que não foi realmente introduzido no cenário industrial até depois da década de 1950. O ar comprimido é parte integrante nos dias de hoje e na maioria dos diferentes ramos instalam-se de equipamentos pneumáticos.

O presente trabalho tem por objetivo principal entender a importância da utilização de sistemas pneumáticos e como eles podem impactar no planejamento e operacionalização das empresas e especificamente compreender o funcionamento dos sistemas pneumáticos, entender como a utilização desses sistemas pode gerar vantagens para as indústrias e por fim, definir os métodos utilizados nos sistemas pneumáticos e os ganhos que eles trazem para a linha de produção e o processo como um todo.

Visando apresentar as aplicabilidades desses sistemas nos diversos setores industriais da atualidade, o estudo apresenta uma pesquisa onde o tema busca explicar o conhecimento sobre os métodos utilizados nos sistemas pneumáticos e os ganhos que eles trazem para a linha de produção e o processo como um todo.

O primeiro uso registrado de pneumática remonta ao século primeiro, quando o matemático grego Heron de Alexandria descreveu o uso do vento para gerar energia e transportar objetos. No entanto, a tecnologia não foi comprovada até o século 16, quando o físico alemão Otto von Guericke inventou a primeira bomba de vácuo que usava pressão do ar. O século XIX é um símbolo do desenvolvimento da tecnologia pneumática. Seguindo o trabalho de Guericke, muitos estudiosos começaram a usar o ar comprimido para várias funções. Nessa perspectiva, este trabalho buscará responder ao seguinte problema: Que importância e aplicações nas indústrias os sistemas pneumáticos têm?

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O artigo foi desenvolvido através de um estudo literário com base na revisão bibliográfica, visando abordagens de autores relacionadas aos setores ligados a sistemas pneumá-

ticos, equipamentos pneumáticos, organizações industriais e engenharia mecânica aplicada, de acordo com o tema de estudo em bibliotecas virtuais e físicas da instituição.

O assunto estudado foi feito através de levantamentos com pesquisas executadas frequentemente no Google acadêmico, dispondo dos escritores do “Sistemas pneumáticos” e “Equipamentos pneumáticos”, relacionados ao intervalo entre 2012 e 2022.

2.2 Resultados e Discussão

A compressão do ar ambiente produz uma fonte de energia chamada ar comprimido. O ar comprimido é puro, incolor e inodoro, e sua composição vem de Oxigênio (21%), nitrogênio (78%) e alguns gases nobres (1%), ele é uma energia armazenada usada para operar equipamento pneumáticos. O ar comprimido é muito utilizado no processo de fabricação das Indústrias, desempenhando funções de acionamento mecânico, transporte de materiais e propulsão ferramentas de ar (KARMOUCHE, 2009).

De acordo com Rollins (2004), existem várias possibilidades de aplicação do ar comprimido. Compressão devido à sua simplicidade, flexibilidade e segurança na célula de fabricação do pequeno ao grande. As principais aplicações do dessa substância são: Atuação de ferramentas e motores pneumáticos; Jatos de areia; Sistemas de pintura; Componentes pneumáticos lubrificados e não lubrificados; Ar de instrumentação; Ar de respiração; Teares jato de ar; Processamento de alimentos; Aeração de tratamento de efluentes; Transporte pneumático.

O ar comprimido é uma fonte de energia com demandas de energia muito altas. A eletricidade necessária para a sua produção é grande, pelo que a sua aplicação pode custar 7 a 10 vezes mais do que as tecnologias existentes Energia elétrica em aplicações similares. Segundo a Metalplan (2010), em um ambiente industrial 100m³ de ar comprimido custa cerca de R\$ 0,85 somente em energia elétrica. Fator principal, as justificativas para o uso dessa forma de energia são flexibilidade, comodidade, segurança e o armazenamento é relativamente fácil.

A palavra “Pneuma” vem do grego antigo, significando respiração, vento, filosoficamente e alma. Derivado da palavra “Pneuma”, surgiu o conceito de “PNEUMATIC”, incluindo: o estudo do transporte de gases e seus fenômenos gasosos. A pneumática também é definida como a ciência aplicada do uso de ar comprimido e gases semelhantes, como o nitrogênio, que faz parte da composição do ar atmosférico sendo gerado sob a ação do equipamento e movimentos alternativos, rotativos e combinados (JESUS, 2012).

Os movimentos mais comuns para a aplicação do ar comprimido e ativação muscular são totalmente dependentes da vontade do operador e podem ser observados no mecanismo de abertura da porta do ônibus. O motorista aperta um botão e as portas do ônibus abrem ou fecham. Quando o mesmo botão é pressionado, o movimento é invertido, acompanhado pelo ruído do escapamento. Ar, uma das características dos sistemas pneumáticos (KARMOUCHE, 2009).

O século XIX marcou o início do estudo do comportamento e dos atributos Pneumática está envolvida. No entanto, não foi realmente introduzido no cenário industrial até depois de 1950. Antes disso, era usado na indústria. Mineração, construção civil e indústria ferroviária (freios a ar comprimido). O ar comprimido utilizado como forma de energia é obtido pelo compressor e será direcionado aos atuadores (cilindros pneumáticos e motores pneumáticos). O uso generalizado de ar comprimido na indústria começa com necessidade crescente de automação e racionalização processo de trabalho (JESUS, 2012).

O foco de pesquisa na pneumática é a automação. Com a aplicação da pneumática e outros dispositivos, a mão de obra para realizar múltiplas tarefas foi reduzida. É notável que a pneumática é um dos pilares da automação, vários elementos mecânicos são necessários para converter energia em ar comprimido funcional. O elemento mais simples é o cilindro, que funciona como uma bomba manual para inflar bolas e pneus bicicleta, mas quando o ar entra, o pistão é empurrado e funciona. O ar comprimido precisa estar preparado para fazer o trabalho e é recomendado que antes de tudo se remova as impurezas, remova a umidade para evitar corrosão de equipamentos, acoplamentos ou travas e maior desgaste nas partes móveis do sistema (JESUS, 2012).

Em um sistema pneumático, toda a energia no sistema vem do ar comprimido ou gás pressurizado. Portanto, existem dois componentes básicos em sua execução: o que comprime o ar (o compressor neste caso) e o que usa o ar comprimido para levantar, mover ou segurar o objeto (o atuador). Esse ar comprimido ou gás pressurizado geralmente é filtrado e seco para proteger os cilindros, atuadores, ferramentas e bexigas que realizam o trabalho. Algumas aplicações requerem unidades de lubrificação que adicionam névoa de óleo a um sistema pressurizado fechado. Um tubo ou rede de tubos (loop) também é necessário para trazer o ar do compressor para o atuador (KARMOUCHE, 2009).

Em um sistema pneumático, a energia mecânica fornecida pelo sistema pneumático o motor (que pode ser elétrico ou a combustão) é convertido em energia pneumática por compressor. ar comprimido precisa preparar antes de usar, gerar etapas conhecidas como condicionamento. O ar comprimido é então armazenado em distribuição de reservatórios e linhas de transmissão. definir diferentes tipos de válvulas permitem limitação e controle de energia pneumática, eventualmente convertida em energia mecânica por meio de atuadores (RABIE, 2009).



Figura 1: Compressor de pistão

Fonte: Amhigo, 2016

Nesse processo de conversão de energia, De Negri (2001) olha para duas áreas diferentes da tecnologia. A primeiras cobrem produção, condicionamento e distribuição de ar comprimido. Já a segunda refere-se ao circuito pneumático, doravante denominado o sistema de acionamento pneumático, responsável por converter, de métodos de controle, da energia pneumática à energia mecânica.



Figura 2: Compressor diafragmático

Fonte: Directindustry, 2016

O processo de compressão da atmosfera é caracterizado pelo seu aumento de temperatura, atingindo de 85°C a 180°C, de modo que após passar pelo compressor, o ar comprimido deve passar por um pós-arrefecedor para reduzir a temperatura do ar para 10°C para 15°C. Em temperaturas mais baixas, o processo de remoção de umidade, ocorre através da precipitação da água condensada, que acontece mais facilmente. Este processo ocorre em toda a rede de distribuição aérea. Ar comprimido, mas principalmente em tanques de ar comprimido. Para garantir a máxima remoção de umidade do ar, ele pode ser passado por um secador para remover a umidade até um determinado nível é aceitável para o processo que irá usá-lo. Por fim, antes de usar, o ar seco passará pela filtragem final, removendo impurezas residuais, antes de serem fornecidas à rede de distribuição (ROCHA E MONTEIRO, 2005).

Segundo Karmouche (2009), o uso do ar comprimido como fonte de energia oferece uma série de vantagens para as indústrias que o utilizam. eles estão: O movimento pneumático de alta velocidade libera o operador de operações repetitivas, aumentando o ritmo de trabalho e a produtividade, reduzindo os custos operacionais; Equipamentos pneumáticos com pressão moderada, seguros e livres de acidentes, podem evitar explosão; A produção pode ser aumentada com menor investimento; Fácil de introduzir, exigindo apenas pequenas modificações nas máquinas convencionais, desde que haja ar comprimido; Com a liberação dos trabalhadores de operações repetitivas e cansativas, a incidência de acidentes de trabalho cai significativamente. Os componentes pneumáticos são resistentes às condições mais severas, como oscilações de temperatura, poeira, umidade, atmosferas corrosivas, imersão em líquidos.

Em relação as desvantagens, Karmouche (2009), alerta que apesar das vantagens óbvias, o uso de ar comprimido, a indústria também apresenta algumas limitações que podem ser consideradas desvantagens, tais como: É difícil obter velocidades muito baixas com ar comprimido devido às propriedades físicas do ar comprimido, sugerindo a utilização de um sistema misto hidráulico e pneumático; O ar comprimido deve estar devidamente preparado para o trabalho, pois impurezas e umidade podem danificar equipamentos, travas, acoplamentos e partes móveis do sistema; Os sistemas pneumáticos envolvem menos forças do que outros sistemas, portanto, esses controles não são recomendados, por exemplo, para extrusão de metal; O ar comprimido é uma das principais fontes de poluição sonora quando lançado na atmosfera, este problema pode ser evitado utilizando um silenciador na porta de exaustão.

Os sistemas pneumáticos integrados com outras tecnologias como elétrica, sistemas eletrônicos, mecânica e algoritmos de controle, faz com esta seja vista com uma evolução no que tange os sistemas mecatrônicos (KRIVTS E KREJNIN, 2006).

É claro que a pneumática não está excluída da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0). Afinal, combinar pneumática com eletrônica possibilita coletar dados de sistemas e utilizá-los de diferentes formas por meio de IoT (Internet das Coisas) e big data. Com isso, todos os processos podem ser gerenciados e otimizados, por exemplo, além de menores custos de produção e manutenção, também é possível garantir maior eficiência energética.

Nesse sentido, não há dúvidas de que a automação pneumática não está apenas integrada aos modernos processos de fabricação relacionados à Indústria 4.0. De fato, já existem no mercado brasileiro dispositivos com as tecnologias necessárias para migrar para a Indústria 4.0, como: fieldbus, controle embarcado, aquisição de dados, diagnósticos, terminais de válvulas inteligentes com comunicação I/O-Link, etc.

A tecnologia pneumática desempenhou um papel muito importante no desenvolvimento da indústria, desde sua primeira aplicação como fole ou catapulta séculos atrás, até o uso em larga escala da produção industrial durante a Segunda Guerra Mundial, onde a produção e a automação exigiram a produção industrial, até a alta tecnologia usada hoje.

A aplicação de sistemas industriais cada vez mais automatizados recorre à tecnologia pneumática: sistemas de abertura automática de portas na indústria, elevadores, empilhadores e uma vasta gama de ferramentas pneumáticas (por exemplo, em linhas de montagem na indústria automóvel, em cadeias de produção, por exemplo na indústria agro-alimentar, química e indústrias farmacêuticas, odontológica, construção civil).

Na melhoria e expansão da automação de processos, além da pneumática, todos os sistemas de movimentação e movimentação de materiais ao longo de toda a cadeia produtiva também desempenham um papel fundamental; o desenvolvimento de transportadores de correia e roletes eficientes, seguros e automatizados é fundamental para isso.

Devido à aplicação da tecnologia pneumática, o desenvolvimento de sistemas robóticos também é favorecido. O sistema pneumático permite alta precisão. A tecnologia pneumática aplicada à indústria nos permite realizar uma variedade de movimentos rotativos, de impacto ou de reversão com alta velocidade e precisão.

Outras grandes vantagens da tecnologia pneumática e sua ampla utilização na indústria são a limpeza e a comodidade de obter ar comprimido diretamente do ambiente por meio de um compressor elétrico.

3. CONCLUSÃO

Sistema pneumático é um conceito bastante utilizado na área da mecânica industrial. O autoconhecimento é essencial na tomada de decisões, e quando se trata do ambiente organizacional, o processo não diverge. Organizações e indivíduos necessitam de confiança para seguir em seus processos e produtos, e para isso, faz-se necessário a análise de diversos aspectos fundamentais para se chegar em um resultado satisfatório.

Portanto, cabe aos profissionais responsáveis pela aplicação e execução desses sistemas reunir o máximo de dados e informações, como pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, para obter uma visão mais ampla do quadro geral. Nesse sentido, ressalta-se a importância de uma análise contínua dos tópicos propostos, considerando que todos os aspectos e fatores envolvidos em tais sistemas são relevantes para o desenvolvimento industrial.

Nos últimos anos, o uso de ar comprimido fez progressos significativos no campo da automação industrial. Este esforço decorre de várias razões, uma das quais se deve à pró-

pria natureza do ar.

Portanto, esta tecnologia é sinônimo de simplicidade, baixo custo e alta eficiência. Afinal, o ar tem pontos importantes, como: fácil transporte, resistente a oscilações de temperatura, não polui a atmosfera, boa atuação em sobrecargas, entre outros,

Abordar a importância da pneumática na indústria sob a perspectiva do desenvolvimento da mecânica e automação é necessário aos dias atuais, uma vez que aplicada à engenharia industrial e na vanguarda do desempenho elétrico e hidráulico, a pneumática costuma ter aplicações voltadas à automação industrial, projetadas para melhorar a produtividade e vantagem competitiva de uma empresa, reduzir custos operacionais e eliminar linhas de produção propensas a erros que enfrentam resultados.

Referências

- AMBIGO**, 2016 <<http://amhigo.com.br/compressor-csv-10-100-schulz>> Acesso em 07/009/2022
- DE NEGRI, V. J. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controle: PARTE II - Sistemas Pneumáticos para Automação**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil. 2001
- DIRECTINDUSTRY**, 2016 <<http://www.directindustry.com/prod/gardner-denver-thomas/product7127-447562.html>> Acesso em 01/09/2022
- JESUS, C. S. A. D. **Otimização energética em uma unidade industrial** – O caso da Cerutil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica / Energia e Automação Industrial) – Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, 2012.
- KARMOUCHE, A. R. **Análise da eficiência energética em compressores a pistão em sistemas de ar comprimido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- KRIVTS, I. L.; KREJNIN, G. V. **Pneumatic actuating systems for automatic equipment: structure and design**. **Crc Press**, 2006.
- METALPLAN. **Manual de ar comprimido**. 4 ed. 2010
- RABIE, M. G. **Fluid power engineering**. Nova York, Nova York, EUA: McGraw-Hill 2009. ISBN 978-0-07-162606-4.
- ROCHA, C. R.; MONTEIRO, M. A. G. **Eficiência energética em sistemas de ar comprimido: manual prático**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.
- ROLLINS, J. P. **Manual de Ar Comprimido e Gases**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

44

O USO DE VIBRAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIOS INDUSTRIAIS

*THE USE OF VIBRATIONS IN THE MAINTENANCE PROCESS
OF INDUSTRIAL MACHINERY*

Wadson Azevedo Araújo
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O estudo de vibrações é de suma importância para a Engenharia Mecânica, uma vez que sua análise permite resolver diversos problemas relacionados ao mal funcionamento de sistemas mecânicos, os quais tendem a causar grandes impactos nos meios que se aplicam, principalmente na esfera industrial, onde a manutenção planejada de máquinas e equipamentos é essencial para um bom desenvolvimento dos processos de manufatura por auxiliar na garantia de efetividade dos mesmos e aumento da sua vida útil, uma vez que longos tempos de parada podem acarretar em grandes prejuízos para esses setores. Dessa forma o presente trabalho busca analisar, através de revisão bibliográfica, como se classificam os diferentes tipos de vibrações existentes, a fim de entender como se originam e os impactos que causam nas linhas de produção por acarretar a parada de máquinas e equipamentos e representar riscos, assim como os mecanismos de controle essenciais para uma boa gestão da manutenção e prevenção de acidentes.

Palavras-chave: Vibrações. Manutenção. Impactos. Efetividade. Essencial.

Abstract

The study of vibrations is of paramount importance for Mechanical Engineering, since its analysis allows solving several problems related to the malfunction of mechanical systems, which tend to cause major impacts in the environments in which they are applied, mainly in the industrial sphere, where Planned maintenance of machines and equipment is essential for the good development of manufacturing processes, as it helps to guarantee their effectiveness and increase their useful life, since long downtimes can lead to great losses for these sectors. In this way, the present work seeks to analyze, through a bibliographical review, how the different types of existing vibrations are classified, in order to understand how they originate and the impacts they cause in the production lines by causing the stop of machines and equipment and representing risks. As well as the essential control mechanisms for good maintenance management and accident prevention.

Keywords: Vibrations. Maintenance. Impacts. Effectiveness. Essential.

1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira geração da manutenção, até os dias atuais, houve um grande salto em desenvolvimento estratégico e tecnologia industrial. Dentre elas, uma nova maneira de identificar potenciais problemas ou atipicidades surgiu no mercado, a análise de vibração. Com uma redução evidente nos custos de manutenção, a análise de vibração possibilita uma previsão eficaz de possíveis intervenções, além de proporcionar uma maior vida útil aos maquinários, sua operação é considerada simples e rápida.

As vibrações estão presentes constantemente na realidade industrial, máquinas e equipamentos sempre estão sujeitos a elas, as quais são indissociáveis dos seus funcionamentos. Assim o estudo de vibrações se faz necessário pela sua importância no meio industrial, considerando que um bom estudo de caso, aliado a um conhecimento prévio das possíveis causas e consequências de paradas decorrentes da necessidade de manutenção, pode potencializar a efetividade do processo.

A análise de vibrações é uma importante ferramenta nos processos de manutenção em máquinas e equipamentos. Com ela, torna-se possível prever e controlar problemas no desempenho de máquinas e equipamentos, assim como identificar peças que precisem ser trocadas. Dessa forma, busca-se elucidar: Como pode-se definir e controlar os diferentes tipos de vibrações?

O presente estudo busca elucidar os diferentes tipos de vibrações, como se caracterizam a fim de identificar as devidas formas de controle e como se relacionam. Tratando de forma objetiva, nas quais se destacam os seguintes objetivos específicos: Compreender como se caracterizam os diferentes tipos de vibração; apresentar a utilização da análise de vibração; relacionar tais informações com as máquinas e equipamentos onde ocorrem, a fim de obter uma análise mais ampla das causas e consequências dos problemas decorrentes das vibrações.

2. METODOLOGIA

A pesquisa será realizada através de revisão de literatura, contemplando sites, livros, artigos e dissertações publicados nos últimos dezoito anos. As palavras-chave usadas para fomentar a pesquisa serão: análise de vibrações; controle vibracional; vibração em máquinas e equipamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o avanço iminente da tecnologia, a indústria passa a ser um ambiente impossibilitado de pausa, visto que quaisquer intervalos de produção podem gerar danos financeiros de altíssimo risco. Visto isso, o sistema de fabricação passou a buscar novas formas de manter seus maquinários funcionando sem parar por completo a produção. Desta forma, diferentes tipos de manutenções passaram a se popularizar, dentre elas destaca-se o método de análise de vibração, tema central do presente estudo.

A análise de vibração obedece a um padrão previamente esquematizado e definido geralmente pelo fabricante ou fornecedor dos produtos ativos da fábrica, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças usadas por novas, asse-

gurando assim o funcionamento ideal da máquina por um período predeterminado, evitando pausas a produção e transtornos ocasionados por tal (ALMEIDA, 2001).

As vibrações podem ser definidas como qualquer movimento oscilatório, ou seja, que se repete após um intervalo de tempo denominado período. Esse movimento pode ocorrer em corpos rígidos ou partículas (seja estes isolados ou em associação). As vibrações podem ser classificadas em amortecidas e não amortecidas e, internas a estas, livres ou forçadas. As vibrações livres ocorrem quando o movimento resulta apenas de condições iniciais, não havendo nenhuma causa externa atuando durante o mesmo. Zhou (2012) complementa, quando os efeitos de transferência de energia geram uma ação contínua de movimentos vibratórios, trata-se de um modelo vibratório forçado ou de regime permanente. Enquanto ao amortecimento Cismasiu (2018) define:

- Não amortecidas: quando se pode desprezar o atrito - o movimento continua indefinidamente;
- Amortecidas: a amplitude decresce lentamente até que, passado um certo tempo, o movimento cessa.

Segundo Ribeiro (2019), qualquer movimento que se repita após um intervalo de tempo pode ser denominado vibração. Uma massa suspensa acoplada a uma mola presa a um referencial, que se desloca da sua posição inicial até um limite superior e inferior, retornando a sua posição original é um sistema vibratório simplificado. Este movimento é considerado um ciclo de oscilação completo e o tempo gasto para completar um ciclo é denominado período. A repetição desse movimento é chamada vibração por unidade de tempo e a quantidade de ciclos presentes nessa unidade de tempo é caracterizada frequência de movimento (SILVA, 2012).

Além destas, podem ser classificadas em linear e não linear, determinísticas e aleatórias. Enquanto a linearidade, pode-se definir a vibração linear como aquela que, como o nome diz, se comporta linearmente, ou seja, de acordo com uma equação do 1º grau ($y=ax$). Qualquer vibração que tenha um componente fora desse padrão, é considerada não linear (SILVA, 2012)

Caso a vibração seja linear, o princípio da superposição pode ser aplicado e as técnicas de análise são bastante compreensivas. Como todos os sistemas vibratórios tendem a se comportar não-linearmente com o aumento da amplitude de oscilação, um conhecimento de vibração não-linear é necessário ao se lidar com sistemas vibratórios na prática (SILVA, 2012).

Vibrações determinísticas são aquelas em que a magnitude é conhecida em qualquer instante no sistema, pode-se considerar também que esta é um tipo que pode ser equacionada pela sua periodicidade. As oscilatórias têm variância nas suas magnitudes, ou seja, não pode ser equacionada. O conhecimento das características gerais que envolvem o conceito de vibração é fundamental para a análise e determinação dos métodos adequados para o controle da mesma, uma vez que, a partir deste conhecimento prévio, pode-se definir quais os materiais e procedimentos mais adequados (ALVES, 2009).

No monitoramento pelas técnicas de vibração, as vibrações das máquinas podem ser medidas externamente, sem abrir ou parar as máquinas. É um método não destrutivo, que dá a possibilidade do diagnóstico das condições de falha, a um custo não proibitivo (ALVES, 2009).

E segundo Almeida (2001), a análise das vibrações é o melhor parâmetro para avaliar as condições dinâmicas, como balanceamento, estabilidade nos mancais, tensões dinâmicas existentes em componentes, e falhas incipientes em rolamentos e engrenagens, além

de identificar desalinhamentos entre eixos e tolerância limite de funcionamento. Outro ponto importante é que todos os níveis de vibrações medidos e analisados, podem ser comparados aos limites recomendados pelos fabricantes e/ou por informações da máquina quando nova ou em boas condições de operação.

O excesso de vibração para Alves (2009, p.13) “[...] se constitui frequentemente em um processo destrutivo, ocasionando falhas nos elementos de máquinas por fadiga”. Alves (2009) aponta que dentre as diversas fontes de vibração aquelas mais comuns e que, portanto, podem ser apontadas como as principais causadoras dos problemas das vibrações mecânicas são: Desbalanceamento; Desalinhamento; Folgas Generalizadas; Dentes de Engrenagens; Rolamentos; Corrente Elétrica; Campo Elétrico Desequilibrado; Outros. Para Nascimento (2006) a Análise de Vibração pode ser mensurada como sendo, o processo em que as falhas em alguns elementos móveis de uma máquina ou equipamento, são encontradas através da taxa de variação das forças dinâmicas geradas.

Assim, visando controlar as variações nas vibrações de máquinas e equipamentos, com a análise de vibrações pode-se prever uma falha no funcionamento ao e identificar alguma alteração na frequência de vibracional de algum dos componentes, permitindo que este seja alterado antes de provocar danos maiores (NEPOMUCENO, 2014). Ainda, de acordo com Nepomuceno (2014), a análise de vibração é de suma importância para o conceito de manutenção preditiva, já que ela avalia de forma eficaz as condições dos equipamentos, assim, evitando uma pausa maior para futuras correções.

Vibrações mecânicas presentes em mecanismos rotativos são uma das melhores fontes de investigação em manutenções. De acordo com Zaions (2003) um sistema vibratório simplificado se baseia no deslocamento de uma massa suspensa acoplada a uma mola presa a um referencial. A frequência do movimento vibratório pode ser analisada, e comparada em intervalos diferentes, para averiguar a existência de irregularidades, interferência ou defeitos que venham a modificar a vibração correta do equipamento. Silva (2012) propõe que a fadiga devido a níveis fora da normalidade de vibração, podem levar a quebra, e assim desalinhado toda uma linha produtiva.

As variáveis que comumente interessam na vibração são três: deslocamento, velocidade e aceleração. Existem transdutores aptos a converter os sinais mecânicos associados à vibração em sinais elétricos. Tendo por base o fenômeno físico utilizado para conversão, é possível ter à disposição transdutores sensíveis ao deslocamento, à velocidade das partes móveis e a aceleração (SILVA, 2012).

Tanto a manutenção preventiva como a preditiva, utilizam da análise de vibração como forma de averiguar as condições de um equipamento com mecanismo rotativo. Visto que ambas são consideradas formas de manutenção planejada. De acordo com a NBR 5462 (1994) a manutenção preventiva é realizada periodicamente, e é direcionada para a redução da probabilidade de haver falha ou degradação de um equipamento. Já na manutenção preditiva ou controlada, se tem um sistema de técnicas de análise que visam reduzir tanto a manutenção preventiva, como a manutenção corretiva.

Os sinais ou leis de controle são determinados em função das características dinâmicas das estruturas, dos sinais de excitação e da resposta temporal do equipamento controlado, ou seja, da amplitude de resposta do sistema, devendo ser determinada automaticamente, o que resulta em maior adaptabilidade (NAGAHAMA, 2013). Essa determinação deve ser feita através dos instrumentos adequados ao processo.

Para identificar uma série de falhas que ocorrem de acordo com a frequência vibracional das máquinas em que estão inseridas se faz necessário utilizar diferentes instrumentos capazes de definir a intensidades dos possíveis danos, tais como os medidores de vibração

analisadores de frequência (proxímetros e acelerômetros) (KARDEC; NASCIF, 2004).

A velocidade de vibração tem sido selecionada como um parâmetro importante para caracterizar a severidade de vibração de uma máquina. O valor da velocidade RMS é usado para medir a severidade de vibração e o nível máximo medido ou calculado é definido em uma posição selecionada e dentro de condições operacionais e ambientais pré-ajustadas. Esta pode ser medida e mostrada diretamente por instrumentos eletrônicos apropriados (NASCIMENTO, 2016).

De acordo com Geitner e Bloch (1994), o procedimento de obter e apresentar as amplitudes de vibração para todas as frequências presentes, talvez seja a mais útil de todas as técnicas de análise. Estima-se que 85% dos problemas que ocorrem em máquinas rotativas possam ser identificados a partir da análise no domínio da frequência. Segundo Klemptow et al. (1998), as frequências presentes no sinal de vibração medido constituem algumas das informações mais úteis obtidas para diagnosticar problemas da dinâmica da rotação.

O desbalanceamento, o desalinhamento e a presença de mancais defeituosos são as principais causas de vibrações indesejadas em rotores, de modo que grandes amplitudes de vibração síncrona, isto é, na mesma frequência que a rotação do eixo, geralmente indicam um problema de desbalanceamento do rotor.

O comportamento vibratório pode revelar muitos detalhes sobre o funcionamento de um equipamento, como descreve Souza (2008), que seja através de comparações com vibrações normais e anormais, até a detecção de desalinhamento, desbalanceamento, falhas e folgas em rolamentos, problemas nos motores, dentre outros.

O comportamento vibratório pode revelar muitos detalhes sobre o funcionamento de um equipamento, como descreve Zhoul (2012), que seja através de comparações com vibrações normais e anormais, até a detecção de desalinhamento, desbalanceamento, falhas e folgas em rolamentos, problemas nos motores, dentre outros.

Segundo Ribeiro (2019), qualquer movimento que se repita após um intervalo de tempo pode ser denominado vibração. Uma massa suspensa acoplada a uma mola presa a um referencial, que se desloca da sua posição inicial até um limite superior e inferior, retornando a sua posição original é um sistema vibratório simplificado. Este movimento é considerado um ciclo de oscilação completo e o tempo gasto para completar um ciclo é denominado período. A repetição desse movimento é chamada vibração por unidade de tempo e a quantidade de ciclos presentes nessa unidade de tempo é caracterizada frequência de movimento (CISMASIU, 2018).

Tendo isso em vista, a utilização da análise vibratória como técnica a ser aplicada junto as averiguações periódicas da manutenção preventiva possui grande valia, visto que esta tem a capacidade de perceber falhas iniciais antes mesmo de se tornarem um problema, evitando uma maior logística para a manutenção futura. Juntamente de outras avaliações dentro da manutenção preventiva, permite analisar o rendimento e qualidade dos equipamentos em que essas técnicas são aplicadas (GONÇALVES, 2016).

4. CONCLUSÃO

Dentro dos processos de manutenção, uma das técnicas que mais se destaca trata-se da análise de vibração. Tendo isso em vista, a utilização da análise vibratória como técnica a ser aplicada junto as averiguações periódicas da manutenção preventiva possui grande valor ao mercado, visto que esta tem a capacidade de perceber falhas iniciais antes mes-



mo de se tornarem um problema, evitando uma maior logística para a manutenção futura.

Desta maneira, o uso das vibrações nos processos de manutenção de maquinários oferece a indústria um método mais prático e rápido para a execução de etapas focadas na previsão de danos, visto que as vibrações das máquinas podem ser medidas externamente, sem abrir ou parar as máquinas. É um método não destrutivo, que dá a possibilidade do diagnóstico das condições de falha, a um custo não proibitivo.

No setor de produção industrial, uma das maiores causas de paradas não planejadas são motivadas pelos processos de manutenção corretiva, que busca solucionar problemas depois de expostos. Toda via, entretanto, um setor tão urgente não pode correr riscos de paradas corretivas sempre, pois isso implicaria em altos custos a indústria.

Tendo isso em vista, a análise de vibração aplicada as etapas da manutenção preventiva e preditiva, oferece ao setor uma alternativa mais acessível e prática, pois a mesma funciona de forma pontual nos diagnósticos de eventuais falhas. Podendo assim, prever possíveis falhas ou desbalanceamentos de equipamentos, garantindo a efetividade e continuidade da produção.

Referências

- ALMEIDA, R. G. T., VICENTE, S. A. S., PADOVESE, L. R., **New Technique for Evaluation of Global Vibration Levels in Rolling Bearing COBEM 2001**, *Vibration and Sound*, Vol. 10 pp. 241 _ 248, 2001.
- ALVES, Alison Jorge. **Estudo de caso da importância da manutenção preditiva com ênfase na análise de vibração em uma usina sucroalcooleira**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção. UNIFOR-MG, 2009.
- BLOCH, H. P., GEITNER, F. K., **Machinery Failure Analysis and Troubleshooting**, 2 ed. Texas, Gulf Publishing Company, 1994.
- CISMASIU, Corneliu. **Apontamento de vibrações mecânicas**. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 2018.
- GONÇALVES, Cirilo Felipe et al. Implantação de um Programa de Manutenção Preventiva com Estudo de Caso em uma Empresa de Beneficiamento de Grãos. **Janus**, v. 13, n. 23, 2016.
- HOLANDA, Sandra Maria Santos. **Aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações em equipamentos de trens urbanos com plano de manutenção proposto**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica**, 2ª ed, 1ª Reimpressão 2004. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, Coleção Manutenção, Abramam.
- KLEMPNOW, LESCANO, VIGNALE, RUZZANTE, HIERRO, **Análisis de Falhas en Cojintes a Rodamientos usando Vibraciones Mecânicas y Emisión Acústica**. 18º Encontro da SOBRAC, 1998, Florianópolis, pg.(591 - 594).
- MORAIS, Bruno Emanuel Folgado Bento. **Análise de vibrações a grupos de eletrobombas de uma estação elevatória**. 2016. Tese de Doutorado.
- NAGAHAMA, C. (2013). **Análise numérica e modelagem computacional de um sistema estrutural com controle semiativo de vibração do tipo amortecedor**. Master's thesis, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora-MG.
- NASCIMENTO, Rodrigo do. **Manutenção Preditiva usando Análise de Vibração**. 2006. 38f. Dissertação (Graduação) Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Centro Universitário Anhanguera, Faculdade de Pirassununga.
- NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1**. Editora Blucher, 2016.
- RIBEIRO, Diogo Feitosa. **Eficiência da Análise de Vibração na Detecção de Possíveis Falhas Mecânicas**. 2019.
- SILVA, Bruna Tavares Vieira da. **Bancada para análise de vibração: análise de falhas em máquinas rotati-**

vas. 2012.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009. 285 p.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma Planta de Celulose e Papel**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2003.

ZHOUL, Xinping. Vibração e estabilidade de cápsulas cilíndricas de paredes finas endurecidas por anel que transportam fluido. **Acta mechanica solida sinica** , v. 25, n. 2, pág. 168-176, 2012.



45

APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA POR ANÁLISE DE VIBRAÇÕES

*APPLICATION OF PREDICTIVE MAINTENANCE BY
VIBRATION ANALYSIS*

Diego Zidane Sousa Costa Almeida

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O presente artigo apresentou uma abordagem de pesquisa aplicada a partir de um estudo desenvolvido empregado na realidade diária das empresas, e engloba seu funcionamento e suas necessidades como principal aliado da manutenção em máquinas e equipamentos. Além disso, a aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações como tema central desde trabalho levou-nos a compreender desde aspectos históricos como a revolução industrial, o Fordismo e a evolução tecnológica do processamento de dados até características técnicas aplicadas a prestação de serviço, como a manutenção preventiva, a preditiva e a engenharia de manutenção, com a finalidade de obter excelência em suas aplicações. Para tanto, foram apresentadas formas de manutenção com base no aspecto prático, do contexto teórico da utilização de aparelhos, seu funcionamento e todos os fatores que corroboram para o caráter preventivo da manutenção preditiva por análise de vibrações, esmiuçando as diversas modalidades de falha, como o desbalanceamento, desalinhamento, folgas, falhas elétricas e excentricidade, que visa a redução de perdas e defeitos posteriores.

Palavras-chave: Manutenção preditiva, Vibração, Análise, Equipamentos.

Abstract

The present article presented an applied research approach from a developed study employed in the daily reality of companies, and encompasses its operation and needs as the main ally of maintenance in machinery and equipment. Moreover, the application of predictive maintenance by vibration analysis as the central theme of this work led us to understand from historical aspects such as the industrial revolution, Fordism and the technological evolution of data processing to technical characteristics applied to service provision, such as preventive maintenance, predictive maintenance and maintenance engineering, in order to obtain excellence in their applications. For this, forms of maintenance were presented based on the practical aspect, the theoretical context of the use of equipment, its operation and all factors that corroborate the preventive nature of predictive maintenance by vibration analysis, scrutinizing the various types of failure, such as unbalance, misalignment, gaps, electrical faults and eccentricity, which aims to reduce losses and subsequent defects.

Keywords: Predictive Maintenance, Vibration, Analysis, Equipment



1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tratou sobre a aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações, que comporta um conjunto de ações voltadas à aferição da situação de um equipamento no quesito operacional e de forma fidedigna, com o objetivo de estabelecer uma projeção de futuro para a otimização da produção nas indústrias. Em caráter específico, a abordagem se refere a análise de vibrações, e buscou obter dados periódicos e com parâmetros de menor variação.

A problemática motivadora se justificou por ter se tornado uma ferramenta substancial nos processos que envolvem equipamentos industriais que emitem oscilações mecânicas, por possibilitar a previsão de problemas de desempenho e determinar os componentes que necessitam de manutenção. Logo, tal análise é essencial para a melhoria das condições de trabalho nas máquinas, por reduzir o percentual de falhas inesperadas, e por consequência a redução nos custos de manutenção e de convenção.

A partir do exposto, fez-se mister delimitar o problema do presente trabalho. Os equipamentos industriais podem apresentar diversas modalidades de falha, como por exemplo o desbalanceamento, desalinhamento, a excentricidade, as folgas e os defeitos de origem elétrica. A resolução de tais mazelas pode gerar inúmeros prejuízos financeiros e de produção, devido a necessidade de interrupção do funcionamento dos sistemas. Sendo assim, quais os métodos utilizados na prevenção de defeitos nos equipamentos que são submetidos à aplicabilidade da análise de vibração?

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo central demonstrar a aplicação da manutenção preditiva no campo da análise de vibrações, e teve como objetivos específicos apresentar o contexto histórico voltado para o campo da manutenção. Descrever a manutenção preditiva e seus processos de aplicação nos setores industriais; Mostrar como as metodologias de manutenção preditiva contribuem na redução de custos e qualidade no final do produto.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho se se dividiu em dois momentos para sua execução: a primeira se constituiu de uma pesquisa de revisão de literatura, sendo realizada através de uma análise crítica, tendo como fonte de pesquisa uma variedade literária pertinente à temática em estudo, tais como: registros, anais, regulamentos, vasta literatura, revista especializada e sítios eletrônicos e segundo momento se constituiu com levantamento de dados. Já no segundo momento, se deu início da parte construtiva do artigo, colocando em prática toda pesquisa crítica, selecionando período dos artigos pesquisados, onde foi prioritariamente, entre os anos 2013 e 2019, sendo utilizadas obras clássicas de diversas datas para apropriação de conceitos e para aferição de pontos históricos. Os principais termos utilizados na realização da pesquisa foram: manutenção preditiva, análise de vibrações, história da manutenção e modalidades de manutenção com uma visão de exemplificar os métodos usados pelas empresas de grande e médio porte para serem aplicado como base para empresas com deficiência neste processo.

3. CONTEXTO HISTÓRICO, PROCESSOS E ANÁLISE DE VIBRAÇÕES REALIZADAS POR MANUTENÇÃO PREDITIVA

Sobre o processo histórico da manutenção. Nesse sentido, cumpre asseverar que o termo manutenção segundo Monchy (1989) tem origem no vernáculo militar, cujo sentido era manter o efetivo e o material constantes nas frentes de combate. Além disso, assinala o autor que o termo foi empregado na linguagem industrial na década de 50 nos Estados Unidos, e em outros países como a França e a Inglaterra, quando o termo substituiu progressivamente o vocábulo “conservação”.

Apesar do exposto, vale ressaltar que os primeiros registros de manutenção são oriundos das atividades dos Vikings, em meados do século X, que dependiam da manutenção para manter suas frotas navais em perfeitas condições. Além disso, Monchy (2003) assevera que no século XII surgiram as primeiras referências à palavra manutenção, demonstrando que a história deste ofício acompanha o desenvolvimento industrial e tecnológico da humanidade. Esse cenário, com manutenção e produção realizadas pelo próprio operador, predominou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de montagem introduzidas por Henry Ford iniciaram a demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, predominantemente direcionados para o que hoje se denomina manutenção corretiva.

De acordo com Monchy (2003) esse cenário, com manutenção e produção realizadas pelo próprio operador, predominou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de montagem introduzidas por Henry Ford iniciaram a demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, predominantemente direcionados para o que hoje se denomina manutenção corretiva

Apesar do exposto, a consolidação da manutenção industrial ocorreu apenas durante o Fordismo, conforme assevera Moreira Neto (2017), *in verbis*.

De acordo com Kardec e Nascif (2009):

O pensamento de como fazer manutenção tem início após a implantação da produção em série por Ford, onde as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, em consequência, sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas operatrizes no menor tempo possível. Dessa forma, surgiu um órgão subordinado à operação cujo objetivo básico era a execução da manutenção corretiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

É desta maneira, que a doutrina de Kardec e Nascif (2009) divide a história contemporânea da manutenção em quantos períodos, que serão expostos nos tópicos a seguir. Já analisando um período posterior, segundo Kardec e Nascif (2009) a primeira geração compreende o período que antecede a Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 50, quando a indústria era pouco mecanizada com equipamentos de simples funcionamento e grandes dimensões. Além disso, o momento histórico apontava para a desnecessidade de grandes produções, conseqüentemente apenas eram necessários serviços de limpeza, lubrificação e reparo, ou seja, a manutenção era principalmente corretiva, e sem qualquer planejamento. Nesse sentido, a competência que se buscava em um operador era a de executar o reparo.

Durante este período, apesar da crescente preocupação com a manutenção, está ainda era rudimentar, como se observa nos ditames de Tavares (1998), que afirma que a manutenção, entre as grandes Guerras Mundiais, era efetuada pelo próprio corpo operacional, se revestindo de importância secundária. No mesmo diapasão, assegura Wyrebsk

(1997) que neste momento histórico, o próprio operador da máquina recebia treinamento para realizar reparos e era responsável pela manutenção. Já, a segunda geração inicia-se no período posterior a segunda grande guerra, quando a demanda por todos os tipos de produtos industrializados cresceu. Portanto, observou-se a redução da mão de obra humana e a ascensão da mecanização industrial.

Outro sim como afirma Campos Júnior (2006), foi nesta época que nasceu a engenharia de manutenção, impulsionada pelo crescimento do setor nas indústrias. Com isso, teve início a implantação dos planejamentos das atividades de manutenção preventiva com o intuito de aumentar a vida útil e durabilidade dos equipamentos, superando as características vigentes na primeira geração, ultrapassando o modelo corretivo e migrando para o modelo da manutenção baseada no tempo. Ainda segundo o autor, a manutenção é um fator chave para a produtividade industrial e para a qualidade dos produtos. Onde, a origem do termo em questão vem da ideia de restabelecer baseada na noção de correção, buscando um estado específico e determinado. Além disso, Monchy (1989) acrescenta o aspecto econômico ao conceito, definindo que a boa manutenção deve assegurar às atividades industriais um custo final otimizado.

Superada a conceituação, é importante definir os tipos de manutenção que são caracterizados pela forma de intervenção no sistema. Tais formas são: a corretiva, a preventiva, a preditiva, a detectiva e a engenharia de manutenção. Nesse sentido, passa-se a expor a manutenção corretiva nas suas características planejada e não planejada (MONCHY, 1989).

Já se tratando de um outro tipo muito trabalhado e analisado no setor industrial, é a manutenção preventiva e segundo Kardec e Nascif (2009) a atividade executada com o intuito de reduzir ou extinguir as falhas e as quedas de desempenho, com base em um plano previamente elaborado, estipulado em intervalos definidos de tempo. No mesmo sentido, Slack et al (2002) cita que tal modalidade tem o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas na manutenção, seja por meio de limpeza, lubrificação, substituição de peças ou verificação, no âmbito industrial, mediante planejamento organizado cronologicamente.

Em concordância com o exposto, Xenos (1998) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva em face de manutenção corretiva, *litteris*:

A frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos (XENOS, 1998).

Superado o aspecto conceitual, Monchy (1989) enumera os objetivos da manutenção preventiva. Cita o autor que esta deve aumentar a confiabilidade do equipamento, reduzir as falhas em serviço, prolongar a vida eficaz da máquina, potencializar o planejamento dos trabalhos, reduzir a carga de trabalho, facilitar a gerência de estoques e reforçar a segurança.

Além disso, Kardec e Nascif (2009) explicam que a eficácia da manutenção preventiva é diretamente proporcional a simplicidade na reposição e aos custos associados as falhas. Ademais, assinalam que os riscos ao meio ambiente, a complexidade do sistema e os aspectos de segurança são fatores levados em consideração para a adoção de tal modalidade.

Apesar do exposto, a manutenção preventiva nem sempre configura a melhor opção no âmbito industrial. Conforme os ditames de Silveira (2017), a periodicidade definida pode

aumentar os custos com substituição de componentes e mão de obra, além de tornar suscetível as falhas iniciais conhecidas como curva da banheira. Esse tipo de manutenção possui o segundo maior custo dentre as modalidades disponíveis para a indústria.

Em tom crítico, Kardec e Nascif (2009) asseveram que a modalidade preventiva promove a retirada do equipamento de sua operação para a execução de suas atividades programadas, assim, é necessário ponderar os fatores para que o uso dessa política seja adequado à realidade dos equipamentos, sistemas ou plantas. Os autores em comento expõem que nem sempre há precisão nos dados fornecidos pelos fabricantes, o que dificulta o planejamento de manutenção, que também é alterado pelas condições ambientais que podem promover a degradação precoce.

2.1 Manutenção Preditiva

Se tratando do nosso caso trabalhado mais precisamente na análise de vibração, a manutenção preditiva é, segundo Kardec e Nascif (2009), a atuação efetuada com base na modificação das variáveis de condição ou de desempenho, com base em um sistema definido. Através das técnicas preditivas é que se diagnostica um problema e se efetua a correção, de forma planejada. Um estado no qual foi analisado é o ato contínuo, vale expor os ditames de Monchy (1989), quando cita que tal modalidade é uma forma hodierna de manutenção, em que se propõe assegurar a operação ininterrupta do equipamento com a finalidade de prevenir as falhas inesperadas.

Além do exposto, Lima e Castilho (2006) afirmam que, devido à semelhança, pode-se afirmar que a manutenção preditiva é uma evolução da preventiva, pois supera a anterior pela possibilidade de manter o equipamento em funcionamento, e assim, privilegia a disponibilidade de operação. Afirmam ainda que tal evolução foi possível através dos avanços da informática, que permitem que as intervenções só ocorram de acordo com os devidos sinais e, portanto, quando houver real necessidade.

Nessa esteira, Kardec e Nascif (2009) citam que tal modalidade de manutenção apresenta alguns pré-requisitos, quais sejam, tal modalidade exige a qualificação da mão de obra responsável pela análise e formulação do diagnóstico, exige que o equipamento permita algum tipo de monitoramento ou medição, exige ainda que as falhas sejam oriundas de causas de possível monitoramento e por fim, que seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizado. Para Branco (2010) afirma que o ato contínuo, algumas falhas incidem imediatamente sobre o desempenho de máquinas e equipamentos, entretanto, existem outras que não apresentam efeito imediato, como por exemplo os sistemas de comando e proteção. Nesse sentido, cita que tais defeitos podem gerar consequências graves durante a vida útil do equipamento, logo, para evitar que incidentes aconteçam, ou impliquem em interrupções na produtividade, é necessária a aplicação da manutenção detectiva.

Segundo Benedetti (2002), aplicação da manutenção preditiva por análise de vibração, partindo de um pressuposto do estudo da teoria das vibrações mecânicas, movimento harmônico simples, e dos componentes do sistema vibratório. Além disso, haverá exposição da forma de medição e análise de vibração, além de suas estratégias e das normas técnicas aplicadas. A princípio, vale destacar a existência de alguns conceitos básicos sobre vibração mecânica. Onde, a vibração mecânica é um tipo de movimento em que uma massa reduzida a um ponto é submetida a uma força. Tal força obriga o ponto a efetuar uma oscilação. Para que tal movimento se caracterize como uma vibração, ele deverá descrever uma trajetória completa denominado ciclo, ou período de oscilação.



Essas vibrações possuem grande importância prática no cotidiano dentro do setor industrial. Nesse sentido, afirma Holanda (2016) que as vibrações são fenômeno da natureza, que englobam desde grandes tremores de terra até a utilização de aparelhos domésticos. Neste espectro se incluem os equipamentos industriais, que induzem movimentos vibratórios aos operadores e as demais máquinas situadas no mesmo espaço físico.

Quando observamos o campo da engenharia, a aplicação das vibrações é de suma importância, tendo em vista que seus efeitos podem causar desgastes e falhas. Nesse diapasão, França e Sotelo (2013) afirmam que deve haver esforços para a eliminação da vibração no âmbito industrial, entretanto, no caso da impossibilidade deve haver tentativa de mantê-la sob controle, para que, por meio do planejamento apropriado, seja possível a substituição dos componentes mecânicos antes da ocorrência de avarias.

Logo, é cediço que tal controle deve estar previsto no projeto industrial e aplicado a todas as estruturas afetadas. Logo, Holanda (2016) assevera que compreender os conceitos das vibrações mecânicas e associá-los as técnicas de manutenção preditiva é fundamental para a melhoria de projetos e operações de equipamentos, veículos e demais máquinas submetidas aos movimentos vibratórios.

Ademais, destacam Kardec e Nascif (2009) que existem três parâmetros para a mensuração dos níveis de vibração: o deslocamento, a velocidade e a aceleração. Atualmente, as unidades métricas são recomendadas pela ISO – 10816, sendo deslocamento os micrometros (μm), para a velocidade o milímetro/segundo (mm/s) e a aceleração medida em metro/segundo² (m/s^2). Podemos destacar ainda que um sistema vibratório é composto por quatro elementos. O primeiro deles é a força excitadora, uma grandeza externa que ativa o ciclo do movimento vibratório. Além desta, Nepomuceno (1989), define os demais, *in verbis*:

Massa: Considera-se que a massa ou inércia é um corpo rígido (não deforma), sendo o meio de armazenar energia cinética. Esse componente não possui nenhum mecanismo de dissipação de energia. (..) Mola: Componente do sistema mecânico que possui flexibilidade elástica relativamente alta, logo, apresenta grandes deformações quando solicitada, sendo assim o meio de armazenar energia potencial elástica ao se opor à força nela aplicada. (..) Amortecedor: Componente do sistema mecânico pelo qual a energia é dissipada na forma de calor ou som. Fazendo analogia com um circuito elétrico, um amortecedor equivale a um resistor, que dissipa energia elétrica sob a forma de calor. Na modelagem matemática, consideramos que o amortecedor não tem nem massa nem rigidez (NEPOMUCENO, 1989).

Sobre os níveis de vibração, Spamer (2009) define três medidas de vibração dentro de um espectro. A primeira é o valor de pico, que é utilizado para identificar choques de curta duração, não levando em consideração o tempo da onda. O segundo é o valor pico a pico, que indica o percurso máximo da onda, e é utilizado para identificar falhas prematuras durante a manutenção preditiva.

RMS, como define Garcia (2015) é compreendido como parâmetro para medir o histórico da onda no tempo, demonstrando a quantidade de energia no sinal, e por consequência, a sua capacidade destrutiva. Com vistas no exposto, o tópico que se segue será se prestará a abordar a forma de medição e análise de vibração.

De acordo com Cyrino (2015) a manutenção preditiva por análise de vibrações é o procedimento através do qual se conhece o estado de uma máquina a partir de medições periódicas das vibrações, por meio de dados coletados por equipamentos específicos, os

sensores, que convertem energia mecânica em sinais elétricos, que por sua vez, são encaminhados para aparelhos de registro de sinal. Os dados coletados são armazenados e em seguida, interpretados por especialistas para obtenção de um diagnóstico preciso.

Ato contínuo, Cyrino (2015) define classificação em três níveis para os sistemas de monitoramento periódico da vibração. O primeiro nível abrange os medidores de vibração de nível global, que são instrumentos voltados para a aferição da vibração em uma extensa faixa de frequência, com base em padrões e valores de referência estabelecidos para cada equipamento.

Branco (2010) afirma que: segundo nível compreende os medidores de vibração de análise de frequência com filtro, que são capazes de medir o nível de vibração global em uma extensa faixa de frequência, captando os componentes de frequência dominantes do espectro, corroborando para o ganho temporal. Por último, o terceiro nível diz respeito aos analisadores por Transformada de Fourier, que são indicados para a análise de frequência de faixas estreitas, por meio de uma operação matemática conhecida como Transformada Direta de Fourier.

Apesar do exposto, Thomson (1998), também afirma que a Transformada Discreta de Fourier foi substituída pela Transformada Rápida de Fourier, que foi desenvolvida pelos matemáticos John Tukey e James W. Cooley, que garantiram celeridade por meio da realização de algoritmos em computadores com melhores recursos de memória.

Superada a exposição dos sistemas de monitoramento, a abordagem se voltará para um componente específico do sistema, o sensor de vibração, que conforme Holanda (2016) representa um dispositivo mecatrônico, com capacidade para converter o movimento vibratório em um sinal de vibração, passível de medição, monitoramento e análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista as vantagens da manutenção preditiva por análise de vibração, as análises das flexibilidades do algoritmo para que seja aplicada em diversas situações, onde este trabalho fala e apresenta alguns parâmetros voltadas para análise de vibrações coletadas nas pesquisas em determinados setores operacionais, observamos alguns valores parametrizados na tabela a seguir.

Tabela 1: Dados brutos treinamentos e soluções

RMS	FATOR DE CRISTA	PICO A PICO
0,2	8,0	1
0,4	1,4	9
0,6	0,0	15

Na tabela é mostrado o valor calculado a partir do RMS fator de crista e pico a pico, ao longo dos dados pesquisados. A área apresentada o treixo usado para determinados sistema de modelo para determinar um situação anormal na questão de um nível de ruído ou vibração excessivo em sistemas mecânicos que pode comprometer o correto funcionamento de sistema de engenharias, prejudicar o conforto humano e diminuir a vida útil do sistema. Apesar das tecnologias que foram desenvolvidas para terem maior eficiência em sua aplicabilidade, continua sendo um problema nos dias atuais.

Para França (2013) a janela de dados em questão, a falha ocorrida foi um defeito ao nível exterior do rolamento ou mancal estudado no experimento. O tempo de treinamento,

foi compreendido através das observações em um dado intervalo de tempo.

Quando um componente mecânico de uma máquina ou de um sistema rotativo com rolamento, mancais, conexões e bancadas, apresentam alguns defeitos com desalinhamentos, desbalanceamentos e trincas. O comportamento vibratório do sistema muda o seu padrão. Algumas unidades de geração de energia elétrica ou simplesmente usinas hidrelétricas, são exemplos de sistemas que são monitorados por sistemas a partir de sinais de vibração para que se avalie se os níveis de vibração estão dentro dos padrões estabelecidos pelos fabricantes.

Seria bem relevante os casos de aplicações aplicados em modelos reais ou em uso real, validando assim a utilidade do conceito de predição de falhas com o aprendizado de processos e utilização de máquinas na indústria. Apesar dos conjuntos de dados em sua metodologia não refletir exatamente as condições de trabalho de uma máquina do mundo real que pode apresentar vários padrões distintos ou utilização de sinais mais superficiais de falhas.

5. CONCLUSÃO

Em face do exposto, é cediço que o cotidiano industrial conta com inúmeras dificuldades no tocante à produção, a qualidade e a lucratividade. Além disso, é notório que a manutenção faz parte deste contexto, tendo em vista que os equipamentos podem apresentar as mais diversificadas falhas.

Nesse contexto, entende-se que a manutenção por análise preditiva representa uma forma de superar tais dificuldades, e por esse motivo cresce em relevância na atualidade devido à crescente demanda de qualidade e segurança por parte dos consumidores. Além disso, tal prática reduz a ociosidade do maquinário, tendo em vista que sua aplicação não depende da interrupção do funcionamento.

Outro sim é certo que o custo periódico com a instalação de sensores e com a contratação de pessoal qualificado para a execução da análise de vibrações é inferior aos prejuízos decorrentes do desperdício de peças e da interrupção das máquinas que ocorre com a adoção de uma manutenção corretiva.

Outro fator positivo na aplicação da análise de vibração no plano de manutenção de uma indústria é que, o movimento vibratório é capaz de detectar diversas modalidades de defeitos, desde desalinhamentos, desbalanceamentos e folgas, que geram sinais em baixas frequência, até defeitos de rolamento nas bombas centrífugas que vibram em alta frequência. Portanto, a aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações é uma forma eficaz de aferição da condição de funcionamento de uma máquina.

Por outro lado, destaca-se que, apesar das qualidades de aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações, os resultados satisfatórios dependerão da execução de um planejamento estratégico de manutenção, com análise de indicadores, critérios estritos e a modernização por meio da aplicação de

Portanto, considera-se que o presente trabalho atingiu o objetivo de demonstrar os benefícios da aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações, dentro de um contexto que sugere a aplicação subsidiária de diversas técnicas e metodologias que podem proporcionar resultados satisfatórios no plano industrial, além disso, essa metodologia com um plano de ação e com uma maior eficiência tecnológica e conceitos técnicos dentro dos parâmetros de análise com baixas frequência esse trabalho se torna substância e necessário pra futuras pesquisas e aplicações na perspectivas dentro do setor industrial.

Referências

- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro. 1994.
- BANDEIRA, G. **Vibração e ruído em manutenção preditiva**. 2013.
- BENEDETTI, J. A. **Manutenção centrada em confiabilidade e análise de vibração**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- BRANCO, R. **Manutenção detectiva. Manutenção & Suprimentos**, 2010.
- CAMPOS JÚNIOR, E. E. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na Gerência de manutenção Portuária** – CVRD. 2006. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual do Maranhão, São
- COSTA, M. de A. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- CYRINO, L. **Análise de vibração - método de preditiva**. Manutenção em foco, 08 abr. 2015.
- FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade** – MCC. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro.
- FRANÇA, L. N. F.; SOTELO JUNIOR, J. **Introdução às vibrações mecânicas**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013.
- GALLI, V. B. **Manutenção Preditiva por Análise de Vibração Mecânica em Máquinas Rotativas**: Estudo de caso. Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2017.
- HOLANDA, S. M. S. **Aplicação da Manutenção Preditiva por Análise de Vibrações em Equipamentos de Trens Urbanos Com Plano De Manutenção Proposto**. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Recife, 2016.
- ISO 10816-1, **Mechanical Vibration - Evaluation of machine Vibration by measurements on non-rotating Parts - Part 1**, 1995.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: Função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.
- KOBBACY, A. H; MURTHY, P. **Complex System Maintenance Handbook**. 1ª ed. Manchester: Springer, 2008.
- LIMA, F. A.; CASTILHO, J. C. N. **Aspectos da manutenção dos equipamentos**. 2006. 52 f. Dissertação (Especialista em Desenvolvimento Gerencial) – Universidade de Brasília, BrasíliaDF, 2006.
- MAIS, J. **Spectrum analysis: the key features of analyzing spectra**. EUA: SKF Reliability Systems, may. 2002. 31p.
- MONCHY, F. **A função manutenção**. São Paulo: DURBAN, 1989.
- NEPOMUCENO L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: EdgardBlücher, 1989.
- NETTO, W. A. C. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias**. 2008. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Vol.4, n.2, 2008.
- PAIVA, O. G. **Apostila de Análise das vibrações mecânicas**, FUPAI, Itajubá 2000.
- PASCOLI, J. A. **Curso de Manutenção Industrial**. Apostila, 1994.
- RAO, Singiresu S. **Mechanical Vibrations**. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- SELLITO, M. A. Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 2, v. 3, mai/jun. 2007.
- SILVEIRA, C. B. **Manutenção preventiva e preditiva a favor da confiabilidade**. Citisystems, 20 set. 2017.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica.** 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Disponível em:

SCHENCK ROTEC GMBH. **Por que balanceamento é tão importante?** 2017.

SPAMER, F. R. **Técnicas preditivas de manutenção de máquinas rotativas.** Monografia em Engenharia Elétrica, Universidade do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:

TAVARES, L. **Administração Moderna de Manutenção.** Nova York: Editora Novo Polo, 2000.

THOMSON, W. T., DAHLEH, M. D., **Theory of Vibration with Applications**, 5 ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1998.

TOAZZA, G. F.; SELLITO, Miguel Afonso. Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro. **Revista Produção Online.** V.15, n.3, 2015. Disponível em:

WYREBSK, J. **Manutenção Produtiva Total.** Um Modelo Adaptado. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.** 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.

46

FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADA NO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

*QUALITY TOOLS APPLIED IN MAINTENANCE
MANAGEMENT*

Francisco Carlos Guedes Rego

Resumo

Com a crescente competitividade global e com a complexidade de se gerenciar as empresas de logística em certas localidades brasileiras, evidencia-se a necessidade de se ter um sistema de gerenciamento efetivo da manutenção dos ativos físicos. A necessidade de um novo modelo de gerenciamento de manutenção foi derivada da visão estratégica da empresa que atua no setor de transportes, na qual visa a expansão das suas atividades atrelado a um alto nível de operacionalidade da sua frota. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo identificar as contribuições das ferramentas de qualidade que podem ser utilizadas no gerenciamento da manutenção. A metodologia utilizada nos objetivos neste trabalho foi a do tipo revisão de literatura, empregando-se de pesquisas bibliográficas, documentais e o estudo de caso em questão. A natureza do estudo é do tipo aplicada com abordagem qualitativa e quantitativa. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Eletrônica Engenharia Mecânica, Google Acadêmico e Scribd. Conclui-se que são apresentadas ferramentas que podem ser utilizadas para a gestão da manutenção, buscando sempre alinhar-se às diretrizes do sistema produtivo a fim de aumentar a competitividade do negócio, reduzir custos e desperdícios, melhorar a satisfação do cliente, entre outros benefícios.

Palavras-chave: Manutenção. Ferramentas da Qualidade. Produtividade. Gerenciamento. Planejamento.

Abstract

With the growing global competitiveness and the complexity of managing logistics companies in certain Brazilian locations, the need to have an effective management system for the maintenance of physical assets is evident. The need for a new maintenance management model was derived from the strategic vision of the company that operates in the transport sector, in which it aims to expand its activities linked to a high level of operationality of its fleet. In this context, this study aims to identify the contributions of quality tools that can be used in maintenance management. The methodology used in the objectives of this work was the literature review type, using bibliographical and documentary research and the case study in question. The nature of the study is applied with a qualitative and quantitative approach. The search was carried out using the following search engines Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Eletrônica Engenharia Mecânica, Google Scholar and Scribd. It is concluded that tools are presented that can be used for maintenance management, always seeking to align with the guidelines of the production system in order to increase the competitiveness of the business, reduce costs and waste, improve customer satisfaction, among other benefits.

Keywords: Maintenance. Quality tools. Productivity. Management. Planning.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da tecnologia, as máquinas tornaram-se uma das principais ferramentas da indústria, a manutenção desses equipamentos costuma ser e/ou repetida com ações corretivas, resultando na diminuição da qualidade da produção e aumento dos custos, tornando as máquinas inoperantes e prejudicando a produção.

Dessa forma, é necessário que as ferramentas da qualidade de manutenção sejam integradas com todos os setores da organização, pois a manutenção influencia diretamente na qualidade e produtividade, trazendo reflexos operacionais e financeiros. Para tal, é necessário que a manutenção seja proativa e que os gestores da organização tenham visão ampla, focando na satisfação dos clientes, através do aumento da qualidade.

Dada a importância da qualidade, eficiência e eficácia no processo produtivo, os departamentos de manutenção ocupam cada vez mais um espaço privilegiado nos ambientes industriais. Portanto, a manutenção deve ser integrada a todas as partes da organização, pois a manutenção afeta diretamente a qualidade e a produtividade, com consequências operacionais e financeiras.

A seguinte pesquisa tem a finalidade de identificar as contribuições das ferramentas de qualidade no sistema de gerenciamento da manutenção apresentado melhoria dos indicadores de manutenção. O interesse neste tema está em ressaltar e reforçar a necessidade de que os profissionais da área agreguem ações praticadas com o intuito de auxiliar tais instituições a alcançarem melhorias em todos os aspectos e ter como visão a importância da aplicação das ferramentas de qualidade no gerenciamento da manutenção.

Nota-se que nas atividades produtivas das empresas, existem diversos fatores que podem afetar a competitividade e até mesmo a sua sobrevivência no mercado, e por isso buscam constantemente novas formas de facilitar a melhoria dos processos e consequentes melhorias nos resultados. Portanto, que questão que orienta essa pesquisa é: Quais são as contribuições das ferramentas da qualidade em um ambiente de manutenção pode levar a melhorias significativas no processo produtivo?

No objetivo geral do presente estudo é identificar as contribuições das ferramentas de qualidade que podem ser utilizadas no gerenciamento da manutenção. Além dos objetivos específicos que são caracterizar o gerenciamento da manutenção; apresentar o planejamento na melhoria do desempenho dos processos de manutenção e demonstrar as ferramentas de qualidade para o gerenciamento da manutenção.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Eletrônica de Engenharia Mecânica, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 11 anos, na língua portuguesa.

2. CARACTERÍSTICAS DE MANUTENÇÃO

Segundo o dicionário Aurélio apud Xenos (2015), a manutenção é definida como as



condições ou medidas de manutenção necessárias à manutenção técnica, que são essenciais para o funcionamento normal e permanente de motores e máquinas. Segundo Viana (2010), a manutenção existe nas sociedades humanas há milhares de anos porque mesmo uma ferramenta simples e antiga precisa dela para durar mais.

Viana (2010) acredita que após a revolução industrial no final do século XVIII, a capacidade produtiva da sociedade aumentou ano a ano, e os equipamentos de produção tornaram-se mais complexos e sofisticados, e as necessidades de manutenção e manutenção dos equipamentos aumentaram. tornar-se cada vez mais alto para garantir uma boa operação. Funções das pessoas nos sistemas de produção.

A manutenção pode ser apresentada em diferentes configurações, basicamente corretiva, preventiva, preditiva e autônoma, de forma a atender determinadas necessidades ou planejamentos na área de produção. Xenos (2015) afirma que a manutenção corretiva ocorre após uma falha e deve ser estudada para determinar a causa raiz, interrompê-las e prevenir sua recorrência.

Pinto e Xavier (2012) definem manutenção corretiva como o ato de corrigir falhas ou desempenho abaixo do esperado. Além disso, os autores dividem a manutenção corretiva em: não planejada (corrigindo falhas aleatoriamente) e planejada (corrigindo o desempenho para níveis abaixo do esperado).

Segundo Viana (2010), a manutenção corretiva, conhecida no meio industrial como “supressão de incêndio”, é a ação realizada para corrigir uma avaria que causou ou poderia ter tornado inoperantes os instrumentos de produção. Como as falhas são aleatórias e não planejadas, esse tipo de manutenção ocorre de forma a evitar grandes perdas de produção, acidentes ambientais e de trabalho.

Viana (2010) destacou que para melhor lidar e corrigir as falhas, inclui a disponibilidade de peças de reposição e o fornecimento de todas as ferramentas apropriadas para os serviços de manutenção, que devem ser organizadas com antecedência para lidar com as falhas.

Xenos (2015) afirma que a manutenção preventiva é um tipo de manutenção que é realizada regularmente por meio de inspeção, reforma e substituição de peças antes que o equipamento quebre, apresente mau funcionamento ou tenha sua vida útil limitada. Tem que ser a atividade principal e obrigatória da empresa e para serem bem-sucedidos os gerentes de manutenção precisam definir procedimentos padronizados e treinamento adequado. Pinto e Xavier (2001) definem a manutenção preventiva como planejada em intervalos regulares com o objetivo de evitar falhas ou degradação do desempenho.

Xenos (2015) afirma que a manutenção preditiva visa melhorar a substituição de peças ou a reforma de componentes de produção. A previsão geralmente é feita de forma mais sofisticada e com o auxílio de ferramentas mais precisas. Segundo Viana (2010), as ferramentas típicas de manutenção preditiva incluem: Testes ultrassônicos, que podem identificar defeitos e descontinuidades internas em materiais; Análise de vibração, que pode identificar esforços que causam fadiga, desgaste e diminuição da resistência do material; Análise que afeta o desgaste do óleo e lubrificantes e, finalmente, por meio de imagens térmicas, que detectam a presença de anomalias indesejadas na superfície.

Para Xenos (2015), a manutenção autônoma surge com o desenvolvimento do Total Quality Management (TQM), onde o tempo dos equipamentos deve aumentar. Esta manutenção é caracterizada pela percepção de anomalias do equipamento durante o processo produtivo e pela inspeção visual, lubrificação e limpeza pelo operador com base em sua experiência e treinamento. Dessa forma, as anomalias podem ser identificadas rapida-

mente, facilitando uma manutenção mais eficiente entre operadores e gerentes de manutenção.

Segundo Viana (2010), a manutenção autônoma vale o lema: “Eu cuido da minha máquina”, que o operador utiliza para cuidar da máquina pela qual é diretamente responsável. Além disso, as operadoras prestam serviços que vão desde limpeza e lubrificação até serviços analíticos destinados a melhorar as atividades de manutenção.

Fogliatto (2019) afirma que à medida que um operador se torna mais experiente e realiza manutenções autônomas, ele passa a realizar tarefas mais complexas, que incluem: melhorar os equipamentos para evitar a geração de resíduos (sujeira, entulhos, etc.) prejudiciais ao meio ambiente; preparar inspeções, Manuais, normas e treinamentos para limpeza, lubrificação, movimentação e fluxo de materiais, registro de dados. Todos os tipos de manutenção mencionados acima devem ser estudados empresa a empresa para determinar quais são mais eficazes durante a produção e manutenção.

Kardec et al. (2018) definem manutenção como “garantir a disponibilidade de equipamentos e funções das instalações para o processo produtivo e proteção ambiental, com confiabilidade, segurança e custo adequado”. Segundo Marçal (2014), a manutenção existe para que o aparelho desempenhe a função para a qual foi projetado, levando em consideração o desgaste de seus órgãos causado pelo envelhecimento.

A manutenção pode ter um papel importante na melhoria da produção, na melhoria da organização e na prevenção de problemas relacionados entre as diversas partes da empresa e não é mais um mal necessário (MARÇAL, 2014). Para sobreviver em um mundo em mudança, as pessoas buscam melhorar os resultados e reduzir custos. Para tanto, todos os departamentos como manutenção devem fazer parte da estratégia da empresa, diretamente ligados à qualidade do produto.

Faria (2014) acredita que o principal objetivo da empresa é obter lucro, a diferença entre receita e despesa, os departamentos que geram receita são os departamentos de produção e marketing, e os departamentos de manutenção e compras são responsáveis pelas despesas. Devido a esses fatos, a direção da empresa não lhe dá a atenção que merece, principalmente quando se trata de manutenção.

O planejamento da manutenção é citado por Kardec et al., (2018) como “pensar e agir estrategicamente para que as atividades de manutenção sejam efetivamente integradas ao processo produtivo e efetivamente movam a empresa para um bom desempenho e sucesso nos negócios.

De acordo com Kardec et al. (2018), vive-se em uma época em que os departamentos de manutenção não devem ser vistos como aqueles que realizam a manutenção, mas devem trabalhar em conjunto com o processo de planejamento da manutenção para que os equipamentos funcionem adequadamente. A manutenção deve ser considerada parte do processo estratégico.

Nascif (2013), a partir da necessidade de alcançar cada vez melhores resultados, a função básica de cada departamento da empresa deve proporcionar uma gestão eficaz da manutenção como função estratégica da organização, pois é responsável pela disponibilidade de ativos e possui participação no capital da empresa.

Santos (2012), a gestão consiste em atingir metas, enquanto Nascif (2013) diz que a gestão é o processo de fazer tanto a estabilização do dia-a-dia como a implementação de melhorias. Nesse contexto, o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) surgiu como uma forma de aplicar a gestão da manutenção.



Segundo Souza (2018), o planejamento e controle da manutenção, já comum na Europa e nos Estados Unidos, começou a ganhar importância no Brasil a partir de 1990, e para o autor Costa (2013), as funções de manutenção passaram a ser tão importantes quanto as funções de produção. Avaliar a criticidade do processo e propor procedimentos adequados por meio da colaboração e interligação em diversos níveis organizacionais no sentido de planejar e perseguir os objetivos propostos pela empresa.

Reis (2019) afirma que PCM é uma atividade procedimental destinada a coordenar eficientemente todos os recursos envolvidos na manutenção para atender suas principais necessidades, manter a máquina em perfeito funcionamento e visar a melhoria do processo. Além disso, a manutenção tem a função de informar o desempenho e as características dos equipamentos para fins de planejamento da produção, melhoria da capacidade produtiva, etc.

Para Viana (2010), o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) surgiu para garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos para melhorar os recursos de manutenção, e com a adição de planejamento técnico e de qualidade, recursos humanos, produtos competitivos e planejamento de manutenção eficaz, os ativos de produção são fundamentais. Para o PCM, o papel do PCM é controlar, organizar e aprimorar esses recursos, deixando a manutenção para os ativos e instrumentos.

O planejamento, programação e controle de Souza (2018) possui os seguintes procedimentos: definição de cronogramas de serviços, tarefas, organização operacional; definições de técnicas, ferramentas adequadas e sua disponibilidade; definições de responsáveis pelo planejamento dos serviços. Além disso, o plano visa determinar as datas de início e término das atividades, o líder do projeto e suas fases e o papel dos especialistas no projeto.

Segundo Souza (2018), os controles devem seguir as seguintes diretrizes: comparar e calcular resultados obtidos com resultados planejados; definir documentação técnica e custos; mapear máquinas e equipamentos desatualizados.

2.2 Planejamento da Manutenção

Segundo Souza (2018), os controles devem seguir as seguintes diretrizes: comparar e calcular resultados obtidos com resultados planejados; definir documentação técnica e custos; mapear máquinas e equipamentos desatualizados.

Segundo Branco Filho (2008), as ordens de serviço são documentos em branco que servem como registros de prestação de serviços. Segundo Xenos (2015), a alma de toda gestão de manutenção é o planejamento. Assim, o primeiro processo a ser realizado é escolher a estratégia a ser utilizada, por exemplo:

- Recomendações do fabricante;
- Segurança do trabalho e meio ambiente;
- Características do equipamento;
- Fator econômico.

Após considerar e analisar os fatores acima, escolhe-se qual o melhor método de manutenção para cada equipamento e cada problema, sempre considerando a real situação do processo produtivo da empresa.

Pereira (2009) afirma que para que um plano de manutenção seja eficaz, deve-se

seguir uma hierarquia de acordo com a tabela de cadastro de equipamentos conforme segue:

- Processo;
- Equipamentos;
- Subprocessos;
- Peças.

Portanto, a primeira coisa a se fazer no planejamento parece ser investigar os componentes dos equipamentos e processos produtivos existentes na empresa (TAVARES, 2000).

À medida que a tecnologia evoluiu e se desenvolveu, os departamentos de manutenção passaram a criar seus próprios procedimentos que facilitam o planejamento e controle da manutenção - PCM, o que facilita as recomendações dos gestores. PCM é um conjunto de ações para preparar, planejar e validar as atividades de manutenção (VIANA, 2010).

A ordem de manutenção é uma instrução escrita em formato escrito e eletrônico que define o trabalho que deve ser realizado para manutenção, ou seja, consiste na autorização do trabalho que ser realizado (CARVALHO et al., 2009).

Os homens na manutenção, como tudo no mundo, sofreram várias mutações e evoluções para que os homens de hoje tenham inteligência e habilidades para evitar e resolver problemas, ao contrário dos homens do passado que o faziam apenas com força física. manutenção necessária (CARVALHO et al., 2009).

Dessa forma, o treinamento e a melhoria contínua tornam-se críticos em um ambiente de produção, principalmente considerando que, segundo Belhot e Campos (2015), o nível de formação do pessoal de manutenção afeta o bom aproveitamento em treinamento e alto custo e mão de obra intensiva.

Silva (2018) diz que a função de planejador é muito importante porque consiste na intersecção das três posições de planejador, programador e coordenador de materiais. O planejador é responsável por executar as seguintes funções:

- Gerenciamento dos planos de manutenção;
- Coordenação e tratamentos das inspeções;
- Coordenação de materiais;
- Gerenciamento dos cadastros a manutenção;
- Programação de serviços;
- Programação de paradas;
- Controle dos índices da manutenção (SILVA, 2018).

Os executores costumam ter uma carga horária média de dez anos, mas esse número é notoriamente alto porque no Brasil os trabalhadores passam em média três anos em sala de aula. Dessa forma, investir na formação de performers é essencial para manter melhor o desempenho da empresa (BERNARDIM, 2008).

De acordo com Carvalho et al. (2009), os técnicos de manutenção devem cumprir determinados requisitos para alcançar o seu próprio sucesso e conseqüentemente o sucesso da empresa, por exemplo:

- Educação formal técnica;
- Conhecimento em Informática;



- Senso crítico;
- Atitudes proativas;
- Espírito de equipe.

Silva (2018) explica que os supervisores são profissionais responsáveis por toda a equipe de atuação, coordenando-os e direcionando-os, e os supervisores são responsáveis por tarefas como questões burocráticas, controle de custos e horas extras. Em termos de formação acadêmica, o mercado atual é cada vez mais exigente, exigindo pelo menos um terceiro grau completo, ou seja, o ensino superior. Os supervisores possuem as seguintes habilidades:

- Pensamento sistemático;
- Capacidade de realização;
- Estratégia;
- Criatividade;
- Respeito e controle;
- Motivação da equipe (SILVA, 2018).

2.3 Ferramentas para gerenciamento da manutenção

A metodologia 5S é uma das ferramentas mais poderosas, e fornece as condições para a execução de técnicas mais avançadas. Essa abordagem altera a forma como a manutenção é realizada, pois reduz custos e evita indisponibilidades, descrevendo-se como manutenção preventiva (HIRANO, 2014).

O 5S corresponde às cinco palavras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke, que estão interligadas ao procedimento de transformação: liberar o local, organizar, limpeza, padronizar e disciplina. Essa abordagem pode ser utilizada por qualquer empresa com foco principal no chão de fábrica, melhorando as operações e a manutenção, reduzindo custos e desperdícios (HIRANO, 2014).

A manutenção autônoma é o tipo de manutenção realizada pelos próprios colaboradores, que se caracteriza pela manutenção preventiva e preditiva, além de eficaz, é menos onerosa em relação a outras ferramentas, pois a empresa utilizará a mão de obra existente, que é a forma para reduzir o custo dos profissionais de manutenção e aumentar a vida útil do seu equipamento. As principais atividades realizadas são: limpeza, lubrificação, reaperto e inspeção (TAKAHASHI; OSADA, 2013).

Como principais vantagens desta abordagem, pode-se apontar a redução de custos e falhas, e a melhoria do desempenho de máquinas e equipamentos, ressaltando que a redução de custos está relacionada ao correto funcionamento da máquina, evitando paradas e tempos de reparo (HARTMANN, 2012).

A *Reliability-Cenrted Maintenance*, também conhecida como Manutenção de Confiabilidade (RCM), é um método de determinar o que deve ser feito para manter tudo em perfeitas condições para que os operadores possam realizar suas atividades normalmente, ou seja, uma metodologia. Verificar quais ações preventivas devem ser realizadas para proteger máquinas e equipamentos (MOUBRAY, 2000).

Segundo Moubray (2000), o RCM reduz a intervenção do equipamento em 40% a 70%, otimizando assim a disponibilidade e custo da máquina, pois os estoques de peças, ordens

de serviço e paradas podem ser mais bem planejados. Dessa forma, Deshpande e Modak (2002) demonstram que o referido método reduz os custos de manutenção ao planejar paradas à medida que melhoram as intervenções preventivas.

Nascimento (2006) denominou TPM uma sigla para Manutenção Produtiva Total, que significa Manutenção Produtiva Total, que visa melhorar o desempenho e a produtividade das máquinas e equipamentos da empresa. Esse método foi proposto por Seiichi Nakajima, considerado o “pai da TPM”, e está em uso desde 1971 (JESUS, 2012).

O TPM evoluiu ao longo dos anos, ampliando seu escopo dentro da empresa e, desta forma, suas etapas podem ser validadas na Figura 1.

	1ª Geração 1970	2ª Geração 1980	3ª Geração 1990	4ª Geração 2000
Estratégia	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
Foco	Equipamento		Sistema de produção	Sistema geral da companhia
Perdas	Perda por falhas	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras)

Figura 1 - As quatro gerações da TPM

Fonte: Jesus (2008)

Para Kardec e Nascif (2013, p.181), o TPM visa aumentar a eficiência da empresa, melhorando a qualidade das pessoas e aprimorando os equipamentos. Isso inclui aumentar as atividades do operador da máquina: limpeza e inspeção; eliminação de fontes de sujeira; eliminação de pontos de difícil acesso; inspeções gerais de equipamentos (checklists) e autogestão.

A abordagem é projetada para aproximar gerentes e diretores e, na implementação e execução, é fundamental o conhecimento dos oito pilares nos quais a abordagem se baseia. Nakajima (2008) e Moraes (2004) os apresentam como:

1. Pilar da Melhoria Focada;
2. Pilar da Manutenção Planejada;
3. Pilar da Gestão Antecipada;
4. Pilar do Treinamento e Educação;
5. Pilar da Manutenção Autônoma;
6. Pilar da Manutenção da Qualidade;
7. Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos;
8. Pilar da Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

De forma mais didática, pode-se observar os oito pilares na Figura 2.

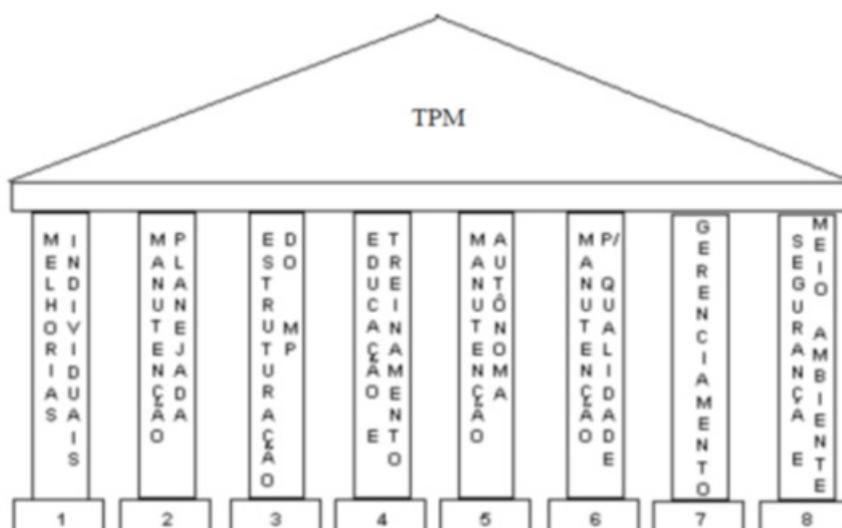


Figura 2 - Os 8 pilares da TPM

Fonte: NAKAJIMA (2008)

Vários autores argumentam que a introdução de uma abordagem TPM em uma empresa é crítica e que as empresas só se beneficiarão se os funcionários a entenderem (CRUZ, 2005).

Após levantar e consolidar as informações por meio da análise dos documentos sobre Ferramentas da qualidade aplicada no gerenciamento da manutenção. Nesta busca procurou-se destacar os principais achados sobre a temática pesquisada a partir das leituras do portfólio de artigos, monografias e livros selecionados referindo ao tema.

Autores	Ano de Publicação	Título do Estudo	Local de Apresentação	Metodologia	Resultados obtidos
Carvalho, A. M. de et al.,	2009	Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle da manutenção – Empresa Vileflex.	Ceará	Estudo de Caso	Os resultados obtidos foram a realização um plano de manutenção elaborado se adaptada à realidade da universidade estudada.
Costa, M. A.	2013	Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.	Juiz de Fora	Revisão Bibliográfica	Os resultados obtidos apresentaram os investimentos em relação à manutenção preventiva diminuem custos associados a falhas, sendo assim, o custo total de manutenções é reduzido.
Fogliatto, F. S.	2019	Confiabilidade e manutenção industrial.	Santa Catarina	Revisão bibliográfica	Resultados foram motivados a estudarem e reorganizarem o tempo em atividades que leve a tomada de decisão integrada ao sistema de produção.

Jesus	2012	Leanness e Manutenção Produtiva Total (TPM). Modelo de Produtividade e Competitividade. Estudo de Caso.	Lisboa	Estudo de Caso	Os resultados obtidos no estudo de caso confirmam a melhoria da eficiência global da empresa, bem como, a adequação desta filosofia de gestão à manutenção de motores aeronáuticos
Kardec; Nascif	2013	Manutenção. Função Estratégica	Piracicaba	Estudo de Caso	Os resultados obtidos afirmam que a aplicação da metodologia lean, entrega aos seus clientes produtos com qualidade e na data acordada, mantendo a sua competitividade no mercado e incrementando a produtividade.
Hirano, H.	2014	5S na Prática	Joinville	Estudo de Caso	Os resultados obtidos afirmam que dentro dos parâmetros de qualidade e no tempo ideal, dessa forma, verificando-se o atingimento dos objetivos preestabelecidos, e o auxílio significativo na redução de gastos.
Kardec, A et al.	2018	Manutenção: função estratégica	Vale do Rio do Sino	Estudo de Caso	Com base nos resultados, discute-se o caso, estabelecendo condições para o uso da confiabilidade na formulação estratégica da manutenção, principalmente quanto ao sistema de informações necessárias.
Marçal, R. F.	2014	Gestão da Manutenção.	São Paulo	Estudo de Caso	Os principais resultados revelam que a desqualificação do terceiro é um entrave para auferir ganhos para a contratante, e que tem prevalecido uma busca unilateral por vantagens, quando o indicado seria o estabelecimento de parcerias entre a contratante e a contratada.

Quadro 1: Trabalhos selecionados que apresentaram relação com o tema

Fonte: Autor (2022)

No estudo elaborado por Carvalho et al, intitulado Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle da manutenção – Empresa Vileflex., publicado no ano de 2000 os autores apresentam os resultados obtidos afirmando que as ferramentas da qualidade são técnicas destinadas a medir, analisar e propor soluções para problemas que possam interferir no desempenho produtivo de empresas.

Costa (2013) diz que tais ferramentas são utilizadas nas organizações, para registrar e interpretar o uso de dados. São ferramentas simples e importantes para as organizações descobrirem as causas dos problemas, a quantidade, as relações entre as causas e problemas, entre outras, ou seja, as ferramentas da qualidade auxiliam na melhoria dos processos.

De acordo com Fogliatto (2019) as ferramentas da qualidade, além de servirem para solucionar e analisar situações problemas, também são subsídios planejados para o al-

cance de metas. O autor relatou também que os problemas organizacionais poderiam ser resolvidos com técnicas estatísticas elementares, que devido a sua simplicidade poderiam ser utilizadas por qualquer colaborador, proporcionando base para o planejamento e elaboração de ações visando a alcançar e manter ações de melhoria da qualidade.

Para Jesus (2012), as sete principais ferramentas para resolução de problemas de controle estatístico do processo deveriam ser amplamente ensinadas às organizações e usadas rotineiramente para identificar oportunidades de melhoria e eliminação de perdas.

Entretanto, é oportuno mencionar que a implementação das ferramentas pode sofrer variações, dependendo do contexto de aplicação (KARDEC; NASCIF, 2013) ou seja, sua funcionalidade é dependente da organização e do objetivo específico pretendido. Considerando a diversidade de uso e aplicação dessas ferramentas, existem inclusive estudos nos quais há o objetivo de demonstrar o impacto positivo da utilização das ferramentas da qualidade e as diferenças de aplicações de cada uma delas (MARÇAL, 2014).

Hirano (2014) comprova como ferramentas da qualidade todos os processos aplicados no ganho de melhorias e resultados positivos, considerando-se com isso uma melhor investigação de seus produtos no mercado competitivo.

Nessa linha de raciocínio Kardec (2018) afirma que várias ferramentas dos meios se constituem em instrumentos gráficos que tem como intuito deixar clara a questão que se pretende avaliar ou resolver. As demais simbolizam técnicas para o aspecto do problema.

Nessa ótica, Marçal (2014) explica que as ferramentas de qualidade avaliam as falhas, como elas podem vir a acontecer, como ocorrem, como prevê-las e como se antecipar a elas e corrigi-las antes que tenha impacto no processo. Indica as possíveis falhas, seus impactos e ações necessárias, mas as efetividades das ações deverão ser revisadas constantemente, a fim de garantir confiabilidade da ferramenta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vale ressaltar a relevância deste artigo como base de pesquisa para universitários e instituições em geral. Da mesma forma, a temática está relacionada à engenharia mecânica, mostrando que é necessário um cronograma de manutenção adequado para maior disponibilidade dos equipamentos.

As organizações sem um departamento de manutenção, equipe ou plano de manutenção enfrentam dificuldades significativas na execução de atividades de manutenção. Neste trabalho, são apresentadas ferramentas que podem ser utilizadas para a gestão da manutenção, buscando sempre alinhar-se às diretrizes do sistema produtivo a fim de aumentar a competitividade do negócio, reduzir custos e desperdícios, melhorar a satisfação do cliente, entre outros benefícios.

Obviamente, o treinamento dos funcionários do departamento de manutenção é muito importante, pois eles terão mais conhecimento e poderão solucionar problemas com mais rapidez e reduzir o tempo de máquina e equipamentos parados. Ressalta-se também que a manutenção não é apenas responsabilidade dos profissionais da área, mas também dos operadores de máquinas e equipamentos, pois podem encontrar falhas e problemas de desempenho que diferem das condições ideais em suas operações cotidianas.

A partir deste trabalho, concluiu-se que a manutenção está diretamente relacionada às finanças de uma organização, pois paradas regulares levam à redução da produtividade.

de, qualidade, perda de peças e equipamentos e, portanto, menores lucros. Portanto, a importância da manutenção preventiva e não corretiva é óbvia, pois as organizações devem se esforçar para evitar a ocorrência de problemas, em vez de corrigi-los quando já ocorrem.

Referência

- BELHOT, Renato Vairo; CAMPOS, Fernando Celso de. Relações entre manutenção e engenharia de produção: uma reflexão. **Revista Produção**. v. 5, n. 2. São Paulo: ABEPRO, 2005.
- BERNARDIM, Márcio Luiz. **Educação do trabalhador: da escolaridade tardia à educação necessária**. Guaruapuava: Unicentro, 2008.
- BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.
- CARVALHO, A. M. de et al. **Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle da manutenção – Empresa Vileflex**. Governador Valadares: Universidade Vale do Rio Doce. Monografia. 91 p. 2009.
- COSTA, M. A. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Trabalho de conclusão de curso de Graduação em Engenharia de Produção–Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF, Minas Gerais, 2013. 103 f.
- DESHPANDE, V.S. & MODAK, J.P. Application of RCM to a medium scale industry. **Reliability Engineering & System Safety**. London, 77, 31-43, 2002.
- FARIA, J. G. de Aguiar. **Administração da manutenção**. Edgard Blücher. 2014
- FOGLIATTO, F. S. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- JESUS, Sergio Manoel Gaião. **Leanness e Manutenção Produtiva Total (TPM)**. Modelo de Produtividade e Competitividade. Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, perfil de Manutenção e Produção, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa) - Lisboa, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2029/1/Dissertação%20.pdf>. Acessado em 21 set. 2022.
- HARTMANN, E.H. **Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant**. Pittsburgh, EUA: TPM Press, 2012.
- HIRANO, H. **5S na Prática**. São Paulo: Instituto IMAM, 2014.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**. Função Estratégica. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2013.
- KARDEC, A et al., **Manutenção: função estratégica**. Qualitymark.2018
- MARÇAL, R. F. **Gestão da Manutenção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP). 2014.
- MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Sócioprodutivos, Universidade de Taubaté) - Taubaté: UNITAU, 2004. Disponível em: http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo_henrique_de_almeida.pdf. Acesso em: 21 set 2022.
- MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability-Centered Maintenance – RCM)**. Trad. Kleber Siqueira. São Paulo: Aladon, 2000.
- NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 2008.
- NASCIMENTO, Rodrigo Coutinho. **Manutenção Produtiva Total – Uma abordagem teórica**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora) - Juiz de Fora: UFJF, 2006.
- NASCIF, J. **A importância da Gestão na Manutenção ou Como evitar “armadilhas” na Gestão da Manutenção**. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Manutenção 2005, Revisado 2013.
- PERREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro, 2009.
- PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2012.



REIS, R. A. **Tempos de Resfriamento e Aquecimento:** Repercussão no desempenho da manutenção na indústria siderúrgica. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019

SANTOS, J. **Otimizando a produção com a metodologia LEAN.** Coleção Hemus Produção. São Paulo: Editora Leopardo, 2012, p 8-9

SILVA, Gabriel Candido da Penha Dantas da. **Ferramentas para gerenciamento da manutenção.** 51f. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Estadual da Zona Leste. 2018

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção produtiva total.** São Paulo: IMAM, 2013.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção,** Rio de Janeiro, Novo Pólo Publicações e Assessoria Ltda, 2000.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: **Planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva:** o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora DG, 2015

47

MANUTENÇÃO DE MOTORES À COMBUSTÃO DE MOTOCICLETAS A PARTIR DE MÉTODOS PREDITIVOS DE ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE

*MAINTENANCE OF MOTORCYCLE COMBUSTION ENGINES
BASED ON PREDICTIVE METHODS OF LUBE OIL ANALYSIS*

Vanderson Gusmão de Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Paola Vieira Alves Silva

Caio Henrique Almeida de Ataíde

Camila Eduarda Silva Carvalho

Danilo Oliveira Cortes

José Vitor Mendes França

Leandro Ribeiro da Conceição

Lucas Breno Gomes Andrade

Pablo Vinicius Costa Silva

Resumo

Para garantir maior durabilidade ao motor à combustão de motocicletas se faz necessário um plano de manutenção eficiente, pautado em fundamentos técnicos que evitem a degradação prematura dos componentes, assim como o colapso de todo o sistema. Dentre os componentes a serem analisados, o óleo lubrificante do motor recebe grande destaque, é ele o responsável por assegurar o funcionamento do motor mesmo em condições desafiadoras, seja por conta do atrito de inúmeras partes móveis durante seu acionamento, seja pela geração de calor e produtos da combustão, que sem a existência de um lubrificante, causaria um rápido colapso do motor. Para que esta eficiência seja mantida, se faz necessária a realização de um plano de manutenção eficiente, tendo como base os dados fornecidos pelos fabricantes no manual do proprietário. Nele é possível identificar os parâmetros de manutenção essenciais para o bom funcionamento do motor. No entanto, justamente nos parâmetros de manutenção do óleo lubrificante surgem lacunas que impossibilitam maior precisão em garantir uma manutenção preventiva assertiva aos proprietários de motocicletas. Desta forma, os resultados obtidos mostram a importância de se buscar formas práticas e econômicas que permitam maior precisão ao se realizar manutenções em um componente tão importante como o motor de uma motocicleta.

Palavras-chave: Manutenção de Motocicletas, Análise de Óleo Lubrificante, Troca de Óleo, Manutenção Preditiva.

Abstract

To ensure greater durability to the motorcycle combustion engine, it is necessary to have an efficient maintenance plan, based on technical foundations that avoid the premature degradation of the components, as well as the collapse of the entire system. Among the components to be analyzed, the engine lubricant oil receives great prominence, as it is responsible for ensuring the engine's operation even under challenging conditions, either because of the friction of numerous moving parts during its drive, or because of the generation of heat and combustion products, which without the existence of a lubricant, would cause a rapid engine collapse. For this efficiency to be maintained, it is necessary to carry out an efficient maintenance plan, based on the data provided by the manufacturers in the owner's manual. In it you can identify the maintenance parameters that are essential for the proper functioning of the engine. However, it is precisely in the lubricating oil maintenance parameters that gaps appear, which make it impossible to be more precise in ensuring assertive preventive maintenance for motorcycle owners. Thus, the results obtained show the importance of seeking practical and economical ways that allow greater accuracy when performing maintenance on a component as important as a motorcycle engine.

Keywords: Motorcycle Maintenance, Lubricating Oil Analysis, Oil Change, Predictive Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

Diante da importância que as motocicletas desempenham em diversos campos da economia atual, desde os transportes terrestres aos serviços logísticos, e se for analisada a severidade de funcionamento que seus motores são submetidos, torna-se imprescindível o cuidado quanto à sua lubrificação. Para isto, contamos com os óleos lubrificantes, constituídos de aditivos que são frutos de diversas inovações tecnológicas e aperfeiçoamentos, que proporcionam cada vez mais melhorias de desempenho e durabilidade aos motores. São eles os responsáveis por atribuir ao óleo suas principais características, permitindo que ele tenha propriedades que vão além de reduzir o atrito e controlar a temperatura.

Entendendo a importância do óleo lubrificante, os fabricantes de motores indicam os parâmetros de manutenção ideais, tendo como destaque o intervalo de troca de óleo do motor, visando garantir sua maior durabilidade. No entanto, o intervalo de troca fornecido no manual nem sempre atende ao regime de uso de cada proprietário, pois, se tratando de um veículo versátil, que pode ser utilizado em diversos regimes de uso, do mais leve ao mais severo, o óleo, em especial seus aditivos, podem se deteriorar bem antes do intervalo estipulado, ocasionando perda de eficiência do lubrificante, e conseqüentemente, desgaste prematuro do motor, gerando grandes prejuízos aos proprietários.

O estudo do desgaste do óleo lubrificante de motor à combustão de motocicletas busca estabelecer técnicas de manutenção para aumentar a vida útil dos motores ao definir planos de manutenção mais precisos.

Deseja-se com esta pesquisa investigar métodos para otimizar a manutenção preventiva de motores à combustão de motocicletas a partir da análise do desgaste do óleo lubrificante e não apenas na quilometragem ou tempo de uso, de modo a tornar as manutenções preventivas mais precisas, e assim, reduzir gastos com manutenção corretiva a médio e longo prazo.

Como objetivo geral busca-se responder o seguinte questionamento: Como utilizar a análise da deterioração de um óleo lubrificante como parâmetro de manutenção preditiva em motocicletas?

Para obter esta resposta, temos como objetivo geral: analisar e compreender fatores de desgaste do óleo lubrificante, a fim de delimitar intervalos de manutenção mais precisos. Para alcançarmos esse objetivo geral, temos os objetivos específicos: definir as principais causas de deterioração do óleo em motores à combustão interna; especificar os métodos de análise do desgaste do óleo lubrificante; determinar a viabilidade destas análises em manutenção preditiva de motocicletas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa feita neste trabalho foi uma revisão literária, com base em bibliografias que já se encontram publicadas no formato de livros, revistas científicas e artigos científicos, obtidas a partir de bancos de dados como Biblioteca da Faculdade Pitágoras de São Luís-MA, Google Acadêmico, Google, Scielo, Periódicos CAPES, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e Repositório Institucional da UFMG. Foram priorizados trabalhos e publicações dos últimos 17 anos.

O artigo foi baseado em artigos que analisaram o óleo lubrificante provenientes de motores e equipamentos industriais, visando estabelecer maior assertividade nas manutenções. Buscou também obter maior conhecimento sobre características de um óleo lubrificante de motocicletas, os métodos já existentes de análise de óleo lubrificante, suas aplicações em manutenções preditivas e problemas que podem ser evitados com implementação de manutenção preditiva em motores à combustão. As palavras-chave para a pesquisa foram: manutenção de motocicletas, análise de óleo, deterioração de lubrificantes.

2.3 Resultados e Discussão

A estruturação da análise foi realizada a partir de um levantamento de dados em bibliografias que já apresentavam análises empíricas sobre degradação do óleo lubrificante e de métodos de análise do óleo, com o objetivo de estabelecer estratégias práticas e econômicas para implementação em manutenção preditiva de motores de motocicletas.

Dentre os levantamentos feitos, os que mais se destacam são os de causas e consequências do desgaste do óleo lubrificante e tipos de análises do óleo lubrificante existentes na indústria.

A partir destas análises foi possível determinar um melhor entendimento sobre os meios necessários para aplicação deste levantamento de dados como fundamento de manutenções preditivas de motocicletas.

2.3.1. Deterioração Do Óleo Lubrificante e Suas Consequências

A lubrificação em motores à combustão tem como finalidade, “evitar o desgaste entre os diversos pares cinemáticos e a consequente perda de potência e rendimento, que advém do mesmo” (RODRIGUES, 2009, p. 47).

Da mesma forma, Oliveira e Rosa acrescentam que:

Com o funcionamento dos órgãos móveis do motor, temos uma grande intensidade de atrito, que é a força que se opõe ao movimento, gerando calor e desgaste. A lubrificação dos componentes consiste em eliminar esse contato direto entre as superfícies, colocando entre elas um lubrificante (OLIVEIRA; ROSA, 2003, p. 54).

Por este motivo o lubrificante tem papel fundamental, podendo ser caracterizado como “qualquer material que, interposto entre duas superfícies atritantes, reduza o atrito.” (PAULI; UILIANA, 1997, p. 12). É ele quem permite que as superfícies dos componentes móveis de um motor realizem seu trabalho sem gerar atrito entre si, além de auxiliar na dissipação de calor proveniente de seu funcionamento.

Segundo Kimura (2010, p. 52) nos motores o óleo lubrificante precisa realizar várias funções, sendo as principais:

- Reduzir o atrito entre partes móveis
- Refrigeração
- Limpeza
- Inibidores de corrosão

- Inibidores de oxidação
- Vedação da câmara de combustão

Entretanto ele acaba estando sujeito a várias situações que podem reduzir sua própria vida útil, como destaca Agresti (2013, Online) “Motores de motocicletas, em geral, são mais exigidos que os de automóvel. Especialmente nos motores refrigerados a ar, o óleo tem dupla função, lubrificar e refrigerar o motor”. Além disto, o óleo nos motores de motocicletas é responsável também pela lubrificação da caixa de embreagem como complementa Agresti: “nas motos o óleo do motor cumpre papel duplo, pois, ao contrário dos motores automobilísticos, que têm óleo de motor e óleo de câmbio, nas motos o óleo é um só” (AGRESTI, 2013).

De acordo com Silva (2020) “Os lubrificantes sofrem, principalmente, com três fatores de degradação: Oxidação, Cisalhamento e Contaminação externa”. Além dos fatores citados, é importante o entendimento que os lubrificantes possuem vida útil, de modo que, mesmo que não sejam expostos a estes fatores, ou sejam pouco utilizados, ainda assim se deterioram com o tempo, como ressalta Brunetti (2015, p. 224) “os óleos se oxidam com o tempo, formando ácidos orgânicos que são bastante corrosivos para o chumbo e ligas de chumbo”. Vale ressaltar que independente da especificação, qualquer óleo lubrificante está sujeito a tais situações, pois:

No que diz respeito à operação e manutenção de máquinas, deve-se observar que os óleos lubrificantes de qualquer grau ou especificação, geralmente sofrem de três fontes comuns de contaminação: sujeira; hidrocarbonetos, gases ou outros diluentes do processo; e intrusão de água (BLOCH 2000, p. 463).

Tornando evidente a necessidade de realizar a troca de óleo no intervalo de tempo estabelecido pelo fabricante mesmo que a moto não tenha sido utilizada neste período.

Ao identificar os principais fatores de degradação do lubrificante, buscou-se entender os principais métodos para identificá-los. Tendo como os principais, a análise da viscosidade, espectrometria com raio-x, análise de partículas suspensas, ferrograma e ensaios de atrito cisalhante.

2.3.2. Análise da Perda de Viscosidade

No estudo realizado por Mota, Silva e Goulart (2019) é feita uma análise na viscosidade de um óleo lubrificante, sendo a viscosidade definida pelos autores como a menor ou maior facilidade de escoamento do óleo (MOTA; SILVA; GOULART, 2019, p. 1). Foi utilizado um óleo lubrificante específico para motocicletas, buscando identificar as alterações sofridas pela viscosidade. O óleo utilizado apresentava viscosidade 20W-50, indicada para motocicletas a 4 tempos, a motocicleta utilizada foi de 150 cilindradas a 4 tempos, ano 2005 com 58000 km rodados (MOTA; SILVA; GOULART, 2019, p. 2), que de acordo com seu fabricante estabelece a primeira troca de óleo após 1000 km (período de amaciamento do motor) e posteriormente a cada 4000 km.

Para o estudo foram estabelecidos padrões de uso (MOTA; SILVA; GOULART, 2019, p. 5), tais como:

- Abastecer sempre no mesmo posto de combustível
- Manter a motocicleta em boas condições de uso

- Manter os pneus calibrados
- Uso de óleo lubrificante de mesmo lote de fabricação

Foram realizadas três coletas do óleo para análise atendendo a norma ASTM D445 utilizando viscosímetro a Banho Termostático para Viscosidade. Obtendo os seguintes dados:

- Óleo sem uso: viscosidade de 188,8 cSt (milímetro quadrado por segundo de escoamento), estando acima do valor especificado pelo fabricante de 159,4 cSt.
- Após 500 km: viscosidade de 96,6 cSt, aproximadamente 50% de perda de viscosidade.
- Após 1100 km: viscosidade de 88,8 cSt, perda moderada em relação à segunda amostra.

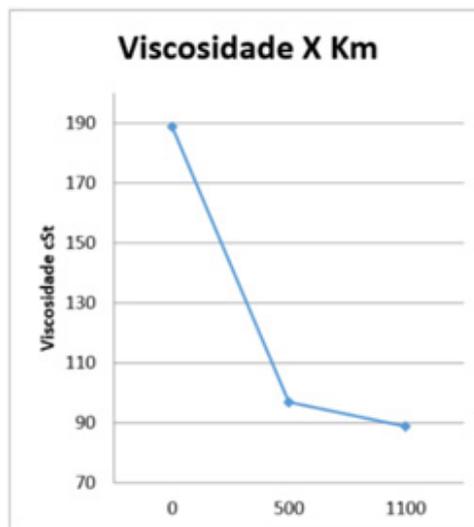


Gráfico 1 – Perda de viscosidade em relação à quilometragem

Fonte: adaptado de Mota, Silva e Goulart (2019, p. 10)

Os autores destacam que a partir dos resultados se faz necessário um novo plano de manutenção estabelecendo um intervalo de troca menor, pois, uma viscosidade abaixo do estabelecido pelo fabricante do equipamento a ser lubrificado pode causar redução da vida útil do mesmo, devido à quebra da película protetora, onde os componentes ficam mais suscetíveis ao desgaste pelo atrito (MOTA; SILVA; GOULART, 2019, p. 8). Evans (2016) acrescenta que pode surgir uma reação em cadeia de problemas, pois, o aumento do atrito aumenta o calor gerado pelos componentes, aumentando a possibilidade de oxidação do óleo, além de reduzir a capacidade de vedação do lubrificante, podendo acarretar vazamentos (EVANS, 2016, p. 5).

2.3.3. Análise da Contaminação do Lubrificante

Nesta análise os autores Santos e Ferreira (2016) buscaram identificar a capacidade do óleo lubrificante em manter suas características ao ser contaminado por impurezas comuns em combustíveis adulterados, através da espectrometria por emissão de raios-x. Utilizou-se um motor estacionário a quatro tempos Honda GX160, óleo Honda SAE 10W-30 SJ JASO MA com carga de trabalho a partir de acoplamento com um alternador e transmissão por correia (SANTOS; FERREIRA, 2016, p. 6).

O motor foi analisado inicialmente por 40 horas de ciclo sem contaminantes no com-

bustível ou lubrificante. Posteriormente o motor foi desmontado para limpeza, evitando interferências nas coletas posteriores. Após montagem, o motor recebeu para a análise os seguintes contaminantes: querosene, álcool e thinner (SANTOS; FERREIRA, 2016, p. 8). Cada contaminante foi acrescido ao combustível em ciclos de uso de 40 horas nas proporções de 5%, 10%, 15% e 20%. Após análise das amostras por espectrometria por emissão de raios-x foram obtidos os seguintes resultados:

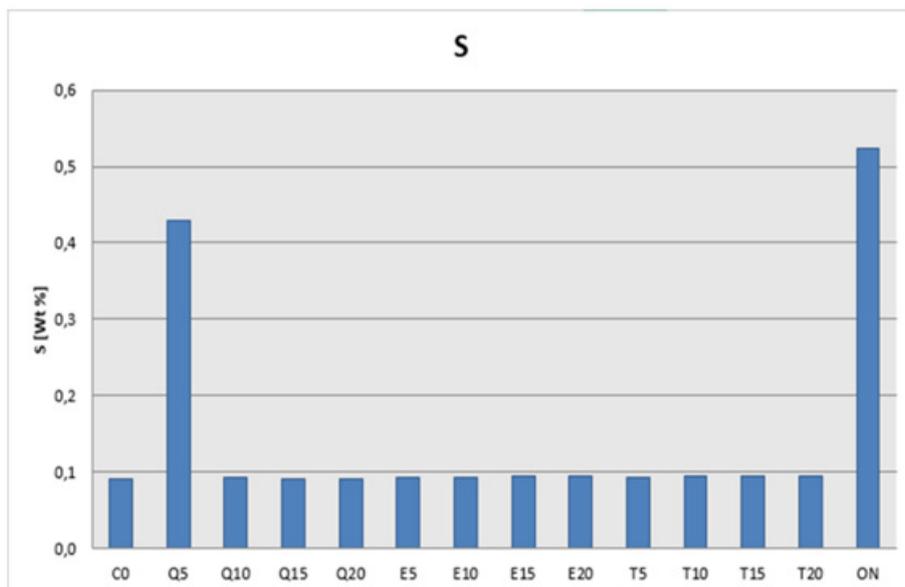


Gráfico 2 – Enxofre encontrado na amostra de espectrômetro de raios-x

Fonte: adaptado de Santos e Ferreira (2016 p. 9)

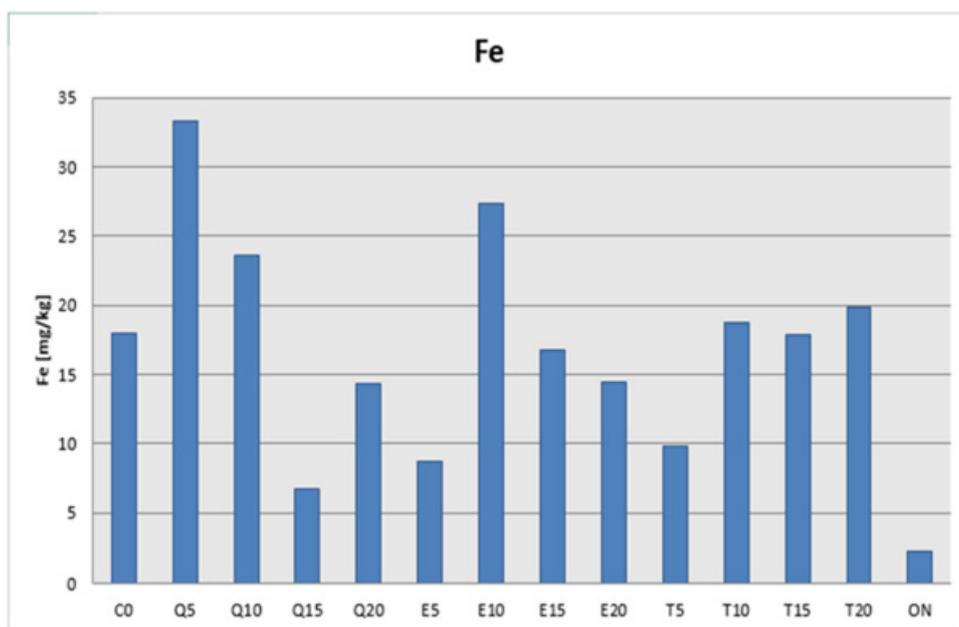


Gráfico 3 – Ferro encontrado na amostra de espectrômetro de raios-x

Fonte: adaptado de Santos e Ferreira (2016 p. 9)

Onde “C0” representa combustível sem contaminantes, “ON” óleo novo, “Q” querosene, “E” etanol (álcool) e “T” thinner.

A partir da análise os autores concluem que a contaminação reduz a quantidade de enxofre presente no lubrificante, sendo ele base dos aditivos antidesgaste (SANTOS; FER-

REIRA, 2016, p. 10). E por consequência ocorre um aumento no teor de ferro devido às partículas desprendidas dos componentes do motor após lubrificação deficiente, gerando desgaste das partes móveis do motor.

A contaminação por ferro precisa ser controlada pois pode potencializar o atrito entre as peças, aumentando ainda mais o teor de ferro no óleo, como destaca Cunha (2005) em seu experimento que consiste em adicionar pó de ferro como contaminante em óleo lubrificante de um redutor de velocidade. Inicialmente o óleo a ser analisado sem contaminante é o ISO 320, que após período de amaciamento, em intervalos de 168 horas foram feitas 4 coletas de óleo, com a última apresentando as seguintes características:

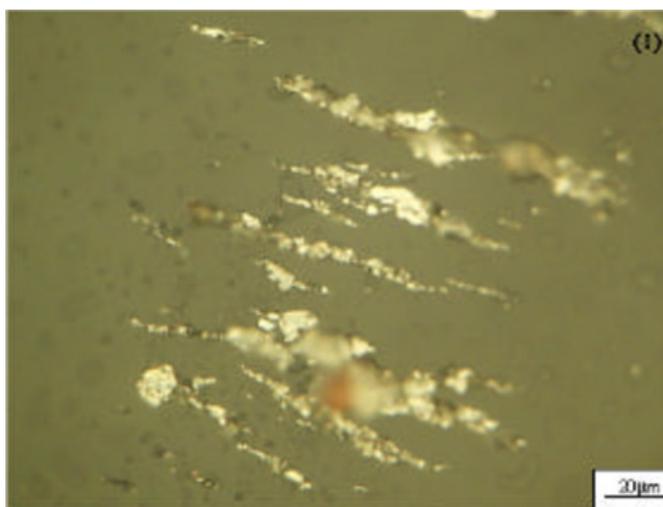


Figura 1 – Partículas de desgaste no óleo na 4ª amostra após amaciamento

Fonte: adaptado de Cunha (2005 p. 138)

Absorção Atômica (ppm)						ISO 4406	% água	TAN mgKOH/g	Visc.40°C cst	Visc.100°C cst	PQ A1/A2/A3/A4
Cu	Si	Al	Fe	Cr	Ni	21/19/16	0,00	1,50	304,81	35,94	148/44/46/47
39	56	3	19	10	1						

Figura 2 – Resultado final após funcionamento sem contaminantes

Fonte: adaptado de Cunha (2005 p. 138)

No entanto, ao acrescentar 0,8g de contaminante, ocorre um aumento expressivo de teor de ferro no lubrificante conforme:

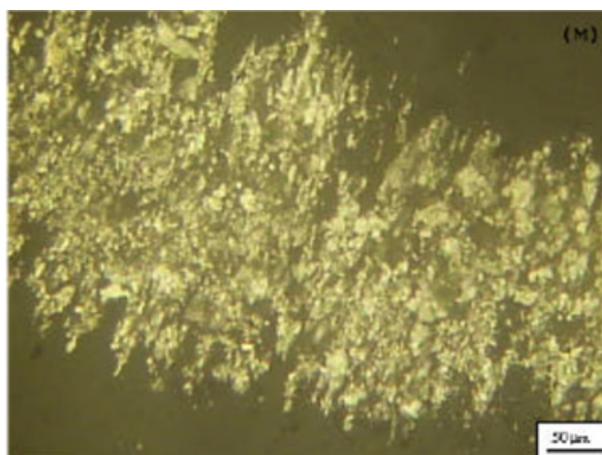


Figura 3 – Partículas de desgaste no óleo na 4ª amostra após contaminação

Fonte: adaptado de Cunha (2005 p. 138)

Absorção Atômica (ppm)						ISO 4406	% água	TAN mgKOH/g	Visc.40°C cst	Visc.100°C cst	PQ D1/D2/D3/D4
Cu	Si	Al	Fe	Cr	Ni	Sem Classificação	0,0	1,05	311,11	33,04	310/311/311/312
41	2	0	77	0	0						

Figura 4 – Resultado final após funcionamento com contaminantes

Fonte: adaptado de Cunha (2005 p. 138)

Evidenciando o aumento do teor de Ferro, de 19ppm para 77ppm, não apenas pela adição intencional, mas também pelo desgaste sofrido pelos componentes da máquina após serem atritados pelo contaminante.

A partir dos experimentos apresentados é evidente um consenso da importância do óleo lubrificante para garantir a proteção das partes móveis de um motor, assim como os danos que a deficiência da lubrificação pode acarretar ao mesmo. Por consequência, surge a necessidade em se aprimorar os planos de manutenção quanto à troca de óleo, especialmente para motocicletas, pois, nelas a manutenção convencional pelos fabricantes é a Produtiva, onde fica estabelecido como referência da troca de óleo de motores o intervalo de uso por tempo ou por quilometragem (NAKAZATO, 2022).

Este tipo de manutenção acaba tendo sua eficiência impactada diante dos regimes de uso das motocicletas, que pode ser moderado: onde o condutor mantém velocidade constante sem necessidade de utilizar a embreagem e sem exigir muito do motor, ou regime severo, muito comum em motocicletas utilizadas para trabalhar, sendo exposta a altas rotações, arrancadas bruscas, uso excessivo da embreagem, arrefecimento ineficiente do motor, assim como as contaminações já apresentadas, causando deterioração do óleo lubrificante antes do parâmetro estabelecido pelo próprio fabricante, ocasionando desgaste prematuro do motor. Por este motivo Nakazato (2022) destaca a necessidade de um plano de manutenção específico para motos em regime de uso severo:

O intervalo deve ser observado de acordo com a condição de uso da motocicleta. Em geral, existe um plano de manutenção para uso normal e outro para uso urbano, sendo que para uso severo é normal que o intervalo seja reduzido pela metade (NAKAZATO, 2022).

Evidenciando a imprecisão de uma manutenção que tem como base somente a quilometragem ou tempo de uso para substituição do óleo, sendo interessante implementar uma manutenção preditiva. Segundo Cunha (2005, p. 2) a principal diferença entre os tipos de manutenções preventivas é que, enquanto a Produtiva age em intervalos estabelecidos com base na expectativa de vida útil dos componentes, a partir de experiência de uso ou estimativas fornecidas pelos fabricantes, a Preditiva atua a partir de acontecimentos pre-determinados com base em informações obtidas de análises do estado em que o componente se encontra no momento da coleta de dados.

Em contrapartida surge a necessidade de se atenderem características necessárias para uma manutenção preditiva com base na análise do óleo, como um vasto conhecimento técnico sobre os métodos a serem utilizados, uso de equipamentos específicos, tais como: microscópio óptico, viscosímetro, monitor de partículas ferrosas, contadores de partículas, membrana de celulose, além da necessidade de terceirização de laboratório para análise de espectrografia. (KIMURA, 2010, p. 93), ou a contratação de empresas que realizam análise do óleo seguindo parâmetros de qualidade com base na ISO 9001, ISO 14001 e ISO 17025. Desta forma, a premissa de se obter praticidade e economia neste tipo de análise é invalidada, sugerindo a inviabilidade de implementar este tipo de análise em motocicletas.

3. CONCLUSÃO

Das análises realizados foi possível comprovar a possibilidade de deterioração do óleo em intervalos inferiores aos estabelecidos pelos fabricantes, confirmando a necessidade de se aperfeiçoar os métodos de manutenções preventivas, ajustando-o de acordo com o regime de uso ao qual a motocicleta é submetida. Cabe ressaltar a dificuldade em se obter informações sobre a vida útil de um óleo lubrificante para motocicletas em regimes de uso diferentes, seja por questões de competição comercial ou pela carência de análises científicas nacionais, sendo necessária a busca por estudos internacionais.

Por outro lado, a implementação da análise do óleo lubrificante como parâmetro de manutenção preditiva demonstrou-se inviável para ser aplicada em uso particular devido a necessidade de vasto conhecimento técnico, necessidade de diversos equipamentos pouco acessíveis ao público geral, criando a dependência de laboratórios específicos para tais análises, conseqüentemente aumentando o custo da manutenção. Já em aplicações empresariais, cabe uma análise de custo de manutenção mais completa, tornando inviável uma padronização com meios mais práticos e econômicos.

A partir das informações obtidas com este trabalho sugere-se para o próximo estudo um levantamento da redução de custos que pode ser obtida a partir da aplicação das análises do óleo, fazendo orçamentos de empresas que realizam análise de óleo e comparando com os métodos já existentes de troca de óleo com intervalo reduzido pela metade.

Referências

- AGRESTI, Roberto. **10 erros que acabam mais rápido com sua moto**. Brasil: G1, 21 ago. 2013 (2013, Online) Disponível em: <http://g1.globo.com/carros/dicas-de-motos/noticia/2013/08/10-erros-que-acabam-mais-rapido-com-sua-moto.html>. Acesso em: 02 nov. 2022
- BLOCH, Heinz P. **Practical Lubrication for Industrial Facilities**. Lilburn: The Fairmont Press, Inc., 2000
- BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna**. v. 2. ed. São Paulo-SP: Edgard Blucher Ltda, 2015. p. 215-224.
- CUNHA, Rodrigo C. **Análise Do Estado De Conservação De Um Redutor De Velocidade Através Da Técnica De Partículas De Desgaste No Óleo Lubrificante Auxiliada Pela Análise De Vibrações**. 2005. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005. p. 2-138.
- EVANS, John S. **OS AUMENTOS E DIMINUIÇÕES DA VISCOSIDADE**, Le Mans, n. 38, mar. 2016. p. 5. Disponível em: <https://www.wearcheck.co.za/index.php/portuguese>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- KIMURA, Rogério K. **Uso da Técnica de Análise de Óleo Lubrificante em Motores Diesel Estacionários, Utilizando-se Misturas de Biodiesel e Diferentes Níveis de Contaminação do Lubrificante**. 2010, 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2010. p 52-93.
- MOTA, D.; SILVA, J.; GOULART, C. **ANÁLISE DA PERDA DE VISCOSIDADE DE UM ÓLEO LUBRIFICANTE MINERAL 20W50, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE USO EM UMA MOTOCICLETA 4 TEMPOS**. Uberaba, 2019. p. 1-2-5-8-10. Disponível em: <https://www.uniube.br/eventos/edepa/2019/downloadAnexo.php?pessoa=178026&sequencia=1>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- NAKAZATO, Rafael. **Intervalos de troca de óleo do motor**. Brasil: Motul, 2022. Disponível em: <https://motul-expert.com.br/intervalos-de-troca-de-oleo-do-motor/#:~:text=Existem%20variações%20que%20vão%20desde,e%20da%20especificação%20do%20lubrificante>. Acesso em: 11 out. 2022.
- OLIVEIRA, Carlos A.; ROSA, Andrea. **Mecânica de Automóveis: Motores de Combustão Interna - Álcool e Gasolina**. Santa Maria: CEP SENAI Roberto Barbosa Ribas, 2003. p. 54.
- PAULI, Evandro; UILIANA, Fernando. **CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção: Mecâni-**

ca Lubrificação. Espírito Santo: Ricardo José da Silva (SENAI) 1997, p. 12.

RODRIGUES, Carlos A. C: **Lubrificação de Motores Diesel.** 2009. 143 f. Tese (Mestrado em Manutenção Industrial) – Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2009. p. 47

SANTOS, Víctor A.; FERREIRA, Ronaldo L. **ANÁLISE DE ÓLEO LUBRIFICANTE POR ESPECTROS DE RAIOS-X. 2016,** Rio Verde, 2016. p. 6-8-9-10. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Victor%20Alves%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

SILVA, Danilo. **Quais são os aditivos dos lubrificantes e suas funções?**. Brasil: Motul, 6 mar. 2020. Disponível em: <https://motulexpert.com.br/quais-sao-os-aditivos-dos-lubrificantes/>. Acesso em: 16 out. 2022.



Engenharia da Produção



48

A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA 5S NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS

*THE IMPORTANCE OF APPLYING THE 5S PROGRAM IN
BRAZILIAN INDUSTRIES*

Jorge da Silva

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Tendo em vista que há melhora significativa na qualidade de vida e consequentemente aumenta a produtividade e elimina os desperdícios nas organizações, pesquisa-se sobre a importância da aplicação do programa 5S nas indústrias brasileiras. Para tanto, foi necessário apresentar o modelo do desse programa e descrever sua utilidade dentro do ambiente aplicado, mencionou-se os benefícios do programa 5S para os colaboradores e exemplificou-se a utilização do mesmo na indústria brasileira. Realizou-se, então, uma pesquisa bibliográfica para discorrer sobre o tema proposto. Diante disso, verificou-se que a ferramenta foi apresentada de forma clara e objetiva, os benefícios foram mencionados e exemplos da aplicação da ferramenta foram demonstrados através de imagens ilustrativas, onde mostrou-se o antes e depois da implementação da ferramenta, o que impõe a constatação de que os objetivos foram todos alcançados com êxito.

Palavras-chave: Programa 5S, Qualidade, Benefícios.

Abstract

Considering that there is a significant improvement in quality of life and consequently increases productivity and eliminates waste in organizations, research is researched on the importance of applying the 5S program in Brazilian industries. Therefore, it was necessary to present the model of this program and describe its usefulness within the applied environment, mention the benefits of the 5S program for employees and exemplified the use of it in the Brazilian industry. A bibliographical research was carried out to discuss the proposed theme. Therefore, it was verified that the tool was presented clearly and objectively, the benefits were mentioned and examples of the application of the tool were demonstrated through illustrative images, where it was shown before and after the implementation of the tool, which requires the realization that the objectives were all successfully achieved.

Keywords: 5S Program, Quality, Benefits.

1. INTRODUÇÃO

No passado, existia nas indústrias japonesas muito desperdício, insatisfação dos colaboradores e outros fatores que conduziam à baixa produção, a qualidade inferior nos produtos e conseqüentemente menos lucros. Mas isso mudou com a criação e implementação de um programa de qualidade denominado 5S que trouxe aos japoneses resultados positivos. A competitividade entre as empresas faz com que haja uma procura por ferramentas de gestão da qualidade, e visa assim, agregar valor em toda a organização do menor ao maior cargo, até chegar ao cliente final.

A importância da aplicação do programa 5S se dá devido à fácil implementação dos cinco sentidos na vida laboral dos colaboradores, concede aos mesmos uma melhora significativa na qualidade de vida e conseqüentemente, aumenta sua produtividade e elimina os desperdícios. A contribuição desta pesquisa para com a sociedade se deu devido ao fato de o programa 5S poder ser implementado em pequenas, médias e grandes empresas. E para a comunidade acadêmica contribuiu como mais uma fonte de pesquisa baseado em estudos já realizados por autores renomados.

Devido às muitas mudanças nos processos de fabricação nas indústrias, fez-se necessário a implementação de ferramentas da qualidade que trouxessem melhorias, diminuísse os custos operacionais, e evitasse grandes desperdícios de tempo e insumos. Para isso, desenvolveu-se um programa denominado 5S, que atualmente é amplamente utilizado por organizações e que gera grandes resultados. Sendo assim, a pesquisa buscou responder ao seguinte questionamento: Qual o impacto da aplicação do programa 5S nas empresas?

O objetivo geral dessa pesquisa foi demonstrar a importância do programa 5S para a indústria brasileira e os objetivos específicos foram: apresentar o modelo do programa 5S, descrever os objetivos do programa 5S e exemplificar a utilização do programa 5S na indústria brasileira.

2. O PROGRAMA 5S

O 5S surgiu no Japão, no final da década de 1950, após ser derrotado na 2ª guerra mundial, momento este em que a indústria japonesa não dispunha de qualidade superior em seus produtos, deixando assim, de atuar no mercado internacional com preços competitivos e boa qualidade porque não possuía uma alta produção (RIBEIRO, 2015).

No Brasil o programa 5S foi iniciado na década de 90 e tem sido o mais procurado pelas empresas para disciplinar problemas comportamentais e formar uma cultura de combate ao desperdício, falta de organização, falta de higiene e outros fatores a fim de manter a ordem e a limpeza em todos os ambientes da organização visto que o programa é de base física e comportamental (RIBEIRO, 2015).

O 5s ainda é visto como se fosse simplesmente uma grande faxina e nada mais como afirma Toniazzo (2016, p. 11) “O 5S é normalmente referenciado como uma técnica de limpeza e organização. Contudo, sua importância vai muito além disso. Ele é responsável pela mudança cultural numa empresa e é a base de sustentação para implementar outras ferramentas”. Percebe-se então a grande importância da implementação do programa.

Para que a implementação do programa 5S's tenha melhorias efetivas, a organização



e os colaboradores são auxiliados a fazer a eliminação de tudo o que não tem mais valor, manter o ambiente organizado, desobstruir os corredores e deixar tudo o que foi recolhido para possível reaproveitamento ou fazer o descarte correto se for o caso para que não haja acúmulo de materiais desnecessários dentro da organização, ocupando espaço (CHORNOBAY, 2015).

A implementação do programa é importante para que o 5S's seja mantido e melhorado e assim, faz com que a capacidade produtiva seja aumentada bem como a implementação dos controles de gestão de outras ferramentas da qualidade que contribuem para o bom funcionamento da organização como um todo. Deve-se ainda, entender que o gestor da organização tem de estar apto a ouvir, sugerir, cobrar, participar, apoiar essa implementação.

Para Campos (2004), a implantação de um programa de qualidade não deve ser muito rígida, mas tem que haver adaptações de acordo com as necessidades, os usos e costumes da organização “[...] deve ser visto como o aperfeiçoamento do gerenciamento já existente”. Nota-se que para cada organização, o programa deve ser aplicado de uma forma exclusiva, pois cada empresa tem sua cultura organizacional bem definida a ponto de não existir um padrão único para todas as empresas devido às suas particularidades.

Foram estabelecidos sete passos de um protótipo, que objetiva a qualidade do programa 5S's para nortear o processo de implementação da ferramenta que são descritos da seguinte maneira: passo 1 - comprometimento da alta gerência; passo 2 – formação de equipe do 5S; passo 3 – diagnóstico; passo 4 – divulgação dos conceitos do programa; passo 5 – preparação para o “dia d”; passo 6 – o dia da limpeza; passo 7 – arrumação (FRANÇA 2003).

Alguns passos muito importantes para que a implantação obtenha sucesso dentro das organizações, estão dispostos no Quadro 1:

PASSOS	ESTRATÉGIA 5S's
Comprometimento da alta gerência	Sem um apoio incondicional da alta gerência, todo processo fica comprometido e é por isso que se deve fortalecer os grupos de trabalho e os laços com a alta cúpula, a fim de que todos da empresa apoiem o novo programa, além de a gerência oferecer total segurança a todos os envolvidos demonstrando que haverá melhorias.
Formação da equipe do 5S	Uma equipe de trabalho comprometida com a implementação da ferramenta 5S's é o grande diferencial para um resultado eficaz no final do programa.
Diagnóstico	O diagnóstico permite que a equipe faça um levantamento da real situação da empresa e trace as metas que precisam ser implantadas de forma planejada.
O Dia da limpeza	Esse dia é avaliado como a mola propulsora da implementação do 5S's, pois depois de várias reuniões junto com a alta gerência e todos os colaboradores da empresa, a equipe responsável pela implantação dos 5S's enfim poderá colocar tudo que foi planejado.

Quadro 1: Protótipo de Colaboração na Qualidade da Ferramenta 5S's

Fonte: Adaptado de França (2003) e Schmitt (2018)

Notou-se no Quadro 1 a grande necessidade de se ter uma boa estratégia para alguns dos aspectos importantes na implementação do programa 5S's no que diz respeito ao apoio da alta gerência pois é de fundamental importância para os colaboradores. Ficou evidente ainda que devem ser realizados diagnósticos para que metas sejam traçadas

para obtenção de resultados. Isso tudo traz grandes benefícios para as organizações e seus colaboradores como um todo.

3. BENEFÍCIOS DO PROGRAMA 5S

O programa 5S foi criado por conta de uma necessidade e objetiva ganhos com sua implantação nas indústrias brasileiras, traz benefícios diretos e indiretos como afirma Toniazzi (2016). Os benefícios do 5S não se limitam apenas ao chão de fábrica, mas também são aplicados em outras áreas das indústrias como: produção, manutenção, qualidade, recursos humanos, dentre outras, em conjunto com outros investimentos sem vínculo com retorno financeiro tangível (RIBEIRO, 2015).

Com a implementação dos 5 sentidos muitas mudanças ocorrem no ambiente de trabalho “...bom destacar quando se aplica o 5S’s, os números de acidentes de trabalho diminuem; os antigos vícios começam a ser eliminados e os novos hábitos vão surgindo, torna-se, por conseguinte, mais fácil de identificar e resolver...” (SCHMITT, 2018, p. 29). Observa-se claramente que não se trata apenas de pegar uma vassoura e começar a limpar o local de trabalho, mas implica-se na mudança em áreas distintas da organização.

Diante de muitas definições de qualidade, torna-se necessário encontrar um elemento comum, concreto e que possa ser observado, pois os indivíduos interligam esse elemento. As consequências são experimentadas por esses indivíduos porque os requisitos são para eles estabelecidos e a realização dos processos é controlada por eles que também assumem os principais papéis nos grupos (SANTOS; TEIXEIRA, 2007).

Alguns dos autores renomados da qualidade estão ilustrados no Quadro 2 onde as definições sobre produtos ou serviços, processos, resultados ou consequências estão dispostas:

Autor	Perspectiva	Definição da qualidade
Taguchi	Consequências	A perda que um produto causa à sociedade depois de ser expedido e não as perdas causadas por funções intrínsecas.
Juran	Consequências	Adaptação ao uso.
Ishikawa	Resultados	Ausência de variação nas características da qualidade.
Deming	Processo	O processo que conduz a resultados através de produtos/serviços que possam ser vendidos a consumidores que ficarão satisfeitos.

Quadro 2 – Definições de Qualidade

Fonte: Adaptado de Santos; Teixeira (2007, p. 29)

As definições da qualidade foram relatadas resumidamente no Quadro 2 conforme pensa cada autor em relação às perspectivas que são: consequências, resultados e processos. Nota-se que para cada uma das três perspectivas, dois autores distintos têm suas concepções em relação à mesma perspectiva, porém com pensamentos diferentes entre si. Os benefícios de se implantar o 5S nas indústrias, empresas, organizações e fábricas são muitos e são obtidos direta e indiretamente.

Existem também os benefícios indiretos que são atingidos quando as práticas se

tornam um hábito “Quando as práticas se transformam em hábito, é possível perceber mudanças na forma de receber e implementar novas ferramentas, ideias e sugestões. O grande benefício que se obtém de forma indireta é a sustentação de outras ferramentas...” (TONIAZZO, 2016, p. 24). Nota-se que o 5S é a base de sustentação para várias outras ferramentas da qualidade.

Os 5 sentidos apresentam também benefícios individuais para cada uma das palavras “constitui-se em classificar os materiais, ferramentas, utensílios, equipamentos, informações que são desnecessárias para a empresa, ou seja, separar o útil do inútil...” (OSADA, 1992). Trata-se do primeiro sentido denominado *seiri* que é o sentido de utilização e descarte.

O sentido denominado de *seiton* “...busca a simplificação e agilidade no ambiente de trabalho. Depois da aplicação do primeiro sentido, o ambiente está preparado para ser organizado com a disposição correta dos materiais, ferramentas e equipamentos necessários a execução do trabalho” (DOMINGUES, 2011, p. 33). Organização, ordenação, sistematização são denominações para este sentido.

O terceiro sentido “...tem como principal objetivo a manutenção da limpeza de ambientes e instalações. A limpeza feita com a postura de inspeção gera, não só um ambiente limpo, mas uma postura mais pró-ativa e cria uma maior intimidade entre a pessoa e os meios de produção” (RIBEIRO, 2015, p. 86). Trata-se de algo inconsciente que abrange os cuidados com máquinas, equipamentos e outros recursos que conduzem à qualidade.

O sentido da autodisciplina (*shitsuke*) trata de educação, hábito visto que todos na organização precisam colaborar “Destaca-se que somente a prática diária transforma as necessidades básicas em hábitos, uma vez que todas as pessoas possuem grande tendência ao esquecimento” (CHORNOBAY, 2015, p. 13). Este sentido complementa os quatro anteriores, pois disciplina é sinal de respeito às regras da organização onde se executam as atividades rotineiras e abre-se porta para uma implementação de excelência do programa 5S.

4. APLICAÇÃO DO PROGRAMA 5S

A implementação do 5S é muito importante para a organização segundo Toniazzo (2016, p. 38) “...implementar, manter e melhorar o nosso 5S para podermos aumentar nossa capacidade competitiva, assim como implementar controles de gestão e ferramentas que contribuam com a produtividade de nossa organização”. Observa-se que há consenso entre os autores em relação à importância da implantação do programa nas organizações.

Após a implementação deste programa, recomenda-se que não haja um retrocesso porque nota-se que é essencial que o ambiente de trabalho dentro das empresas seja mantido em perfeitas condições de higiene e seja mantida também a organização em harmonia para tudo o que foi conquistado com a implantação do programa 5S seja conservado e haja sempre melhoria contínua de forma gradativa (CHORNOBAY, 2015).

Um dos muitos exemplos da aplicação do 5S está visível na Figura 1, onde percebe-se a aplicação do primeiro sentido (*Seiri*), mostrando que todas as caixas com produtos são identificadas com numerações específicas de acordo com o tipo e local onde devem ser alocadas para que sejam facilmente visualizadas pelos colaboradores da empresa evitando a perda de tempo (TONIAZZO, 2016).



Figura 1 - Demarcação no piso

Fonte: Toniazzi (2016, p.64).

Ficou bem claro na Figura 1, a liberação de espaço e economia de tempo devido ao uso correto da ferramenta 5S. As empresas têm dificuldade em mensurar os resultados tangíveis do 5S, porém a maioria conclui que o programa é a base para a melhoria pois é um processo educacional (RIBEIRO, 2015). Com a implantação do programa 5S nas empresas, os resultados tendem a ser satisfatórios em todas as áreas na medida em que todos os colaboradores se adaptam às novas regras desse processo educacional que traz melhorias em todos os aspectos e áreas das empresas que fazem uso desta ferramenta.

Um outro exemplo da aplicação dos sentidos é o do senso de organização em uma fábrica de estofados na Figura 2 onde nota-se o efeito transformador do 5S:



Figura 2 – Rolos de Tecidos

Fonte: Benatti (2019, p. 53)

Observa-se na Figura 2 que a falta de organização na empresa deixa o ambiente de trabalho desagradável tanto para os colaboradores quanto para os clientes “Por isso foi dada a sugestão ao proprietário para construir um mostruário de tecidos para tornar mais fácil a visualização dos mesmos, e mais apresentável para escolha do cliente” (BENATTI, 2019, p. 53). Torna-se muito mais agradável para um cliente ou para um colaborador observar a disposição dos tecidos para sofá após a aplicação do senso de organização e bem mais fácil visualizar e escolher a cor desejada.

A saúde é de extrema importância para todo e qualquer ser humano, por isso a metodologia 5S contempla o senso denominado *seiketsu* para esta finalidade. Cuidar da saúde de seus colaboradores é de suma importância para toda e qualquer organização, pois os

funcionários precisam estar bem para manter a produtividade plena e para que isso ocorra torna-se necessário manter o ambiente limpo “...política da limpeza é assegurar que tudo esteja limpo, mas não se trata apenas disso, de realizar uma limpeza no ambiente de trabalho apenas no que está sujo e pronto, isso é apenas o começo; deve-se ir adiante e manter o ambiente sempre limpo e fazer um levantamento das causas” (JERONYMO, 2014, p. 34).

Autodisciplina é um dos 5 sentidos através do qual são realizados os quatro anteriores, visto que sem autodisciplina não se torna possível executar regras “...fase final que pode sustentar todos os sentidos apresentados anteriormente é a autodisciplina. Essa fase pede uma revisão formal e rigorosa para garantir que os benefícios da abordagem serão mantidos” (TONIAZZO, 2016, p. 81). Nota-se que é imprescindível a execução do sentido da autodisciplina de forma que os 5S's sejam devidamente praticados em harmonia.

A disciplina traz autonomia e criatividade para a realização das atividades rotineiras dentro de uma organização “...é que todos trabalhem autonomamente e que transformem o 5S num modo de utilizar a criatividade para fazer com que haja uma melhor qualidade, produtividade e segurança no trabalho, um trabalho diário agradável...” (CUNHA, 2012, p. 16). Sem disciplina, se torna difícil a execução de quaisquer atividades na indústria, empresas de pequeno e médio porte.

Para obtenção de sucesso por meio do programa 5S torna-se necessário a realização de auditorias internas para que se meça e monitore o desenvolvimento dessa ferramenta. Recomenda-se que os colaboradores tenham total consciência do quanto a participação de cada colaborador na aplicação do programa é de suma importância para a melhoria contínua do ambiente de trabalho na organização (CHORNOBAY, 2015).

5. METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este trabalho acadêmico foi uma revisão bibliográfica que se encontra em livros, acervos na internet, dissertações, artigos científicos, outras monografias, de onde foram extraídas as informações necessárias para a construção do Artigo. Destacou-se neste trabalho as ideias de autores renomados como: (CAMPOS, 2004), (RIBEIRO, 2015), (TONIAZZO, 2016), dentre outros e o período pesquisado foi de 10 anos, porém algumas citações excedem o período por conta da dificuldade de se encontrar literatura e as palavras-chave foram: programa 5S, qualidade e benefícios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou o trabalho de pesquisa, constatou-se que havia muito desperdício de tempo e insumos nos processos de fabricação das indústrias, além de elevados custos operacionais. Por esse motivo, fez-se necessário realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a importância da aplicação do programa 5S nas indústrias brasileiras. Diante disso a pesquisa teve como objetivo geral demonstrar a importância do programa 5S para a indústria brasileira. Constatou-se que o objetivo geral foi atendido porque o trabalho de pesquisa bibliográfica conseguiu demonstrar que com a implementação de forma adequada da ferramenta 5S, pôde-se demonstrar excelentes resultados.

O objetivo da pesquisa foi apresentar o modelo do programa 5S e este foi atendido através da revisão de literatura descrevendo o início no Japão e depois no Brasil. Fez-se também uma breve descrição dos sentidos por meio de quadros e apresentou-se o ponto de vista de alguns autores sobre a ferramenta 5S e sua implementação. Mencionou-se os

benefícios do programa 5S na indústria e foi alcançado por meio da comparação da ferramenta 5S com outras. A qualidade foi descrita do ponto de vista de autores e os benefícios de cada um dos 5 sentidos foi descrito de forma explicativa de como e onde deveriam ser aplicados para usufruir integralmente dos benefícios da ferramenta.

Foram exemplificados a utilização do programa 5S na indústria brasileira, apresentou-se as etapas da implementação do programa 5S e a utilização de algumas imagens que de forma clara que, se a ferramenta for implantada de forma adequada e com a colaboração de toda a organização, os resultados são os melhores possíveis.

Portanto, conclui-se que o objetivo a que se propôs foi alcançado e recomenda-se aos leitores deste artigo que possam realizar novas pesquisas a respeito do assunto, com vista a aprofundar mais sobre o mesmo e buscar outros dados para que se obtenha sempre uma atualização sobre os 5S's.

Referências

BENATTI, Juliana Tais. **Implementação do Programa 5S em uma empresa de segmento de estofados**. 2019. 74 f. TCC (Graduação) – Bacharelado em Engenharia de Produção – FAHOR – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2019. Disponível em: https://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2019/JulianaTaisBenatti.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Nova Lima: INDG, 2004.

CUNHA, Olga. **Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias**. 2012. 88 f. Dissertação – Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial – FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/20555>. Acesso em: 19 out. 2022.

CHORNOBAY, Ana Paula. **Implantação do Programa 5S na Faculdade Educacional da LAPA-FAEL**. 2015. 21 f. MBA – Gestão da Qualidade -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/52390>. Acesso em: 22 ago. 2022.

DOMINGUES, Marcos Aurélio. **A Importância do Programa 5S para a implantação de um sistema de qualidade**. 2011. 41 f. Monografia (Pós-graduação) – Especialização em Gestão de Negócios – UFPR, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/33698>. Acesso em: 15 out. 2022.

FRANÇA, Ângela. **O Programa 5S sem segredos** – Um roteiro para implementar o programa 5S em sua organização. 2003. Disponível em: <https://www.banasqualidade.com.br>. Acesso em: 16 set. 2022.

JERONYMO, Gabriela Torres. **Programa 5S – Uma ferramenta de auxílio para eliminação de desperdícios**. 2014. 49 f. TCC (Graduação) – Bacharelado em Engenharia de Produção – Centro Universitário Eurípedes de Marília – UNIVEM, Marília, 2014.

OSADA, T. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. São Paulo: Instituto IMAN, 1992.

RIBEIRO, Haroldo. **Você sabe o que é 5S** (ou pensa que sabe)?. São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2015.

SANTOS, Antônio N.; TEIXEIRA, Antônio. **Gestão da Qualidade** – de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM. Lisboa: Edições Sílabo, Ltda, 2007.

SCHMITT, Otávio Henrique. **Fatores influenciadores à utilização do sistema 5S's nas organizações**. 2018. 36 f. TCC (Graduação) – Bacharelado em Administração – Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes, 2018. Disponível em: <https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/2315>. Acesso em: 13 out. 2022.

TONIAZZO, Rubilar. **5S muito além da limpeza e organização**. Caxias do Sul: ISBN, 2016.



49

AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DAS EMPRESAS

QUALITY TOOLS IN BUSINESS MANAGEMENT

Gleyce Anne Leite Linhares Santana

Eduardo Mendonça Pinheiro

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Em um mercado competitivo onde as empresas precisam enfrentar vários problemas e desafios, vê-se a importância da implantação de um sistema de gerenciamento que faz uso das ferramentas da qualidade. Neste contexto, o presente trabalho pesquisou sobre o uso das ferramentas da qualidade no gerenciamento das empresas. O objetivo principal foi fomentar sobre as vantagens que a aplicabilidade das ferramentas da qualidade confere ao ambiente empresarial. Para isso realizar-se, foi necessário expor a concepção do conceito de qualidade, contextualizar sobre as ferramentas básicas da qualidade e demonstrar como é importante um sistema de controle da qualidade. A metodologia aplicada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica fundamentada em materiais sobre o assunto. O resultado da pesquisa possibilitou descrever os benefícios que oferecem a aplicação das ferramentas da qualidade nas empresas e mostrar ao mundo corporativo que para ter sucesso, se faz necessário adotar uma política de qualidade, onde todos devem estar comprometidos.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade, Gerenciamento, Controle da qualidade

Abstract

In a competitive market where companies need to face several problems and challenges, it is important to implement a management system that makes use of quality tools. In this context, the present work researched on the use of quality tools in the management of companies. The main objective was to promote the advantages that the applicability of quality tools gives to the business environment. For this to happen, it was necessary to expose the conception of the concept of quality, followed by the contextualization of the basic quality tools and then demonstrate the importance of quality control. The methodology applied in this work was the bibliographic research based on materials on the subject. The research result made it possible to describe the benefits offered by the application of quality tools in companies and to show the corporate world that to succeed, it is necessary to adopt a quality policy, where everyone must be committed.

Keywords: Quality tools, Management, Quality control



1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o mundo está vivenciando o aumento da globalização e das revoluções tecnológicas, que são os fatores responsáveis por todas as transformações mercadológicas. Diante deste cenário, o conceito de qualidade deixou de ser apenas de um olhar crítico para o produto ou serviço, evoluindo para um maior valor significativo na dinâmica de uma organização. A gestão da qualidade possui um confiável sistema de coleta de dados e informações que auxiliam na tomada de decisões e ações na busca da melhoria contínua. As ferramentas da qualidade são indispensáveis na avaliação e acompanhamento no sistema de gestão de uma empresa. Dentre as ferramentas mais utilizadas no mundo corporativo, foram analisadas: a Estratificação, as Folhas de Verificação, o Diagrama de Pareto, o Diagrama de Ishikawa, o Diagrama de Dispersão, o Gráfico de Controle, o Fluxograma e o Histograma.

Este trabalho objetivou analisar as vantagens quanto ao uso das ferramentas da qualidade no ambiente empresarial. As ferramentas da qualidade além de serem um fator de avaliação de desempenho e de controle do processo produtivo, interligam todos os departamentos da organização. Todas as empresas que implantam um sistema de qualidade, acabam inseridas dentro dos requisitos e exigências da ISO (*International Organization for Standardization*).

Conclui-se que toda organização, seja ela de pequeno, médio ou grande porte tem como objetivo fundamental atender as necessidades e expectativas de seus clientes; porém manter sua viabilidade econômica e melhorar sua competitividade e produtividade tem como principais desafios: a concorrência, a redução de defeitos, a redução de custos e a redução de retrabalhos. A adoção de um sistema de qualidade além de priorizar a melhoria contínua, dará as empresas uma maior confiabilidade nos seus processos, garantindo assim, seu sucesso estratégico, garantindo com que elas atinjam suas metas e objetivos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Os conceitos de qualidade

Para se abordar o tema Gestão da Qualidade se faz necessário explicar as palavras “qualidade” e “gestão”. Qualidade é definida como: excelência de algo ou alguém; conformidade; atratividade; nível de perfeição; grau de utilidade esperado ou adquirido de um produto ou serviço. Segundo a NBR ISO 9000:2015, qualidade significa: grau na qual um conjunto de características inerentes satisfaz os requisitos, ou seja, qualidade é uma adequação e conformidade de um processo, serviço ou produto entregue por uma organização. Apesar do significado de qualidade ser conhecido há anos, foi recentemente que o termo qualidade passou a ser usado como ferramenta na gestão de empresas. Há ainda outras 5 definições abordadas por Oliveira (2020): transcendental, fundamentada no produto, fundamentada no usuário, fundamentada na produção e fundamentada no valor.

Segundo o dicionário, gestão é o ato de gerir ou administrar recursos e pessoas; para o pai da Administração Moderna, “Peter Drucker”, gestão é o ato de inovar, ou seja, converter necessidades em oportunidades para se obter negócios lucrativos. De acordo com a NBR ISO 9000:2015, o SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade) é “um sistema para estabelecer política e objetivos para controlar uma organização no que diz respeito a qualidade”. A Gestão da Qualidade é o elo entre o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da

qualidade; ela tem como finalidade aplicar métodos e ferramentas para medir, quantificar e garantir a eficiência. As ferramentas da qualidade possibilitam otimizar os problemas, potencializar os processos e obter resultados (MORAIS; MORAIS, 2021).

De acordo com a NBR (2015) a Gestão da Qualidade está fundamentada em 8 princípios, que são os pilares sobre os quais as empresas devem se apoiar: foco no cliente, liderança, envolvimento de pessoas, abordagem de processo, abordagem sistemática para gestão, melhoria contínua, tomada de decisão baseada em fatos e benefício mútuo nas relações com fornecedores.

Por definição, nota-se que a qualidade está focada em atender as necessidades do cliente e para conseguir esse objetivo, convém que toda organização adote uma política de qualidade que busque de forma incansável melhorar a qualidade de seus bens, serviços e processos, tornando-se assim líder de sucesso no mercado competitivo.

2.2 Evolução da gestão da qualidade

Devido a evolução do conceito de qualidade, as empresas se preocuparam com a importância da qualidade no ambiente de trabalho. Garvin (2022) e Paladini (2008), defenderam que a qualidade é conhecida a milhares de anos e que sua evolução pode ser denominada como “Eras” da qualidade. A história da evolução da Gestão da qualidade pode ser dividida em quatro eras marcantes.

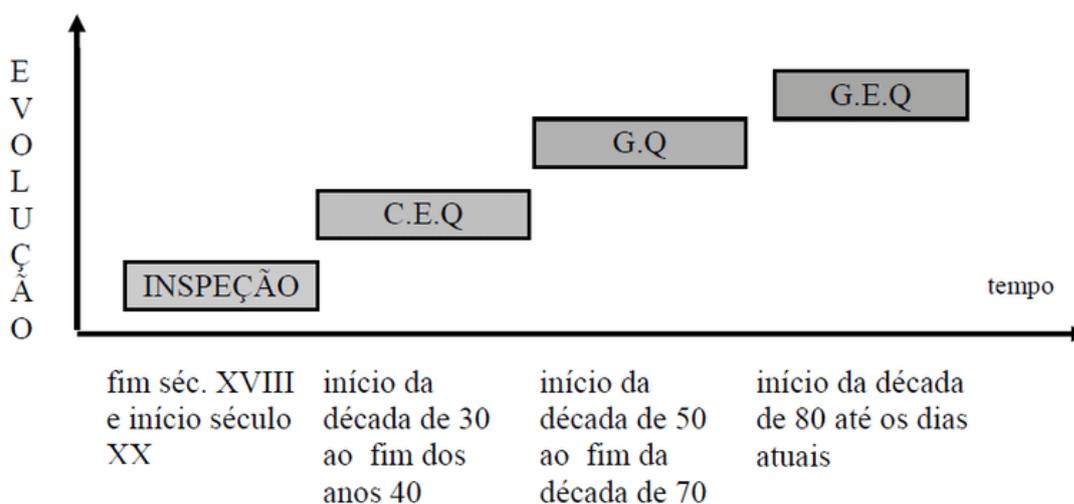


Figura 1 – Evolução de qualidade e suas “eras”

Fonte: Scalco (2004)

A primeira “Era” ou “Era da Inspeção”, o artesão era o inspetor da qualidade; este tinha a função de avaliar se o produto estava conforme ou não conforme; os produtos bons eram separados daqueles que estavam com defeito, desta forma o processo não era analisado (DANIEL; MURBACK, 2014).

A segunda “Era” ou “Era do Controle Estatístico da Qualidade”, com o aumento das atividades industriais impulsionadas pela Revolução Industrial, aconteceu a racionalização e a padronização dos produtos; porém o foco ainda estava na correção e na preocupação das fontes de variabilidade; Walter A. Shewhart, introduziu nas organizações o controle da qualidade e o ciclo PDCA (*Plan* - planejar, *Do* - executar, *Check* - verificar e *Action* – atuar corretamente).

Segundo Mello (2011) o ciclo PDCA é uma das mais famosas ferramentas do TQM, podendo ser usado tanto para controlar um processo quanto para aperfeiçoá-lo, o que visa à melhoria contínua, e pode ser utilizado em qualquer instância da empresa.

A terceira “Era” ou “Era da Garantia da Qualidade”, com a expansão da indústria e o uso de mão de obra não qualificada, ocorreu um elevado número de defeitos da produção, assim surgiu a era da garantia da qualidade, onde houve a valorização de todo planejamento e coordenação de processos, além do estabelecimento de técnicas e padrões de qualidade (DANIEL; MURBACK, 2014).

A quarta “Era” ou “Era da Gestão Estratégica da Qualidade ou Era da Qualidade Total”, surgiu uma nova concepção da qualidade, nesta era a qualidade está atrelada ao nome da empresa, sendo um impacto negativo à empresa que não atendesse as especificações, desta forma toda empresa deveria estar envolvida com a qualidade; a qualidade adquiriu símbolo de destaque econômico (DANIEL; MURBACK, 2014).

Desta maneira, segundo Paladini (2012 p.18) “a própria evolução do conceito da qualidade mostra que saiu de uma situação em que todo esforço pela qualidade se resumia à atividade de inspeção, para um ambiente na qual a qualidade é definida da forma mais ampla possível”. A qualidade começou a ganhar um grande valor significativo, obrigando assim as organizações a reformularem seus processos e estabelecerem parâmetros de qualidade.

No ano de 1987, a ISO lançou as famílias das Normas da ISO 9000, baseada em normas britânicas de qualidade e nas expectativas e contribuições de especialistas de vários países para chegar a um resultado, que se considera um marco na evolução da Gestão da Qualidade. “A qualidade se tornou um fator fundamental no modo de operação de qualquer organização, sendo indispensável no processo gerencial das organizações” (FERREIRA; SILVA, 2016, p.30).

Nos diversos ambientes de atuação da Gestão da qualidade, ela pode estar presente em ações produtivas de três naturezas distintas: atividades industriais, prestação de serviços e estruturação de métodos (PALADINI, 2012, p. 159).

2.3 Os “gurus” da qualidade

Vários foram os estudiosos que através de teoria e prática, abordaram sobre a qualidade; dentre eles, pode-se destacar seis, que são conhecidos como os “gurus” da qualidade; estes são conhecidos por suas teorias, sistemas e ferramentas que até hoje são utilizadas na gestão das empresas. Eles são:

William Edwards Deming: nascido em Iowa, contribuiu de maneira significativa pela melhoria de processos nos Estados Unidos, durante a segunda guerra mundial. Deming popularizou o controle de qualidade no Japão e desenvolveu a gestão por processo, elaborando 14 pontos de melhoria, a serem aplicadas em toda empresa; precursor do ciclo PDCA. Segundo Deming, qualidade é “produto de máxima utilidade para o consumidor” (MELLO, 2011);

Joseph M. Juran: nascido na Romênia, contribuiu junto com Deming para o desenvolvimento econômico do Japão no pós-guerra. Juran defendeu a busca de melhoria para chegar aos mais altos níveis de qualidade. Ele defendeu a qualidade através de dois aspectos: o de resultados e o de custos. Para Juran, a qualidade é “adequação ao uso” e ele

escreveu, “o gerenciamento para qualidade é feita pelo uso de três processos universais de gerenciamento: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoria da qualidade” (SILVA, 2017);

Philip B. Crosby: abordou a qualidade com base na prevenção, ou seja, a qualidade é alcançada se tiver “zero defeito” e se “fazer certo da primeira vez”; desenvolveu os 6C: compreensão, compromisso, competência, comunicação, correção e continuidade; Crosby afirmou que, qualidade é “conformidade diante os requisitos exigidos pelo consumidor” (SILVA, 2017);

Armand V. Feigenbaum: nasceu nos Estados Unidos; Feigenbaum conceituou a qualidade como uma filosofia de gestão e de compromisso com a excelência, onde erros e falhas deveriam ser eliminados e a qualidade deveria ser implantada como um Sistema de Gerenciamento da Qualidade (SGQ), ao logo de todo seu processo, na geração de bens ou serviços. De acordo com Feigenbaum, qualidade é “um conjunto de características do produto ou serviço em uso, as quais satisfazem as expectativas do cliente” (MELLO, 2011);

Kaoru Ishikawa: nasceu em Tóquio, foi um grande incentivador da política da qualidade em todos os lugares e circunstâncias; desenvolveu o CCQ (Circuito de Controle de Qualidade) e criou o Diagrama de Causa e Efeito, muito conhecido também pelo seu nome; para Ishikawa, qualidade é “desenvolver projetos e comercializar um produto que é mais econômico, mais útil e que sempre satisfaz o cliente” (SILVA, 2017);

Walter A. Shewhart: nascido nos Estados Unidos, é considerado o pai do Controle da Qualidade Moderna; desenvolveu o CEP (Controle Estatístico de Processo) e as Cartas de Controle uma das ferramentas da qualidade. Segundo Stewart, qualidade é “uma subjetiva e objetiva” (SILVA, 2017).

Diversas foram as contribuições desses teóricos para a evolução da qualidade, porém destaca-se no Brasil um autor de diversos estudos sobre a Gestão da Qualidade, Vicente Falconi, o grande responsável por trazer ao país o conceito de qualidade total. Falconi (1999, p.25) descreveu, “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades do cliente”. Portanto pode-se dizer que esses profissionais são os grandes responsáveis pelas técnicas, teorias, metodologias, sistemas e ferramentas da qualidade utilizadas até hoje.

3. AS FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são importantes instrumentos para operacionalizar a teoria da qualidade, pois podem ser usadas no planejamento, no controle e melhoria de processos; “são efetivas na minimização de desperdício e retrabalho, o que significa uma redução de custo o que leva ao aumento da produtividade” (GOUVEIA, 2018, p. 21). Serão destacadas 8 ferramentas da qualidade; sendo elas as mais tradicionais, muito usadas para o desenvolvimento, o gerenciamento e a melhoria de processos.

Ferramenta da qualidade	Principal função
Diagrama de causa e efeito	Pontuar as causas dos problemas.
Folha de verificação	Coletar informações de não-conformidade de um serviço ou produto.
Histograma	Analisar com que frequência certas variações acontecem em um grande conjunto de dados.

Gráfico de Pareto	Mapear os fatores essenciais e secundários que contribuem para a não qualidade
Diagrama de dispersão	Definir correlações entre duas variáveis
Fluxograma	Representar processos
Gráfico de controle	Examinar as variações que devem ser controladas
Estratificação	Medir as não-conformidades

Quadro 1 – As ferramentas da qualidade

Fonte: adaptado de Mello (2011)

As ferramentas da Qualidade são meios eficazes para identificar e compreender a razão dos problemas; fontes para otimizar processos operacionais das empresas; ótimas para estabelecer melhoria e resultados positivos; e importantes pois reduzem ou eliminam fontes de variações controláveis em produtos e serviços.

3.1 Diagrama causa-efeito

Também chamado de diagrama de Ishikawa (nome de seu autor) ou espinha de peixe. “O diagrama de causa-efeito é usado para demonstrar a relação entre as causas e os efeitos de um processo. Aplica-se esse diagrama quando o efeito de um processo é problemático, isto é, quando o processo não gera o efeito desejado” (MELLO, 2011, p.88).

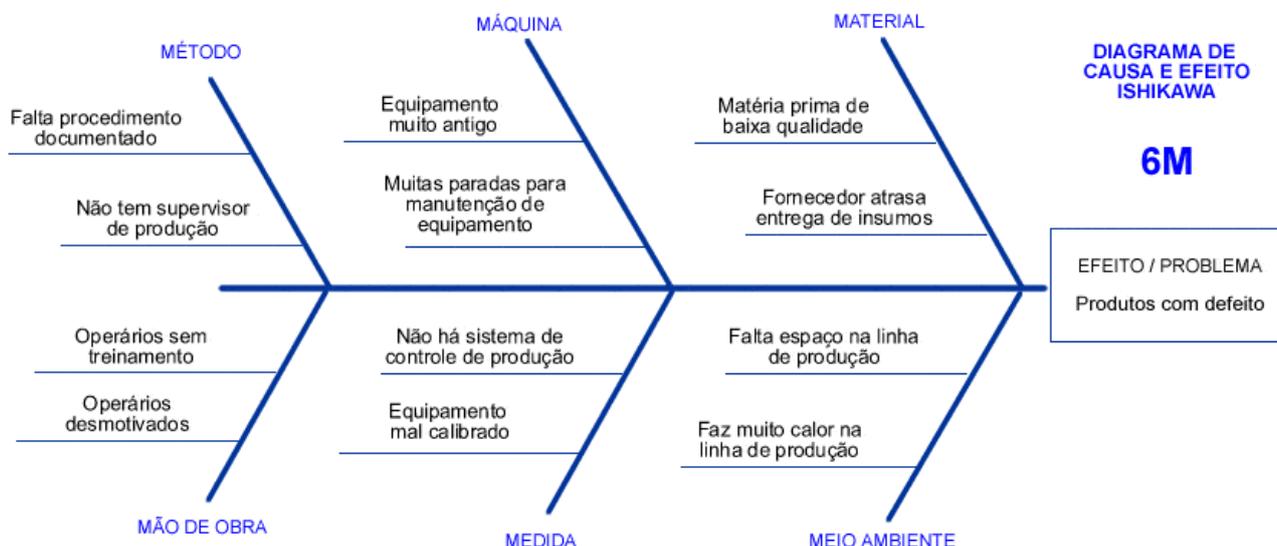


Figura 2 – Exemplo de aplicação do diagrama de causa-efeito

Fonte: Fabiano SS (2017)

Seu formato é semelhante à espinha de peixe, e aborda seis problemas mais comuns na qualidade, conhecido como 6 M'S: máquina, métodos, matéria-prima, mão-de-obra, medida e meio ambiente de trabalho (MELLO, 2011).

O diagrama é uma maneira prática identificar as principais causas de problemas e a determinação das ações que devem ser adotados, para atuar nos problemas identificados (MARTINELLI, 2009).

3.2 Folhas de verificação

As folhas de verificação constituem em tabelas de contagem, que ajudam coletar dados, o que determina o modelo de folha de registro a ser usada, é bastante útil para registrar observações diretas e ajudar a reunir fatos sobre o processo (OAKLAND, 1994). Mello (2011, p. 88) complementa que “as folhas de verificação é uma planilha previamente preparada para coletar dados relativos à não conformidade de um produto ou serviço”.

Lista de Verificação		
Problema:		
Estágio de Verificação:		Data:
Produto:		Seção:
Total Inspeccionado:		Inspetor:
Lote:		Turno:
Tipo de Defeito	Contagem	Subtotal
Arranhão	□□□	
Trinca	□┐	
Revestimento Inadequado	□□□┐	
Mancha	□	
Acabamento inadequado	□	
Outros		
		TOTAL
Total Rejeitado		

Figura 3 – Folha de verificação

Fonte: Voitto (2017)

3.3 Histograma

Histograma é um gráfico de barras que mostra a frequência com que determinado dado aparece em um grupo de dados e parte sempre de uma coleta prévia de dados (MELLO, 2011).

Os histogramas têm bastante utilidade na Gestão da Qualidade, pois exemplificam de forma simples como se pode descrever uma dada situação e estimulam o uso de imagens como elementos básicos de descrição da realidade (PALADINI, 2012).

Para Oakland (1994, p. 222), “os histogramas mostram a frequência com que ocorre um determinado valor ou grupo de valores. Podem ser usados para apresentar tanto atributos como dados variáveis e são um meio eficaz de se comunicar diretamente ao pessoal que opera o processo”.

Dentre as aplicações do histograma, Paladini (2012, p.210) aponta que “poucas estruturas são tão simples e úteis como os histogramas, graças ao modo elementar como ilustram o processo, é possível rapidamente visualizar a atual situação da operação e determinar eventuais variações”.

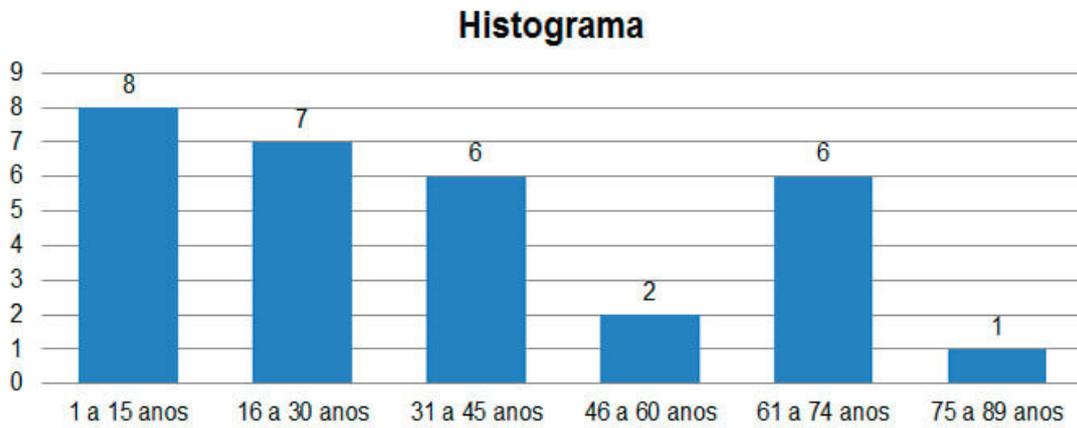


Figura 4 – Exemplo de histograma

Fonte: Marcondes (2015)

Esta ferramenta foi desenvolvida em 1833, com o objetivo de descrever dados com relação ao crime. Hoje os histogramas são fundamentais para descreverem a frequência com que variam os processos em uma amostra e possibilitam visualizar as distribuições dos dados coletados em uma linha do tempo.

3.4 Gráfico de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico que classifica e ordena os dados por frequência de ocorrência, inserindo uma curva com a soma acumulada dos valores em porcentagem. O objetivo dessa curva é a identificação dos problemas que deverão ser tratados em primeiro lugar (MARTINELLI, 2009).

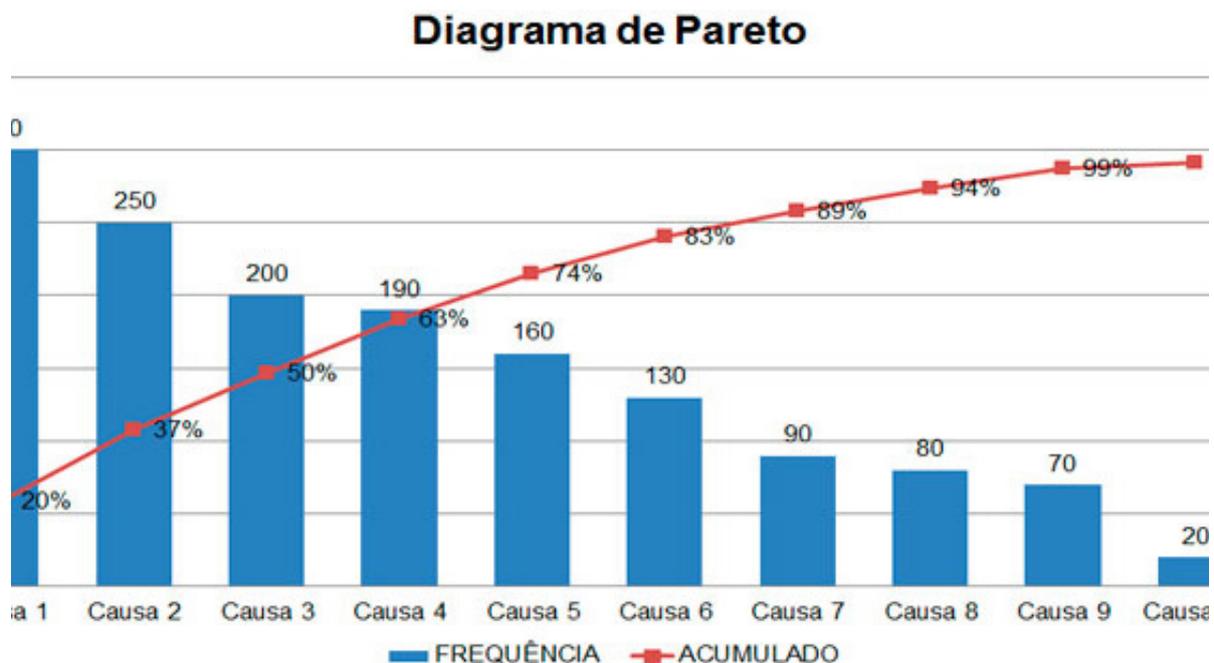


Figura 5 – Exemplo de gráfico de Pareto

Fonte: Marcondes (2015)

O gráfico de Pareto foi elaborado por Juran, com base no princípio de Pareto, segundo o qual 80% dos efeitos derivam de 20% das causas. “Para construir o gráfico de Pareto,

devemos organizar os dados de modo que os fatores, ou causas, sejam divididos em essenciais e em secundárias. Trata-se de um gráfico de barras verticais que evidencia a classificação dos problemas, permitindo atender as prioridades” (MELLO, 2011, p.92).

De acordo com Paladini (2012, p.211) “as restrições ao uso dessa estratégia estão mais ligadas a uma suposta falta de atenção às atividades menos relevantes, mas que contribuem para o processo ou os produtos”.

O diagrama de Pareto mostra que grande parte de um problema foram provocadas por pequenas causas, o que poderia ser corrigido se estas forem identificadas, assim pode-se classificar e priorizar as urgências dele.

3.5 Diagrama de dispersão ou de correlação

O gráfico de dispersão permite representar dados com duas ou mais variáveis, identificando se existe relação e qual a intensidade da relação entre elas, sendo assim muito versátil e útil na produção de gráficos estatísticos.

“O diagrama de dispersão, normalmente é utilizado para identificar e estabelecer associação entre dois fatores ou parâmetros” (DANIEL; MURBACK, 2014, p.25). Para Martinelli (2009, p.141) “essa técnica é o melhor método de examinar dados, no que se referem a tendências (lineares ou não), agrupamento de uma ou mais variáveis e mudanças de espelhamento de uma variável em relação à outra”.

Segundo Cardoso et al. (2018, p.99) “devido a sua característica de mostrar relações entre dados analisados, o diagrama de dispersão pode ser utilizado como uma etapa seguinte à realização do diagrama causa e efeito”.

A Figura 8, analisa a correlação entre o ano de estudo e a taxa de escolaridade por idade através de um diagrama de dispersão.

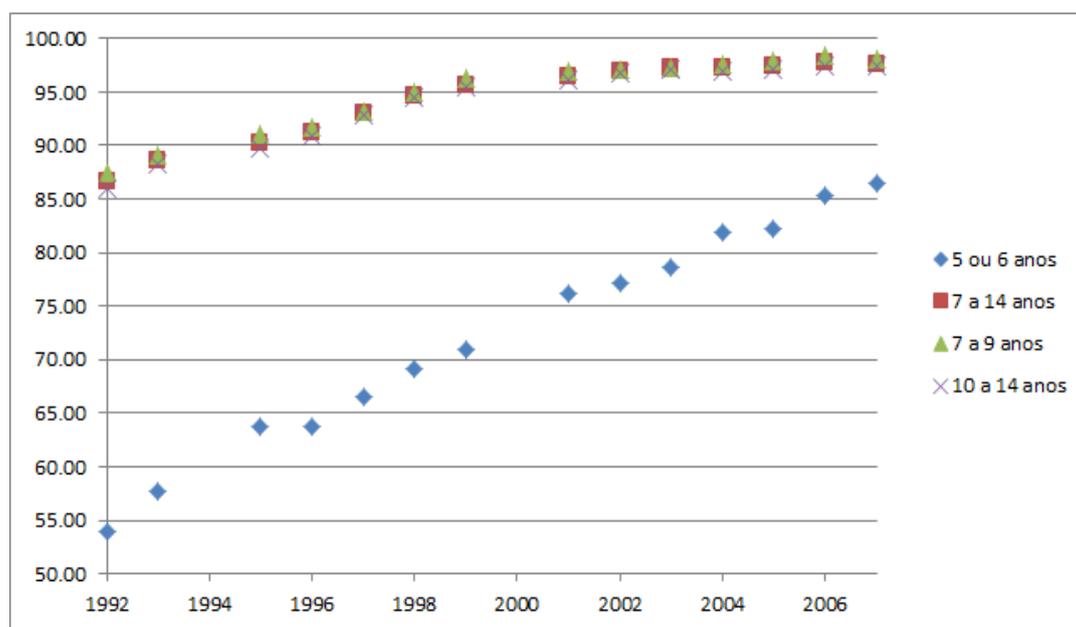


Figura 6 – Exemplo de diagrama de dispersão

Fonte: Filho (2016)

3.6 Fluxograma

Fluxogramas são representações gráficas das fases que compõem um processo de forma a permitir, simultaneamente, uma visão global desse processo e, principalmente, das características que compõem cada uma das etapas e como relacionam-se entre si (PALADINI, 2012).

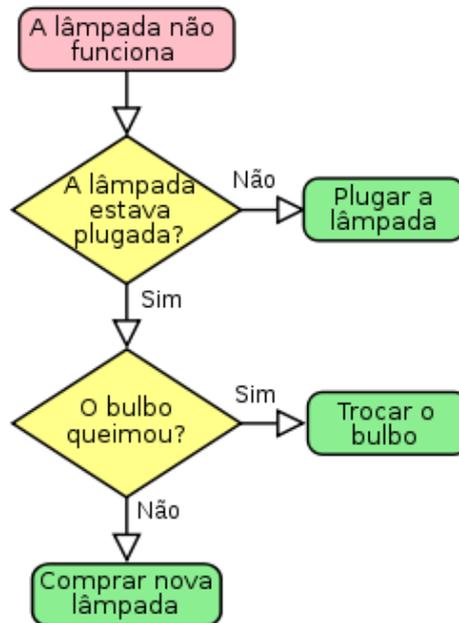


Figura 7 – Fluxograma de processo

Fonte: Godoy (2009)

Os fluxogramas são gráficos de entrada e saída que ilustram o fluxo das várias etapas de um processo, descrevendo seu funcionamento e onde pode ser melhorado. “É uma ferramenta de fácil visualização, pois identifica os pontos que merecem atenção e é de grande importância no planejamento e alterações do processo” (MARTINELLI, 2009, p.75).

Paladini (2012, p.212) descreve que “os fluxogramas conferem à Gestão da Qualidade ênfase no planejamento de atividades, definindo as relações entre elas[...]o fluxograma passa a investir na atividade em particular e em suas relações com um todo organizado”.

3.7 Gráfico de controle

O gráfico de controle é uma das oito ferramentas que nos auxiliam no controle de um processo, sendo proposto por Walter Shewhart. É um gráfico de linha que mostra o(s) resultado(s) do Controle Estatístico do Processo. Os gráficos de controle podem ser utilizados para verificar se uma atividade ou produto está ou não sob controle ou conforme os parâmetros estabelecidos e para controlar o grau de não conformidade ou variabilidade do processo, baseados em dados de amostragem.

Para Oakland (1994, p.236) “esses gráficos devem ser feitos de modo que sejam fáceis de entender e interpretar; podem tornar-se, com a experiência, em sensíveis ferramentas de diagnóstico, para serem usadas pela equipe de operações e supervisão de primeira linha para evitar erros ou produção de material defeituoso”.

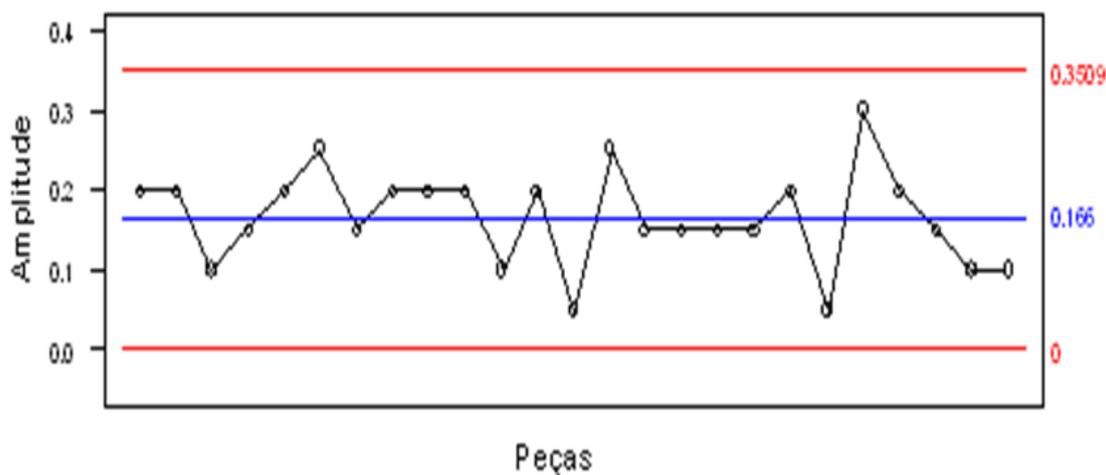


Figura 8 – Exemplo esquemático de um gráfico de controle

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Caten (1998)

3.8 Estratificação

A estratificação é considerada uma das mais simples ferramentas de controle de qualidade, pois simplesmente agrupa dados segundo características previamente determinadas para objetivar ao máximo uma medição (MELLO, 2011). “A estratificação é simplesmente dividir um conjunto de dados em grupos significativos. Pode ser usado com grande efeito em combinações com outras técnicas, inclusive histogramas e diagrama de dispersão” (OAKLAND, 1994, p. 224).

Todas essas ferramentas têm características próprias, e fornecem contribuições à Gestão da Qualidade. Em particular, podem ser úteis para ações bem definidas, conforme se observou na contextualização de cada uma delas. Nenhuma é mais proveitosa que a outra, mas combinadas geram um melhor resultado.

4. A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE QUALIDADE

O termo controle de qualidade surgiu no início do século XX, com o conceito de ampliar a abordagem para alcançar a qualidade, migrando da então predominante inspeção para o que hoje chamamos de prevenção (DEFEO, 2015).

Oakland (1994) menciona que o controle de qualidade se trata de um conjunto de atividades e técnicas que são empregadas para obter e manter a qualidade de um produto, processo ou serviço, incluindo uma atividade de monitoração.

Silva (2017) afirma que “a gestão da qualidade é um conjunto de práticas que têm como objetivo estabelecer padrões durante o processo produtivo, para que sejam executadas sem imprevistos e improvisos”. Por isso uma organização deve se preocupar em reduzir ou eliminar suas fontes de variabilidade, para que erros sejam evitados.

Qualquer organização pode alcançar métodos universais de gestão visando à qualidade. Esses métodos incluem design da qualidade, controle da qualidade e métodos para melhorar continuamente a qualidade de bens, serviços e processos (DEFEO, 2015, p.1).

O mundo globalizado está cada vez mais competitivo e a política da qualidade é a “porta de entrada do SGQ, no que tange a esse sistema sabe-se que ele faz uso de técnicas estatísticas que ajudam no entendimento da variabilidade e ajuda a alcançar resultados satisfatórios ao cliente” (GOUVEIA, 2018, p. 18).

De acordo com NBR (2015), uma empresa que deseje implantar um programa de Gestão da Qualidade, deve estar totalmente comprometida com o SGQ, e inserir ferramentas e métodos da gestão no cotidiano dela, só assim poderá alcançar sua eficácia e eficiência. Assegurar a qualidade significa ter um total controle da qualidade.

Para desenvolver um sistema de gerenciamento de qualidade total, há a necessidade de fazer uma análise preliminar para assegurar se existe uma estrutura de organização da qualidade, só assim as atribuições de responsabilidades serão levadas a efeito (OAKLAND, 1994).

O principal objetivo da garantia da qualidade é conferir se o controle está sendo mantido. O desempenho é avaliado depois das operações, e as informações resultantes são repassadas tanto aos funcionários quanto a quem precise conhecê-las (DEFEO, 2015, p.165).

A garantia da qualidade é a prevenção de problemas de qualidade por meio de atividades planejadas e sistemáticas que devem incluir o estabelecimento de um bom sistema de gerenciamento de qualidade, a avaliação de sua adequação, a auditoria da operação do sistema e sua revisão (OAKLAND, 1994).

A Gestão da Qualidade envolve toda organização e desenvolve-se ao longo do tempo, de forma progressiva e contínua; ela não é um esforço momentâneo, mas algo que se faz sempre, ou seja, ela é uma característica que identifica uma organização. De acordo com Paladini (2012, p. 288) “A Gestão da Qualidade requer três elementos definidos: as normas, os métodos e os procedimentos; sua eficiência e sua eficácia decorrem de como se desenvolvem as atividades da organização, tanto no âmbito estratégico quanto no tático e no operacional”.

O uso das ferramentas da qualidade ajuda a mensurar, identificar, interpretar e modelar as variabilidades. Isto pode ajudar a resolver, prevenir problemas e promover a melhoria contínua.

“As ferramentas dispõem de métodos e técnicas para a identificação das possíveis causas e a descoberta de soluções para o problema” (DANIEL; MURBACK, 2014, p.20).

O uso das ferramentas da qualidade no mundo corporativo ajuda a identificar problemas, mensurar seus pontos críticos, descobrir oportunidades, definir metas, atingir objetivos, além de contribuir para o programa de melhoria contínua. Cada ferramenta tem sua função, e podem ser usadas em conjunto, assim darão mais eficiência na detecção dos problemas.

Para que uma empresa alcance resultados eficazes não basta apenas aplicar as ferramentas da qualidade, se faz necessário envolver e comprometer todos envolvidos no processo para a garantia da total qualidade (DANIEL; MURBACK, 2014, p.40).

Todas as ferramentas foram criadas não para uso isolado, mas para que, juntas, possam ajudar a mapear os defeitos de produtos e serviços, encontrar suas causas e corrigi-las no processo, cada uma tem especificidades (MELLO, 2011).

Para definir prioridades	Diagrama de causa e efeito Gráfico de Pareto
Mensuração de processos	Folhas de verificação Gráfico de Pareto Histograma
Análise de dados	Fluxograma Histograma Estratificação Diagrama de causa e efeito
Melhoria de processos	Diagrama de causa e efeito
Controle de processos	Gráfico de Pareto Histograma

Quadro 2 – principais finalidades das ferramentas da qualidade

Fonte: adaptado de Cardoso et al. (2018)

A qualidade passou a ser uma variável estratégica nas organizações. Em vez de decidir entre produzir e produzir com qualidade as empresas hoje decidem entre produzir com qualidade ou colocar em risco sua sobrevivência” (PALADINI, 2012, p.277).

O significado de Qualidade

Características que atendem às necessidades dos clientes	Isenção de falhas
Uma qualidade superior permite que as organizações	Uma qualidade superior permite que as organizações
Aumentem a satisfação dos clientes Produzam produtos vendáveis Encarem a concorrência Aumentem a fatia de mercado Gerem receitas de vendas Garantam ágio em seus preços Reduzam riscos	Reduzam taxas de erros Reduzam o retrabalho e o desperdício Reduzam falhas de campo e encargos com garantias Reduzam a insatisfação dos clientes Reduzam inspeções e testes Abreviem o tempo para colocar novos produtos no mercado Aumentem o rendimento e a capacidade Melhorem o desempenho nas entregas
O efeito principal recai na receita	O efeito principal recai nos custos
Maior qualidade custa mais	Maior qualidade custa menos

Figura 9 – o significado de qualidade

Fonte: Juran e DeFeo (2010)

Como aponta Martinelli (2009) as ferramentas de controle são elementos que fazem com que os recursos desenvolvidos estejam comprometidos com a mudança cultural da organização e contribuam para que clientes tenham suas necessidades 100% atendidas.

A qualidade exerce um forte impacto nas empresas, garantindo produtividade. A falta de qualidade leva as empresas a terem perdas e prejuízos, porém para evitar isso, não

bastam apenas grandes investimentos; um investimento em melhoria da qualidade não necessariamente significa alta qualidade e tão pouco mantém viva uma empresa, mas sim o comprometimento de todos na organização, o que leva a um sistema que tem como meta a excelência em qualidade.

Para que a organização sobreviva a longo prazo, se faz necessário que a alta direção esteja comprometida com o planejamento e a melhoria na qualidade, e que os níveis operacionais deem suporte para garantir a manutenção da qualidade nas organizações (MARTINELLI, 2009).

Nas palavras de Cardoso et al. (2018, p.110) “quando devidamente utilizadas, as ferramentas poderão levar a organização aumentar a qualidade de produtos e serviços por meio de soluções eficientes e rápidas de problemas”.

É possível perceber que cada vez mais as organizações precisam certificar-se através de um sistema de gerenciamento de qualidade; ações corretivas, preventivas ou de melhorias e metodologias permitem controlar todo processo. Dessa maneira as ferramentas podem ser vistas como técnicas estatísticas que auxiliam a gestão da qualidade nas empresas, fornecendo dados necessários para compreensão das causas dos problemas e assim encontrar soluções para eliminá-las ou corrigi-las; todas as ferramentas são importantes, atuando diretamente nos programas de controle da qualidade e melhoria contínua dos processos, na busca de atender as necessidades do cliente.

Sabe-se que nem todas as organizações se preocupam com a qualidade e que muitas não tem seu envolvimento em todos os seus processos, o que conferem a cada uma delas fracassar; estas podem até lucrar, mas não tem chance de se manter no mercado. Manter-se viva num cenário de crises e mudanças, onde empresas competem entre si é um desafio, onde sobreviverá, quem souber criar e continuar criando diferenciais, ou seja, qualidade. A busca pela melhoria, por ênfase de inovação e pela eficiência, são ações que fortalecem estrategicamente uma organização; e, para atingir objetivos e metas tem-se as ferramentas como meios eficazes no controle da eliminação ou redução das fontes de variação controláveis em produtos e serviços, podendo ser usadas no planejamento, controle e melhoria de processos.

5. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica tem como base referências teóricas publicadas em livros, artigos, site de banco de dados, revistas etc.); ela tem caráter qualitativo e explicativo, contribuindo na elaboração de trabalhos e artigos científicos.

Este trabalho aborda “As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento das Empresas”. O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão bibliográfica, com base nas literaturas existentes que abordam o tema de gestão da qualidade e as pesquisas foram realizadas em sites, tendo como palavras chaves: ferramentas da qualidade, gerenciamento e controle da qualidade.

As fontes de pesquisa utilizadas deram-se em normas, livros, revistas, site de banco de dados, artigos (com pelo menos (8) oito anos de publicação) e livros de autores como: Edson Pacheco Paladini, Melina Aparecida Plastina Cardoso et al, Joseph A. DeFeo e Joseph M. Juran, John S. Oakland, Marco Aurélio da Cruz Gouveia, Eliane Belo, Fernando Baracho Martineli, Otávio J. Oliveira, Carlos Henrique Pereira Melo, e Leonardo Ferreira esses com ano publicação anteriores a 10 anos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de elencar sobre a importância das ferramentas da qualidade no gerenciamento das empresas, destacando a utilização de 8 (oito) ferramentas, que possibilitam diagnosticar e resolver os principais problemas enfrentados no mundo corporativo; com a finalidade de mostrar as organizações que não é difícil desenvolver um sistema de qualidade, mas que é um processo que exige comprometimento e dedicação. Isto pode ser feito através da abordagem do conceito e história da gestão da qualidade, suas principais ferramentas básicas de controle e a fundamental importância do controle de qualidade.

Percebeu-se que implantar um sistema de gerenciamento de qualidade, significa focar em um sistema de melhoria contínua, onde a alta liderança e colaboradores estão envolvidos; assim será fácil tomar decisões eficazes baseados em análises e informações de dados, o que confere eficiência e eficácia para organização.

Conclui-se que com a implantação correta de cada uma das ferramentas da qualidade, seja de maneira isolada ou de forma conjunta, tem-se uma melhor forma de minimizar desperdícios, gerenciar e controlar processos além de identificar erros, e maximizar lucros. Diante disso, será fácil mensurar os ganhos com a implantação do controle da qualidade, no entanto, só se terá a eficiência, se todos estiverem engajados com a qualidade; só assim uma empresa terá chances de sobreviver e conseguir sucesso.

As possibilidades de aplicação desse trabalho são grandes e vantajosas nas mais diversas organizações, sejam elas comerciais, industriais, empresariais e até de serviços. Porém, faz-se necessário continuar com pesquisas sobre esse tema, como sugestão para trabalhos futuros, com ênfase em destacar a aplicação de novas ferramentas da qualidade, no intuito de apontar possíveis soluções para os diversos problemas apresentados pelas empresas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000**: Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: https://tecnologia.qualidade.faccat.br/moodle/pluginfile.php/1386/mod_folder/content/0/NORMA%20ISO%2090002015.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 15 mar. 2022.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Nova Lima: Editora Falconi, 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.com/book/451931407/TQC-Controle-da-Qualidade-Total-no-estilo-japones#>. Acesso em: 09 jul. 2022.

CARDOSO, Melina Aparecida Plastina. *et al.* **Controle estatístico de qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. Disponível em: <https://biblioteca-virtual-cms-serverless-prd.s3.us-east-1.amazonaws.com/ebook/1096-controle-estatistico-de-qualidade.pdf>. Acesso em : 20 mar. 2022.

DANIEL, EA; Murback, FGR. **Levantamento Bibliográfico do Uso das Ferramentas da Qualidade**. Gestão e conhecimento, PucCaldas, 2014. Disponível em: https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pd. Acesso em: 16 mar. 2022.

DEFEO, Joseph A.; JURAN, Joseph M. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FERREIRA, Leonardo; SILVA, Eliana Belo. **Gerenciamento e controle de qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. Disponível em: <https://biblioteca-virtual-cms-serverless-prd.s3.us-east-1.amazonaws.com/ebook/1451-gerenciamento-e-controle-de-qualidade.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

GOUVEIA, Marco Aurélio da Cruz. **Controle estatístico da qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. Disponível em : <https://biblioteca-virtual-cms-serverless-prd.s3.us-east-1.amazonaws.com/ebook/569-controle-estatistico-da-qualidade.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.



MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão da Qualidade Total**. Curitiba: Editora IESDE, 2009. Disponível em: http://www.qualittert.com.br/biblioteca/gestao_da_qualidade_total.pdf .Acesso em:15 mar. 2022. Acesso em: 12 mar. 2022.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

MORAIS, Marco de Oliveira; MORAIS, Gabriel Alves. A importância da atualização das ferramentas da qualidade nas metodologias aplicadas na indústria 4.0. **Research Society and Development**, v. 10, n. 1 e28610111719. Janeiro, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11719/10479> . Acesso em : 9 mar. 2022.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, Otávio J. *et al.* **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315475834_Gestao_da_Qualidade_Topicos_Avançados/link/58d1483aa6fdcc8a864c9a5c/download. Acesso em: 20 de abr. 2022.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2012.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos**. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVA, Eliana Belo. **Gestão da qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. Disponível em: <https://biblioteca-virtual-cms-serverless-prd.s3.us-east-1.amazonaws.com/ebook/1925-gestao-da-qualidade.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2022.

50

PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO APLICADO AO CHÃO DE FÁBRICA

*PRODUCTION PLANNING, PROGRAMMING AND CONTROL
APPLIED TO THE FACTORY FLOOR*

Layla Eduarda Santos Oliveira

Resumo

Esse trabalho busca demonstrar a importância do planejamento, programação e controle da produção, atuando de forma crucial na garantia de um melhor processo produtivo. Desse modo, estratégias sempre viram em posição relevantes no âmbito industrial, em vista disso, o PPCP indica quais são as melhores medidas a serem tomadas, cumprindo os prazos estabelecidos, atendendo a previsão de demanda e minimizando os desvios por meio do controle da produção. Diante disso, para compor o objetivo geral, foram definidos objetivos específicos que auxiliaram para enfatizar um bom trabalho. Na primeira parte, foi relatado a importância do planejamento, programação e controle da programação e além de identificar a estrutura geral do sistema do PPCP. Na segunda parte, há uma conceitualização para os principais sistemas de produção e compreendendo a capacidade do sistema produtivo. E por fim, o trabalho evidencia as melhores ferramentas que contribuem para o acompanhamento e controle dos sistemas produtivos, tornando o processo mais eficaz e seguro. Portanto o estudo evidencia apesar do avanço tecnológico e de suma importância as ferramentas de estratégias (PPCP) ou outras, que atuam em conjunto como principal objetivo de auxiliar para que seja obtido resultado satisfatório no processo produtivo.

Palavras-chave: PPCP, Planejamento, programação e controle do processo, sistema de produção.

Abstract

This paper seeks to demonstrate the importance of planning, scheduling and production control, acting crucially in ensuring a better production process. In this way, strategies have always been in a relevant position in the industrial field, in view of this, the PPCP indicates which are the best measures to be taken, meeting the established deadlines, meeting the demand forecast and minimizing deviations through production control. In view of this, to compose the general objective, specific objectives were defined that helped to emphasize a good job. In the first part, it was to report the import of planning, scheduling and scheduling control and besides identifying the general structure of the PPCP system. In the second part, there is a conceptualization for the main production systems and understanding the capacity of the production system. And finally, the work highlights the best tools that contribute to the monitoring and control of production systems, making the process more effective and safe.

Keywords: PPCP, Production planning, program and control, Production system.

1. INTRODUÇÃO

No Mercado atual, cada vez mais competitivo o mundo empresarial e as exigências crescentes por parte dos consumidores vêm obrigando as organizações a tomar diversas ações gerenciais nos seus diversos departamentos para sobreviverem no mercado. Estas ações são necessárias para qualquer organização, independentemente do seu porte, setor ou ramo de atividade.

Para que o Planejamento, programação e Controle da Produção atinja os objetivos de desempenho, redução de custos, melhoria da qualidade, velocidade, flexibilidade e a confiabilidade do processo produtivo, ele necessita relacionar-se com todas as áreas (marketing, vendas, financeiro, desenvolvimento de novos produtos), trocando e administrando informações com as mesmas. O Planejamento, programação e Controle da Produção (PPCP) aplica e coordena os recursos produtivos para atender, da melhor forma possível, aos planos estabelecidos em níveis estratégicos, táticos e operacionais.

Diante disso, o PPCP tem se mostrado cada vez mais necessário dentro das empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte. Tendo em vista, o planejamento e controle do processo produtivo tem se mostrado cada vez mais necessário dentro das empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte, sendo assim qual é a importância desse planejamento, programação e controle da produção dentro do chão de fábrica?

2. A IMPORTANCIA DO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO, CONTROLE E PRODUÇÃO DENTRO DO PROCESSO PRODUTIVO

O planejamento, programação e controle da produção vêm evoluindo ao longo do tempo e atualmente nas organizações, é essencial para o gerenciamento e controle das atividades e pessoas. Neste sentido, Russomano (2000, p. 49), afirma que o planejamento e controle da produção envolvem a organização e planejamento dos processos de fabricação.

Para Rocha et al. (2006), uma eficiente programação da produção pode conferir à empresa um ganho de produtividade à medida que permita um gerenciamento otimizado de seus recursos. De acordo com Severo (2007), o PPCP é uma importante área responsável pelo gerenciamento da produção e impulsionadora do desempenho global desta.

Para Palomino (2004), muitas das atividades desta área é firmada com o conhecimento da demanda e finalizada com a entrega dos produtos ao cliente. Esse sistema distingue-se pelos métodos de transformações de *inputs* (entrada) em *outputs* (saída), sendo envolvido com várias áreas vinculadas direta ou indiretamente, abrangendo decisões de manufatura com o objetivo de atender tanto o planejamento, quanto ao controle dos recursos direcionados à fabricação de modo a gerar bens e serviços (PEIXOTO et al., 2013).

De acordo com Chiavenato (2011, p. 418), o sistema adquire entradas (*inputs*) ou insumos para poder operar. A entrada de um sistema é tudo o que importa ou recebe de seu mundo exterior. Várias Instrumentos podem estar auxiliando o processo de modificação dos *Inputs*, como as tecnológicas, humanas, intelectuais etc.

A Saída ou *Output* refere-se do produto final depois de concluído o processo de conversão, este por sua vez já pronto para ser fornecido ao consumidor. Geralmente, os serviços são intocáveis. Você não pode tocar a orientação de consultoria ou um corte de cabelo embora possa, frequentemente, sentir ou ver os resultados desses serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 11).



2.1 Estrutura geral do sistema de planejamento, programação, controle e produção (PPCP)

A estrutura geral do sistema da PPCP é uma área de atuação da manufatura, relacionada ao controle e planejamento dos recursos dos mecanismos produtivos, com a finalidade de gerar serviços e bens. É um sistema de informações e conversões, pois recebe dados sobre vendas previstas, estoques existentes, linha de produtos, maneiras de produzir, capacidade produtiva, entre outros; onde essas informações são modificadas em ordens de fabricação (GEREMIAS, 2013).

Para que haja eficácia na gestão do sistema produtivo, o planejamento, o acompanhamento e o controle têm importância ímpar, pois terminando o planejamento e iniciada a implementação, o acompanhamento e o controle do andamento do processo produtivo são fundamentais (SANTOS, 2015).

O PPCP envolve todas as áreas da empresa, ou seja, todas as decisões tomadas sofrem intervenções do sistema que vão retratar em outras áreas da organização. No entanto, encontram-se disponíveis na literatura de muitas formas de se abordar os sistemas de planejamento, programação e controle de produção, variando em função de características e especificidades das empresas (MARTINS E LAUGENI, 2006, p. 46).

O Planejamento, Programação e Controle da Produção opera dentro de três níveis: nível estratégico, nível tático e nível operacional. No nível estratégico, acontece a elaboração do Plano de Produção, sendo esse a longo prazo. No nível tático, o Plano de Produção é fragmentado em um Plano-mestre de Produção, no qual os bens e serviços que serão realizados são especificados. E no nível operacional, ocorre à programação e acompanhamento da aplicação do plano mestre, dessa forma, a Figura 1 apresenta a estrutura de um sistema de PPCP (TUBINO, 2007).



Figura 1 - Estrutura geral de um sistema de planejamento e controle de produção

Fonte: Martins e Laugeni (2005).

O PPCP deve garantir que a sequência da programação dos produtos esteja adequada, com objetivo de reduzir os tempos setup e minimizar perdas. É um processo que só agrega benefícios a empresa, iniciando pelo planejamento e as 23 medidas de controle previstas, torna-se capaz a organização da produção e o cumprimento de suas metas (ANTUNES, 2018).

2.1.1. Planejamento de processo

O Planejamento do processo é a ligação entre a engenharia do produto e a manufatura. O Planejamento do Processo pode então ser definido como um procedimento de determinação dos métodos e da sequência de fabricação para produzir um componente com as especificações de projeto (AGOSTINHO et al., 2004).

2.1.2. Planejamento estratégico da capacidade

Para Nanci et al. (2008) acrescenta que por não se tratar de um planejamento detalhado, o planejamento estratégico, torna-se impossível de mensurar com precisão todos os recursos empresariais que serão necessários para atender os objetivos estratégicos.

2.1.3. Plano mestre de produção

De acordo com Marvelias (2009), o planejamento da manufatura tem como função a coordenação de uma elevada gama de atividades, desde a compra de matérias-primas e insumos, atravessando a produção e se estendendo até a distribuição e vendas.

2.1.4. Plano agregado

Segundo Lara (2003), o plano agregado de produção liga as metas estratégicas da empresa com a produção. O objetivo gerencial dessa integração entre o MPC e a alta direção da empresa, é o desenvolvimento de uma estratégia de negócios integrada, da qual a parte que competente à manufatura é o APP.

2.1.5. MRP

Para Lopes et al. (2014), o papel do MRP é apoiar a decisão sobre a quantidade e o momento do fluxo de materiais em condições de demanda e serviços. A experiência tem mostrado que um bom MRP pode reduzir os níveis dos estoques, liberando capital de giro e espaço físico, permitindo a implementação de novas linhas de produção com estes recursos, criando um círculo virtuoso: redução dos níveis de estoques \geq aumento da capacidade de produção \geq aumento dos lucros \geq maior capacidade de investimento.

2.1.6 Programação chão-de-fábrica

De acordo com Tubino (2009), destaca que quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas visando o cumprimento do pro-

grama de produção. O acompanhamento e controle de produção estão encarregados de coletar dado (índices de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais, índice de quebra de máquinas etc.) para outros setores do sistema produtivo.

3. PRINCIPAIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O sistema de produção tem por objetivo a fabricação de bens manufaturados, a prestação de serviços ou a fornecimento de informações por meio da transformação de entradas (material, máquinas, trabalho) em saídas (produtos ou serviços). Diante disso, Peixoto et al. (2013) falam que, o PPCP tem como finalidade coordenar e apoiar o sistema de produção com o sentido de interagir entre si para produzir um resultado.

Quanto mais eficazes forem as ações do acompanhamento e controle da produção, menores serão os desvios a serem corrigidos, menor o tempo e as despesas com as ações corretivas. E para caracterizar o planejamento, deve ser feita uma correlação com a intensidade de decisão que a empresa almeja, são eles: as atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção (MARZALL et al., 2016).

Segundo Slack (2002), o propósito do planejamento e controle é garantir que os processos da produção ocorram eficaz e eficientemente e que produzam produtos e serviços conforme requeridos pelos consumidores; porém para uma empresa ser competitiva através de seu planejamento programação e controle de produção é necessário que os departamentos financeiros, vendas, compras de *marketing* e de produção estejam integrados possibilitando desta forma a implementação dos programas de PPCP no ambiente fabril.

Para Palomino (2004), muitas das atividades desta área é firmada com o conhecimento da demanda e finalizada com a entrega dos produtos ao cliente. De acordo com Slack et al. (1999 apud Santos, 2015) fala que, os sistemas de produção podem ser classificados da seguinte maneira: sistema de produção em massa, sistema de produção em lotes e sistema de produção por projetos:

3.1 Sistema de produção em massa:

Sistema de produção contínua, utiliza-se um sequenciamento linear para produzir o produto ou serviço, existindo a substituição maciça de trabalho humano por máquinas e a padronização do trabalho restante em tarefas altamente repetitivas. “Grandes volumes devem ser mantidos para se recuperar o custo de equipamentos especializados” (SANTOS, 2011, p. 41).

Neste sentido, para Paranhos (2007, p. 76), na produção em massa os processos são “previamente estudados e padronizados, para exigir o mínimo possível de habilidade e esforço do profissional que irá executá-lo, permitindo assim a utilização de mão-de-obra pouco especializada na maioria das atividades da produção”.

Esse sistema de produção é largamente utilizado em processos que possuem uma demanda constante ou reprimida, como refinarias de petróleo, plantas de transformação química e determinados processos de manufatura de alimentos, como sucos, iogurtes etc. (SANTOS, 2015).

3.2 Sistema de produção em lotes:

Conforme Slack et al. (1997 apud Rangel, 2018), o sistema de produção em lotes é bastante usado na indústria que fabrica grandes quantidades de produtos e os fraciona em lotes para se obter um maior controle e uma melhor identificação dos itens pertencentes do lote, abrange uma vasta quantidade de produtos e pode ser utilizado como por exemplo para criar uma edição limitada de determinado produto que terá um número de lotes pequeno e de curta duração.

3.3 Sistema de produção por projetos:

O sistema de produção por projetos é utilizado para produtos únicos, como é o caso da construção de um navio e de um edifício ou do desenvolvimento de uma nova vacina. De acordo com Gaither e Frazier (2001 apud Rodrigues, 2006) falam que, o projeto do sistema de produção como o planejamento dos processos, que requer conhecimento sobre a estratégia de produção, projetos de produtos ou serviços, tecnologia do sistema de produção e mercado, sendo estes conhecimentos utilizados para desenvolver um plano detalhado para produzir produtos e serviços.

4. MELHORES FERRAMENTAS DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE

O acompanhamento e o controle da produção têm função ímpar para se alcançar a eficácia do sistema produtivo, pois tudo o que foi planejado deverá ter sus resultados controlados. Terminando o planejamento é iniciada a implementação, o acompanhamento e o controle do andamento da produção são cruciais para que se atinja o sucesso (CASAROTTO et al., 1999 apud SANTOS, 2015).

Trabalhando com a ilusão dos números, algo das populações pode ser conhecido dentro dos limites, e esse conhecimento seria suficiente para monitorar e melhorar a realidade dos produtos e serviços (SAMOHYL, 2009).

Segundo Shingo (1996 apud Santos, 2011), o objetivo principal do controle estatístico da qualidade não é distinguir a variação entre os produtos, mas sim separar as variações aceitáveis daqueles produtos que indicam problemas.

Entretanto, na produção *Just in time* (JIT), a qualidade é total, isto é, todos os produtos devem ser produzidos dentro do padrão de qualidade previamente estabelecido. Este método é a base para uma melhor posição competitiva da empresa, aumentando a agilidade, a qualidade e o preço dos produtos. Além disso, evita armazenamentos enormes, e ainda poupa espaços e recursos (ESCOBAR, 2022).

Logo no sistema de produção por projetos, o controle da qualidade deve ser feito por pacotes de trabalho, por meio dos quais é possível verificar se um subproduto foi entregue dentro dos padrões previamente estabelecidos. Sendo assim, entre as necessidades do sistema de produção por projeto estão o conhecimento das atividades a serem executadas, em que ordem estas atividades devem ocorrer, quais suas durações e quando os respectivos recursos de produção serão necessários, entre as atividades de controle estão a previsão de falhas e o conhecimento de que recursos podem ser realocados entre as várias atividades para manter o projeto no prazo (MEREDITH; SHAFER, 2002).

Existem diferentes ferramentas para controlar o sistema produtivo, elas devem ser utilizadas para possibilitar que a empresa alcance as suas metas. Essas ferramentas forne-

cem dados que ajudam a compreender a razão dos problemas, de modo que o gestor possa tomar medidas para eliminá-los. Sendo composta por ferramentas como o fluxograma, diagrama Ishikawa entre outros (SANTOS, p, 145, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que o PPCP (Planejamento, programação e controle da produção), é a ferramenta utilizada pelas organizações para planejar e controlar os recursos e lidar com imprevistos e avaliar e melhorar o nível de qualidade dos processos produtivos.

Nesse sentido, objetivando o melhor desempenho e qualidade dos processos produtivos muitas empresas apostam nessa ferramenta no que diz respeito ao investimento de novas tecnologia.

São adotados estratégias para proporcionar uma melhor qualidade e desempenho no processo, faz-se necessários de ferramentas que ajudam no desempenho desses processos, como o planejamento que tem como função de definição do tempo de execução de cada etapa e no qual tem-se o resultado esperado, logo a programação tende objetivo de facilitar a implementação do que foi definido pelo setor de planejamento, e no controle dando ênfase na manutenção que gera eficiência da área produtiva, sendo capaz de fazer análises e monitorar os processos produtivos.

O avanço tecnológico ampliou e melhorou esses métodos, automatizando todo o processo industrial, que em conjunto com o PPCP realiza a padronização dos processos e cria estratégia para a fabricação e distribuição de produtos, com intuito de reduzir as falhas.

Por fim, como apresentado neste trabalho existem as estratégias para que sejam aplicadas para contribuir da melhor forma no processo produtivo de uma empresa, entretanto, é de suma importância que essas estratégias sejam aplicadas de forma corretas para que não possa haver prejuízo durante todo o processo produtivo. Sugere-se que mais estudos sejam realizados sobre a referida temática, para que seja ampliado mais conhecimento sobre o assunto.

Referências

- AGOSTINHO, Oswaldo Luis; VILELLA, Ronaldo Castro; BUTTON, Sérgio Tonini. Processos de fabricação e planejamento de processos. **Unicamp, Faculdade de Engenharia Mecânica, Introdução à Engenharia de Fabricação**, 2004.
- ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6710/Alcione%20dos%20Santos%20Schmedecker_.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 out. 2022.
- ANTUNES, Rafaela Guedes. Índice de desempenho por metas alcançadas em PCP para a redução de sucata na indústria de soluções em aço. 2018. Disponível em: < <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/5059>>. Acesso em: 27 out. 2022.
- ARAGÃO, Alef Michael Santos et al. Aplicação da curva ABC em uma empresa do setor atacadista no estado de Sergipe. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Enegep**, 2016. Disponível em: < <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/8597/2/AplicacaoCurvaABC.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2022
- AYRES, Marcos Aurélio Cavalcante. Folha de verificação: aplicabilidade desta ferramenta no serviço de higienização hospitalar. **Humanidades & Inovação**, v. 6, n. 13, p. 8-16, 2019.
- BALLOU, Ronald H.; Logística Empresarial: **Transportes, Administração de materiais e Distribuição Física**; São Paulo, Editora Atlas, p. 97, 2011.

- CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. 6ª Ed. São Paulo: Elsevier, 2011.
- COSTA, Taiane Barbosa da Silva; MENDES, Meirivone Alves. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. **Anais do X SIMPROD**, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10450/2/AnaliseCausaRaiz.pdf>. > Acesso em: 31 out. 2022
- COUTINHO, T. O que é, quando usar e como fazer um Diagrama de Dispersão. **Voitto**, 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-dispersao>>. Acesso em: 02 nov, 2022
- DIAGRAMA de Pareto. **Forlogic**, 2016. Disponível em: < <https://ferramentasdaqualidade.org/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- FLUXO contínuo de matérias. **Proflogística**, 2016. Disponível em: <<http://proflogistica.blogspot.com/2016/07/fluxo-contínuo-de-materiais.html>>. Acesso em: 26 out. 2022
- GEREMIAS, Juliana. PPCP – Planejamento, programação, controle e produção. **Blog da qualidade**. São, 28 fev. 2013. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/ppcp-planejamento-programacao-e-controle-da-producao/>. Acesso em: 19 out. 2022.
- HAYES, R. PISANO, G.; UPTON, D.; WHELLWRIGHT, S. **Produção, estratégia e tecnologia**: em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- HOPP, W. & M. L. SPEARMAN. **Factory Physics**. Boston: Irwin, 2001.
- LARA, Vanderlei Roberto. **Desenvolvimento de um plano agregado de produção para um sistema agroindustrial**. 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/3654/>. Acesso em: 19 out. 2022.
- LOPES, Christian Botelho; DA SILVA, Renan Henrique; ROCHA, Willian Afonso. Sistemas de produção MRP & MRP II. **REGRAD-Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM-ISSN 1984-7866**, v. 6, n. 1, 2014.
- LUSTOSA, Leandro et al.: **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARVELIAS, C.T.; SUNG, C. **Integration of production planning and scheduling**: Overview, challenges and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, v. 33, n. 12, p. 1919-1930, 2009.
- MARTINS, P. G. & LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005
- MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando Piero. *Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2006.*
- MARZALL, Luciana Fighera; DOS SANTOS, Lucas Almeida; GODOY, Leoni Pentiado. Inovação no projeto de produto como fator para redução de custos logísticos e de produção. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 342-365, mar. 2016. ISSN 16761901. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2168/1388>>. Acesso em: 27 out. 2022.
- MOTA, Thaissa Uebe. **OS BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO PARA O SETOR PRODUTIVO DE UMA EMPRESA**. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1244>>. Acesso em: 29 out. 2022
- NANCI, L. C. et al. O PPCP no contexto estratégico. In: LUSTOSA, Leonardo (Org.). **Planejamento e Controle da Produção**. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- O QUE é um fluxograma? Aprenda os símbolos, tipos e como interpretá-los. **Asana**, 2022. Disponível em: <<https://asana.com/pt/resources/what-is-a-flowchart>>. Acesso em: 31 out. 2022.
- PALOMINO, Reynaldo C. **Programação da Produção usando Regras Heurísticas em Redes de Petri**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2004. Anais... XXIV ENEGEP, 2004.
- PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da produção industrial**. Editora Ibpex, 2007. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o0tfS8k_FgMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=PRINCIPAIS+SISTEMA+DE+produ%C3%A7%C3%A3o+industrial&ots=mpPwmFr4FP&sig=9vIQocpkEZ1H1yWdc5R0t7WVlc#v=onepage&q=PRINCIPAIS%20SISTEMA%20DE%20produ%C3%A7%C3%A3o%20industrial&f=false>. Acesso em: 25 out. 2022.
- PEIXOTO, Maria Gabriela Mendonça et al. Estratégia de produção de empresas de um arranjo produtivo local: **aplicação de modelo de áreas de decisão**. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 13, n. 4, p. 1517-1542, nov. 2013. ISSN 16761901. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1496/1092>>. Acesso em: 20 set. 2022.
- REIS, Valéria Maria; DAVID, Helena Maria Scherlowski Leal. O fluxograma analisador nos estudos sobre o

processo de trabalho em saúde: uma revisão crítica. **Revista de APS**, v. 13, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14347>>. Acesso em: 31 out. 2022

ROCHA NETO, A.; DEIMLING, M. F.; TOSATI, M. C. **Aplicação da programação linear no planejamento e controle de produção**: definição do mix de produção de uma indústria de bebidas. IN: XIII SIMPEP, 06 a 08 nov. 2006, Bauru-SP

RUSSOMANO, Vitor Henrique. **Planejamento e acompanhamento da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira 2000.

SALES, Matías. **Diagrama de Pareto**. 2013. Disponível em: <https://www.academia.edu/23719178/Diagrama_de_Pareto?auto=download>. Acesso em: 02 nov. 2019.

SANTOS, A. P. L. **Introdução à Engenharia de Produção**. Curitiba: Gesit, 2011.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. Curitiba: Inter SABERES, 2015.

SANTOS, A.P.L.; JUGLES, E. **Como gerenciar compras na construção civil**: diretrizes para implantação da compra pró-ativa. São Paulo: Pini, 2008.

SELEME R, STADLER, H. **Controle da qualidade**: as ferramentas essenciais. Curitiba: Ibplex, 2010.

SEVERO, Larissa S. **Aplicação de Modelo de Programação da Produção na Indústria de Couros**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – PEQ, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas: 2009.

USANDO a capacidade produtiva para planejamentos mais eficientes. Sankhya, 2022. Disponível em: <<https://www.sankhya.com.br/blog/capacidade-produtiva/#:~:text=A%20capacidade%20produtiva%20%C3%A9%20a,e%20o%20menor%20custo%20poss%C3%ADvel>>. Acesso em: 27 out. 2022

SIRQUEIRA, D. Histograma: O que é, Exemplos, Gráficos e Tipos. **Alura**. 16 ago. 2021. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/o-que-e-um-histograma#:~:text=Um%20histograma%20%C3%A9%20uma%20esp%C3%A9cie,valor%20de%20cada%20classe%20ocorre>>. Acesso em: 31 out. 2022.

51

APLICAÇÃO DO MÉTODO CAMINHO CRÍTICO PARA O CONTROLE EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

*APPLICATION OF THE CRITICAL PATH METHOD FOR
CONTROL IN CIVIL CONSTRUCTION WORKS*

Jainy da Silva Leal

Resumo

No cenário atual, o planejamento e gestão de projetos, enfrenta grandes desafios a todo o momento, um dos principais obstáculos está associado ao gerenciamento da qualidade, custo e prazo. Diante disso, essa pesquisa teve como principal objetivo compreender a importância da aplicação do Método Caminho Crítico em obras da construção civil. A metodologia utilizada para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso será uma Revisão de Literatura, de caráter qualitativo e descritivo. Como resultados, verificou-se que o planejamento de obras da construção baseia-se em um processo decisório, contínuo, uma vez que planejar é decidir por antecipação. Observou-se também que o Método Caminho Crítico corresponde a uma ferramenta muito utilizada e de grande importância, pois possibilita a identificação da sequência de atividades a serem realizadas no projeto, evitando atrasos. Constatou-se que o Método Caminho Crítico é empregado com o objetivo de identificar o sequenciamento das tarefas. Assim, identificando os riscos, é possível aplicar essa metodologia, identificando-os e eliminando-os ou reduzindo-os dentro de um projeto. Portanto, pode-se dizer que o objetivo dessa pesquisa foi alcançado, ao identificar que o Método Caminho Crítico possui grande importância no controle de obras.

Palavras-chave: Caminho Crítico. Planejamento. Ferramenta.

Abstract

In the current scenario, project planning and management faces major challenges at all times, one of the main obstacles is associated with quality, cost and time management. Therefore, this research had as main objective to understand the importance of applying the Critical Path Method in civil construction works. The methodology used to carry out the Course Completion Work will be a Literature Review, of a qualitative and descriptive nature. As a result, it was found that the planning of construction works is based on a continuous decision-making process, since planning is deciding in advance. It was also observed that the Critical Path Method corresponds to a widely used and very important tool, as it allows the identification of the sequence of activities to be carried out in the project, avoiding delays. It was found that the Critical Path Method is used in order to identify the sequencing of tasks. Thus, by identifying the risks, it is possible to apply this methodology, identifying them and eliminating or reducing them within a project. Therefore, it can be said that the objective of this research was achieved, by identifying that the Critical Path Method has great importance in the control of works.

Keywords: Critical Path. Planning. Tool.

1. INTRODUÇÃO

Todo trabalho da engenharia de construção civil é desenhado com foco na produtividade tem como regra um estudo prévio, e uma análise das condições de como será executado. Essas condições de estudo são predeterminantes e são conhecidos como estudo do orçamento, mão-de-obra necessário para sua realização, as condições logísticas para a entrada de diferentes materiais, disposição de resíduos e instalações de obras que exigem cada projeto. No entanto, esses estudos são baseados em suposições e não em eles não têm certeza de que, na realidade, ocorrem como planejado, devido a um grande número de fatores que, com o passar do tempo, podem modificar e alterar os resultados obtidos em estudos anteriores.

O uso eficiente dos recursos, bem como a capacidade de inovação e renovação implicam no desenvolvimento de novos produtos através de novos processos, onde o segmento da construção civil é parte desta realidade com organizações dinâmicas. Estas devem fortalecer as bases da sua competitividade porque viram a necessidade de compreender e implementar mudanças do modo tradicional para gerenciar seus projetos, permanecendo no mercado. Diante disso, o planejamento na construção civil é elemento gerador de “competitividade”, que é uma condição sustentável para o desenvolvimento econômico de progresso das empresas no segmento.

Com o intuito de obter melhorias em seus processos produtivos, aumentar a sua produtividade e melhorar a sua eficiência, muitas empresas do setor da construção civil vêm procurando por ferramentas que viabilizem essa possibilidade. O Método do Caminho Crítico - CPM atua como um instrumento de grande importância para o controle da qualidade das obras, possibilitando uma gestão adequada do projeto, através do gerenciamento das tarefas.

O tema deste trabalho foi definido devido à grande importância do método caminho crítico dentro do planejamento de obra. Esse método é utilizado pelos gestores por motivo de identificar a sequência de cada atividade, possibilitando o melhor resultado no prazo de entrega, custo e qualidade no produto final.

No cenário atual, o planejamento e gestão de projetos, enfrenta grandes desafios a todo o momento, um dos principais obstáculos está associado ao gerenciamento da qualidade, custo e prazo. Deste modo, a gestão de projetos tem sido facilitada com a criação de muitas metodologias, uma delas é o método caminho crítico. À vista desse contexto, gera-se a seguinte indagação: Quais benefícios o método CPM pode promover para as organizações, em cada etapa do gerenciamento de projeto dentro da construção civil?

Essa pesquisa teve como principal objetivo: compreender a importância da aplicação do Método Caminho Crítico em obras da construção civil. Especificamente, buscou-se: conceituar o planejamento de obras e projetos da construção civil; caracterizar o Método do Caminho Crítico; descrever os principais benefícios e vantagens da aplicação do Método do Caminho Crítico em obras da construção civil.

A metodologia utilizada para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso será uma Revisão de Literatura, de caráter qualitativo e descritivo. Para isso, serão analisados os trabalhos publicados no idioma português, nos bancos de dados do Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e Scielo, nos últimos cinco anos (2017 a 2022). Para facilitar a pesquisa, serão utilizadas as seguintes palavras chaves na busca pelo material a ser estudado: Método do Caminho Crítico; Construção Civil; Planejamento.



2. PLANEJAMENTO DE OBRAS E PROJETOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entende-se por planejamento o processo que se constitui a partir da especificação de objetivos, da discussão a respeito do que se espera, do escopo previsto, bem como a transmissão e a divulgação dos resultados que se pretende alcançar, entre os postos de trabalho e os diferentes departamentos de uma empresa (ROSA; ISSATO; RECK, 2017).

Para Vergara, Teixeira e Yamanari (2017), o planejamento está diretamente relacionado à compreensão da missão organizacional, bem como à definição dos objetivos e metas a serem alcançados, utilizando os instrumentos e recursos necessários, para que ocorra da maneira mais eficiente e eficaz possível. Segundo Santos et al. (2018), o planejamento constitui-se em um método que permite que uma atividade seja executada de maneira eficiente, com os recursos necessários e da melhor maneira possível. Ele objetiva a simulação das atividades, numa fase anterior à sua execução, com base no quadro de exigências internas e externas à organização.

Trazendo o planejamento para o setor da construção civil, Feitosa e Sakamoto (2020) afirmam que ele corresponde ao sistema para execução, onde se incluem a programação da obra e o orçamento previsto. Dessa maneira, associa-se um custo e com isso, a distribuição das tarefas ao longo do tempo. Os autores ressaltam ainda que, o planejamento de uma obra de engenharia gera uma previsão das atividades que serão realizadas, o roteiro de execução das tarefas, os instrumentos e recursos necessários, a duração, bem como demais elementos de grande importância para a execução e bom andamento da obra.

Complementando, Nuus et al. (2017) destacam que, na construção civil, o planejamento de obras apresenta caráter dinâmico, onde são utilizadas diretrizes e informações, bem como são definidas estratégias e políticas. Dessa maneira, o planejamento de obras adequado geralmente está associado à boa qualidade, racionalização de processos e boa produtividade.

Dessa forma, um bom planejamento no setor de construções de obras deve integrar, da melhor maneira possível, os recursos utilizados e as atividades executadas, a fim de que o projeto seja conduzido com o mínimo de erros e o máximo de qualidade.

De acordo com Alberico et al. (2018), um projeto é uma entidade complexa, composta de uma série de atividades inter-relacionadas que exigem para a sua realização recursos humanos (mão-de-obra) e materiais (materiais propriamente ditos) e equipamentos (tanto os incorporados ao projeto como os necessários à sua execução), sendo preciso, para se alcançar o objetivo ou objetivos pretendidos, desenvolvendo esforços no sentido de:

- Estruturar uma equipe para coordenar as atividades;
- Estabelecer um plano de implantação de um banco de dados;
- Definir responsabilidades;
- Estabelecer um sistema de informações;
- Criar um mecanismo de controle e de avaliação do andamento do projeto;
- Criar um mecanismo de tomada de decisões;
- Cadastrar o que foi executado, visando à formação de um banco de dados.

O gerenciamento de um projeto é, portanto, a coordenação eficaz, e eficiente de recursos de diferentes tipos, como recursos humanos, materiais, financeiros, políticos, equipamentos, e de esforços necessários para obter-se o produto final desejado – a obra construída –, atendendo-se a parâmetros preestabelecidos de prazo, custo, qualidade e risco

(BARBOSA et al., 2018).

O gerenciamento de um projeto é dado pelas atividades típicas que nele se desenvolvem:



Figura 1- Atividade típica de gerenciamento de um projeto

Fonte: Alberico et al. (2018)

Pode-se definir planejamento como um processo por meio do qual se estabelecem objetivos, discutem-se expectativas de ocorrência de situações previstas, veiculam-se informações e comunicam-se resultados pretendidos entre pessoas, entre unidade de trabalho, entre departamentos de uma empresa e, mesmo, entre empresas (CALÔBA; KLAES, 2018).

Segundo Feitosa e Sakamoto (2018, p.21), “planejamento é algo que fazemos antes de agir, isto é, a tomada antecipada de decisões”. Destaca ele, ainda, a necessidade do planejamento de um empreendimento – sendo aqui empreendimento sinônimo de projeto – ao afirmar que “o planejamento é necessário quando a consecução do estado futuro que desejamos envolve um conjunto de decisões interdependentes, isto é, um sistema de decisões”.

O planejamento e o controle implicam um processo decisório, contínuo, uma vez que planejar é decidir por antecipação, e controlar objetiva, fundamentalmente, conhecer e corrigir os desvios que venham a ocorrer em relação ao planejado (LISBOA, 2018).

2.1 Planejamento do tempo

O tempo de duração de um projeto constitui um dos elementos fundamentais do seu planejamento. Sua determinação é feita a partir da duração de cada uma das atividades que compõe o projeto e do respectivo inter-relacionamento, resultante da metodologia de execução definida (NETTO et al., 2020).

De acordo com Nuus et al. (2017), os elementos fundamentais do planejamento do tempo são:

- Cronograma de redes;
- Redes e atividades em setas;
- Elaboração de redes de planejamento;
- Cronogramas de barras;
- Método de linhas de balanço ou do tempo-caminho;
- Elaboração de cronogramas.

2.2 Planejamento dos custos

Um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em termos quantitativos (ROSA; ISATTO; RECK, 2017). Os autores estabelecem que um orçamento de um projeto deve ser satisfatório aos seguintes objetivos:

- Definir o custo de execução de cada atividade ou serviços;
- Constituir-se em documento contratual, servindo de base para o faturamento da empresa executora do projeto, empreendimento ou obra, e para dirimir dúvidas ou omissões quanto o pagamento;
- Servir como referência na análise dos rendimentos obtidos dos recursos empregados na execução do projeto;
- Fornecer, como instrumento de controle da execução, informações para o desenvolvimento de coeficientes técnicos confiáveis, visando ao aperfeiçoamento da capacidade técnica e da competitividade da empresa executora do projeto no mercado.

Os custos de execução de cada projeto, ao final do qual se tem a obra construída, quando ordenados sistematicamente, formam o orçamento de produto, sendo que este, de forma indireta, engloba o orçamento empresarial, pois é com a venda do produto que são cobertos todos os custos direto e indiretos, incorrido na produção que constituem os custos de produção (SANTOS et al., 2018).

2.3 Planejamento do canteiro de obras

A execução de uma obra é feita segundo “sistema de produção”, o qual condiciona a disposição dos diferentes componentes do respectivo canteiro de obra. No caso da construção civil, o canteiro de obras, pode se comparado à produção industrial fabril, se classificado como uma “fábrica móvel”, diferindo da fábrica tradicional no sentido de que o produto resultante do processo de produção é único e estacionário, enquanto os insumos –mão-de-obra, materiais e equipamentos – é que se deslocam em torno do produto.

O arranjo do canteiro de obras inclui-se como uma das partes mais importantes de planejamento de obra, resultando em desenhos detalhados das locações e das áreas reservadas às instalações temporárias, variando estas na sua natureza, mas objetivando um mesmo propósito, que é o de fornecer suporte as atividades da construção (VERGARA; TEIXEIRA; YAMANARI, 2018).

2.4 Análise de riscos em projetos e obras

O risco é constante ao longo da implementação de um projeto ou obra ser definido como a perda potencial resultante de um incidente futuro, sendo, geralmente subestimando antes da sua ocorrência e superestimando depois. O risco pode ser avaliado de várias maneiras, sendo que a maioria delas lança mão de métodos quantitativos baseados em teorias matemáticas bastante complexas e em métodos estatísticos e probabilísticos, o que torna difícil sua aplicação e difusão (VERGARA; TEIXEIRA; YAMANARI, 2018).

3. MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO

O Método do Caminho Crítico, ou *Critical Path Method* (CPM), é considerado uma metodologia que possibilita ao gestor identificar, dentro de um projeto, a sequência de atividades a serem realizadas. Em outras palavras, esse método apresenta a sequência de tarefas que não podem ser atrasadas. Ele é empregado como um aditivo no gerenciamento de projetos, cujo objetivo é a identificação do sequenciamento das atividades tidas como mais importantes, a fim de que o projeto seja executado de maneira eficiente e no menor tempo possível (SOUZA, 2019).

A respeito do CPM, Boito Jr. (2021, p.30) pontuam que:

Critical Path Method (CPM), traduzido significa Método do Caminho Crítico. Foi desenvolvido na mesma época do PERT pela empresa Dupont, por demanda da Lockheed Aircraft Corporation, empresa que desenvolvia projetos de aviões bombardeiros, e também programas aeroespaciais da NASA. O CPM foi criado para melhorar o seu programa de manutenção. Os valores médios das operações eram bem conhecidos. Esse método tinha como embasamento a teoria dos grafos.

Nesse tipo de método, geralmente não ocorrem folgas entre os prazos de execução das atividades. Dessa forma, caso ocorra atraso em alguma das etapas, o cronograma inteiro sofre alterações. Isso evidencia a necessidade de um assíduo controle por parte do gerente de projeto das atividades executadas. Em outras palavras, esse método apresenta a sequência de atividades que não podem ser atrasadas, caso contrário, o tempo de execução das demais tarefas será afetado. Portanto, a ideia básica da metodologia CPM é a identificação do caminho que mais consome tempo (o que sugere o termo “crítico”), através de uma rede de atividades que subsidiem o planejamento e o controle de um projeto (BRENNER, 2018).

A Figura 2 exemplifica a aplicação da metodologia CPM:

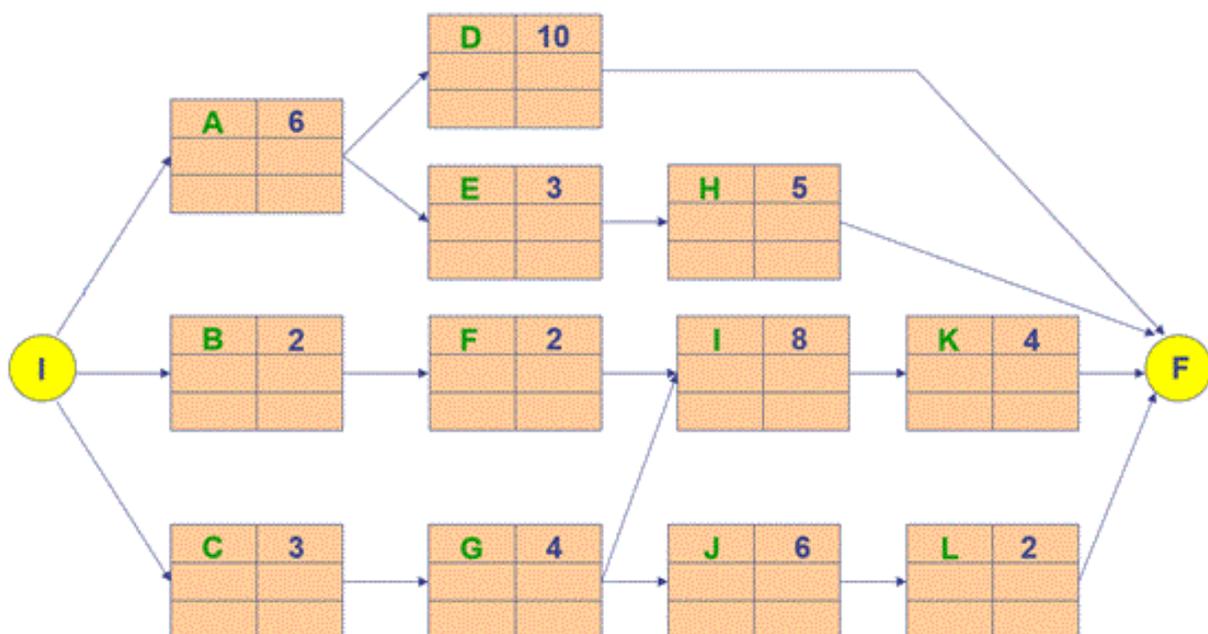


Figura 2: Método do Caminho Crítico

Fonte: Barbosa et al. (2018).

Como exemplificado acima, para que a metodologia seja adotada, devem ser obser-

vados dois requisitos fundamentais: a estimativa média do tempo de execução de cada etapa e os antecessores de cada uma.

Segundo Freire e Almeida (2018), o sistema PERT, foi elaborado pela empresa de consultoria Booz-Allen and Hamilton, para a marinha dos Estados Unidos, no ano de 1956, durante o programa Polaris, onde aproximadamente dez mil empresas tinham que ser coordenadas, e para isso é necessário uma linguagem única para todos. Reduzindo a duração do projeto de cinco para três anos. De acordo com Boiteux (1985), o método CPM, método do caminho crítico, foi desenvolvido pela companhia norte americana Dupont de Nemours, no ano 1956. A partir da necessidade de agilizar o processo de lançamento de seus produtos, com receio de não conseguir cumprir os prazos acordados a empresa criou um grupo para estudar técnicas de administração para o setor de engenharia.

Para Fonseca e Grontijo (2020), o método PERT / CPM, consiste em esboçar o projeto em uma rede, onde serão mostradas todas as ações de acordo com suas respectivas relações de precedências, de modo que o conjunto possa mostrar a sequência em que as atividades do projeto deveram ser executadas. Segundo Stanger (1976), o método PERT, consiste em planejar, replanejar e avaliar o progresso das atividades, objetivando o melhor controle da execução do projeto. O principal fundamento é que o planejamento e a programação são consideradas funções distintas, com isso devem ser tratadas separadamente.

De acordo com Barbosa et al. (2018), o método do caminho crítico é a base de cálculo da maioria dos cronogramas de projetos. Este processo determina quando a atividade poderá ser executada. Tendo como base o diagrama de rede feito (PERT) e suas estimativas de duração das atividades, incluindo os atrasos e as restrições. Com isso obtemos datas teóricas de início e término das atividades (tanto mais cedo, quanto mais tarde).

Para que possamos determinar estas datas são necessárias duas análises, uma “para frente” e outra “para trás”. Ao final do processo “para frente”, obtemos as datas de início e término mais cedo, com isso temos a duração total do projeto. Posteriormente é necessário que se faça o processo inverso, o “para trás”. Com este processo obtém-se as datas de início e término mais tarde, e a folga das atividades é calculada, determinando assim o caminho crítico do projeto. As atividades com menor folga irão formar o caminho crítico através da rede que tem uma menor flexibilidade (RUBIO, 2021).

4. O CAMINHO CRÍTICO PARA REDUÇÃO DE RISCOS EM UM PROJETO

O principal foco dos riscos operacionais, de acordo com Alberico (2018) são os investimentos, visto que são a porta de entrada e saída de recurso e também são o meio principal de relacionamento com os clientes. É importante alertar também, que uma falha operacional, seja qual for a origem, pode gerar um outro problema, segundo Barbosa et al. (2018, p.21), pois “o risco operacional também pode ser seguido por riscos de crédito e de mercado”, e exemplifica que “uma perda de dados de cobrança pode gerar perdas financeiras de créditos a receber que estariam dependendo da taxa de juros de mercado para poder ser cobrado”.

E, indo mais além nesse raciocínio, uma liberação de conta com documento fraudulento, por exemplo, seja por falha ou fraude do colaborador (risco operacional), pode gerar um risco de crédito - ao liberar limites de créditos (empréstimos, financiamentos, cartões de crédito) para o fraudador -, e conseqüentemente, gerar riscos legais. Assim, visto que o verdadeiro titular do documento (o cidadão lesado) pode acionar a justiça contra a instituição, gerando até um risco de imagem e outros riscos. Ou seja, é evidente que existe

um sistema em cadeia (um risco puxando outro risco), que um simples erro, pode gerar diversas consequências para a empresa (BARBOSA et al., 2018).

Os riscos, como já foi visto, fazem parte do mercado. Mensurá-los não é uma tarefa fácil, mas altamente necessária. Quem cumpre esse papel de mensuração é a gestão de riscos que, quando é realizada de forma eficiente, traz diversos benefícios para as instituições, tais como:

- Permitem a avaliação da exposição global de risco da empresa, constituindo-se em um fator de proteção frente a possíveis perdas futuras;
- Podem proporcionar uma distribuição do risco entre as diversas áreas sensíveis à sua gestão: mercado, áreas geográficas, departamentos, filiais etc.;
- Facilitam a definição de limites de risco e recursos escassos aos diversos departamentos e atividades da empresa.

Um sistema de controle de risco bem considerado por outros agentes – potenciais contrapartes, reguladores, auditores, agências de classificação de risco, imprensa etc. – pode incrementar o poder de negociação da empresa, melhorar sua imagem e propiciar um tratamento mais favorável por parte dos reguladores (FEITOSA; SAKAMOTO, 2018, p.23).

Nessa citação, os autores propõem um mapeamento dos efeitos positivos gerados pelo gerenciamento de riscos. E dessa forma, a gerência de riscos se concentra na identificação de ameaças e oportunidades que possam interferir no alcance dos objetivos da empresa e envolve o processo sistêmico e contínuo de identificação de exposição, medição, análise, controle, prevenção, redução e avaliação e financiamento de riscos (LISBOA et al., 2018).

Ou seja, envolve a prevenção, o controle e a mitigação dos eventos de perda. Apesar de não ser possível identificar todos, conforme Barbosa (2018), é necessário definir o máximo de eventos de perdas possíveis, pois embora ocorram ou não, eles afetam as empresas e as põe em risco. Assim, o gestor de riscos precisa lidar com aspectos importantes, como: a probabilidade de o evento ocorrer em determinado período de tempo; o impacto que este evento causará; o comportamento deste evento ao longo do tempo; a indefinição devido aos vários aspectos do evento.

Netto et al. (2020) apontam para a questão da análise da criticidade dos eventos de perda, que é uma medida simples de risco, resultante do produto entre duas variáveis: a probabilidade e o impacto. A primeira, traz o aspecto da possibilidade de os eventos acontecerem no futuro. Já o impacto, traz quais os efeitos que estes eventos poderão gerar para a instituição caso ocorram. Então, ao confrontarmos essas duas variáveis, obteremos eventos que vão de níveis baixos a altos de perigo para a gestão de riscos.

Contribuindo com esse raciocínio, a Resolução nº 3.380 (BACEN, 2006) informa que a estrutura do gerenciamento do risco deverá ter entre outras etapas: identificação, avaliação, monitoramento, controle e mitigação do risco operacional; documentação e armazenamento de informações referentes às perdas; relatórios anuais que permitam identificação e correção tempestiva; realização de testes anuais de avaliação dos sistemas implementados.

Em relação a essa estrutura, Netto et al. (2020) faz uma importante colaboração ao comentar a respeito de uma análise realizada pelo comitê da Basileia:

A análise efetuada pelo comitê da Basileia sobre as causas dos prejuízos sofridos pelas empresas demonstrou que muitas dessas instituições que enfrentaram prejuízos decorrentes de problemas ou de ausência de controles internos ou por negligência, não monitoravam efetivamente seus sistemas de controle internos.

E ainda garante que “[...] geralmente as pessoas por desconhecerem o que a organização espera, criam seu próprio processo e regras [...]” e complementa “[...] quanto mais ele conhecer o que faz, por que faz, para quem faz e os objetivos da sua função, melhor será a maturidade do processo” (HABOWSKI; CONTE, 2020, p.31). Ou seja, conscientizar os colaboradores a respeito desses riscos é fundamental, visto que ainda que existam os controles, a falta de conhecimento dos processos que devem ser seguidos põe em risco a instituição.

Nesse sentido, percebe-se uma relação direta e importante entre os processos e a necessidade de conhecê-los, bem como compreender a responsabilidade e o papel de cada colaborador, independentemente do nível hierárquico, na gestão dos riscos operacionais. De outra maneira além das benesses que já foram citadas, Souza (2019) também aponta outros motivos, tais como:

- Uma menor alocação de capital para o risco operacional quando há um gerenciamento meticuloso e eficaz.
- Aumento da eficiência devido a padronização das respostas gerenciais aos riscos.
- Identificar mecanismos de proteção e direcionar a atenção da gerência para as exposições comuns à empresa ao expor uma visão global dos riscos decorrentes das diversas operações.
- Investigar os riscos inerentes aos novos produtos ou serviços, buscando controles para mitigar os riscos identificados.

Como visto Boito Jr. (2019), a compreensão sobre risco deve ser dada a toda equipe de colaboradores pois amplia a mitigação do risco no ambiente da instituição bancária o que é esperado pela gestão da atividade financeira. E na prática das agências bancárias o conhecimento e controle de risco se faz necessário a toda a equipe no processo diário da movimentação ocorrida no estabelecimento.

Essa gestão de riscos, no caso dos riscos no âmbito financeiro, é dividida em três etapas, segundo Brenner (2018):

a) Identificação dos riscos:

Nesta etapa, além de conhecer os fatores e variáveis internos que podem gerar resultados negativos, também é imprescindível um amplo conhecimento dos fatores externos. Isso significa que a identificação e o diagnóstico dos riscos a que está exposta a empresa só terão êxito caso se tenha um conhecimento profundo tanto da própria empresa como dos mercados nos quais ela desenvolve suas atividades, assim como da evolução dos principais indicadores e variáveis macroeconômicos, tanto nacionais como internacionais (BRENNER, 2018, p.21).

Ou seja, não basta apenas conhecer a empresa com seus pontos fortes e fracos, é preciso também, um conhecimento profundo a respeito do mercado em que está inserida esta organização e assim conhecer as ameaças e oportunidades que a cerca. É nesta etapa, que conhecemos e definimos os eventos de perda (SALGADO; MENEZES, 2019).

b) Avaliação dos riscos:

Implica, por um lado, realizar uma análise profunda da sensibilidade dos distintos fatores de risco e, por outro, quantificar os possíveis impactos negativos que o comportamento desses fatores terá sobre a empresa, incidindo particularmente nos efeitos produzidos por aqueles fatores mais sensíveis (BRENNER, 2018, p.21).

Quando se fala em “quantificar” estamos levantando a hipótese se esses riscos podem ser mensurados ou não. Ou seja, se podemos identificar os impactos e a probabilidade

desses riscos acontecerem, e assim sabermos, se configuram um alto ou baixo perigo para a empresa. No caso dos eventos mais críticos, observa-se que ocorrem com alta frequência e geram um grande impacto. Já nos casos dos eventos de baixa criticidade, observa-se que não costumam ocorrer com muita frequência e produzem um resultado de baixo impacto para a empresa (FREIRE; ALMEIDA, 2018).

c) Controle e gestão dos riscos:

Refere-se basicamente à instrumentalização, pela empresa, de todas aquelas atividades que têm como principal objetivo a redução ou anulação do risco, assim como a adoção das distintas medidas de cobertura que permitam evitar ou reduzir os impactos negativos que esses riscos podem ter sobre os resultados da empresa (BRENNER, 2018, p.21).

Nesta última etapa é que realmente verificamos se o risco é quantificável e caso seja, se o custo para controle é rentável. Afinal, se necessitamos de um custo elevado para controlar determinado risco, e esse risco gera um custo menor que esse controle, qual seria a necessidade de controlá-lo? A não ser que esse risco ocasione outros riscos e gere um custo maior, não será necessário. Geralmente, os riscos provenientes de eventos avaliados como baixo perigo, requerem uma atenção voltada para a eficiência, porém, os avaliados como alto perigo, necessitam de esforço maior de alocação de recursos para seu controle (FREIRE; ALMEIDA, 2018).

Após a etapa de identificação dos riscos, podemos utilizar a matriz dos riscos, como uma ferramenta de priorização dos riscos, possibilitando a tomada de decisões pelo gestor a respeito das respostas ao risco, as atividades de controle e o monitoramento.

Muitos são os benefícios da aplicação do Método do Caminho Crítico na construção civil. Dentre eles, pode-se mencionar a dinamicidade do processo, que contribui com a execução correta do cronograma. Segundo Brenner (2018), o sequenciamento das tarefas mais relevantes para a execução do projeto acarreta também maior dinamicidade para o cronograma previsto. Dessa forma, a equipe alcançará maior engajamento para finalizar o projeto no tempo proposto, tendo em vista que muitas demandas burocráticas não são prioritárias (FONSECA; CONTIJO, 2020).

De acordo com Brenner (2018), outro benefício muito importante é a redução da duração do tempo gasto na execução das atividades, ou seja, da duração do cronograma do projeto. Isso acontece especialmente em função da redução das folgas entre as tarefas dos processos.

A respeito disso, Santos et al. (2018, p.21) pontuam que:

O controle da obra ganha em importância a partir do instante que é fruto de uma programação; levando-se em conta a visão sistêmica do conjunto de interferências entre os diversos tipos de insumos, e desses com o resultado da obra; visando a coleta de informações e aumento de conhecimentos, num processo de aprendizado contínuo.

Segundo Baragatti et al. (2018), como essa metodologia ajuda no controle do cronograma, ela contribui para que sejam evitados maiores atrasos, além de colaborar para que não sejam aumentados os custos, permitindo realocação de recursos, a fim de reforçar alguma parte mais crítica que necessite de ajuda.

Portanto, ressalta-se que, como ocorre a diminuição do tempo de execução das tarefas, há também a redução dos custos empregados no projeto, impactando em uma grande economia para a obra.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa objetivou compreender a importância da aplicação do Método Caminho Crítico em obras da construção civil. Diante disso, pode-se concluir que o planejamento de obras da construção baseia-se em um processo decisório, contínuo, uma vez que planejar é decidir por antecipação, e controlar objetiva, fundamentalmente, conhecer e corrigir os desvios que venham a ocorrer em relação ao planejado. Sendo assim, é necessário fazer o planejamento do tempo, do canteiro de obras, dos custos, bem como a análise dos riscos.

Neste cenário, o Método Caminho Crítico corresponde a uma ferramenta muito utilizada e de grande relevância, possibilitando ao gestor identificar, dentro de um projeto, a sequência de atividades a serem realizadas, a fim de evitar atrasos. Além disso, ele é utilizado como um aditivo no gerenciamento de projetos, com o intuito de identificar o sequenciamento das tarefas, a fim de que sejam executadas de maneira eficiente e no menor tempo possível.

Diante disso, é importante destacar o papel do Método Caminho Crítico na redução de riscos de um projeto. Conhecendo os riscos, é possível aplicar essa metodologia, identificando-os e eliminando-os ou reduzindo-os. Portanto, pode-se dizer que o objetivo dessa pesquisa foi alcançado.

Referências

- ALBERICO, Adriana Xavier Alberico Ruas Xavier et al. Gerenciamento De Projetos Na Construção Civil: Tempo, Custo e Qualidade. **CONSTRUINDO**, v. 10, n. 2, p. 1-20, 2018.
- BARAGATTI, Daniella Yamada et al. Critical pathway of women facing violence: an integrative review La ruta crítica que recorren las mujeres en situación de violencia: revisión integradora. **Revista Panamericana de Salud Publica= Pan American Journal of Public Health**, v. 43, p. e34-e34, 2019.
- BARBOSA, Fabio José Marques et al. Visualização da Informação e Métodos Visuais como Ferramentas Estratégicas para o Gerenciamento de projetos. **Gestão e Projetos: GeP**, v. 9, n. 1, p. 102-114, 2018.
- BOITO JR, Armando. O caminho brasileiro para o fascismo. **Caderno CRH**, v. 34, 2021.
- BRENNER, Neil. **Espaços da urbanização: o urbano a partir da teoria crítica**. Letra Capital Editora LTDA, 2018.
- CALÔBA, Guilherme; KLAES, Mario. **Gerenciamento de Projetos com PDCA**. Alta Books Editora, 2018.
- FEITOSA, Adriano Marinho; SAKAMOTO, Ângela Ruriko. Engenharia simultânea (3DCE) como vantagem competitiva para empresas de construção civil em Palmas, TO. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6985-6998, 2020.
- FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. **Ensino em Re-Vista, Uberlândia/MG**, v. 27, p. 956-978, 2020.
- FREIRE, Patrícia Michelle Oliveira; ALMEIDA, Fabiana Andrade Bernardes. Ecoturismo, educação ambiental crítica e formação de sujeitos ecológicos: convergências e desafios. **Revista Brasileira De Ecoturismo (RBE-cotur)**, v. 11, n. 4, 2018.
- HABOWSKI, Adilson Cristiano; CONTE, Elaine. **(Re) pensar as tecnologias na educação a partir da teoria crítica**. Pimenta Cultural, 2020.
- LEMONS, Amália Inés Geraiges. Em busca de uma geografia latino-americana crítica ou por uma geografia mestiça. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 100, p. 112-129, 2018.
- LISBOA, Rogério Junio Sousa et al. **Planejamento operacional no canteiro de obra: estudo de caso no município de Goiânia**. 2018.
- NETTO, Joaquim Teixeira et al. Proposta de melhorias na gestão de empresas de construção civil: um estudo de caso internacional. **Interações (Campo Grande)**, v. 21, p. 499-512, 2020.

NUUS, AEG et al. Aplicação da técnica PERT/CPM no Processo de Produção de Coluna de Ferro Armada em uma Empresa de Lajes. **Encontro De Engenharia De Produção Agroindustrial**, v. 11, 2017.

ROSA, Patricia Shalom; ISATTO, Eduardo Luis; RECK, Raquel Hoffmann. Aderência entre planejamento de curto e médio prazo na construção civil. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, v. 10, p. 273-280, 2017.

RUBIO, Alfonso García. **A caminho da maturidade na experiência de Deus**. Editora Vozes, 2021.

SALGADO, Stephanie Di Chiara; MENEZES, Anne Kassiadou. A colonialidade como projeto estruturante da crise ecológica e a educação ambiental desde el sur como possível caminho para a decolonialidade. **Revista Pedagógica**, v. 21, p. 597-622, 2019.

SANTOS, Anderson Júnior de Oliveira et al. Métodos de planejamento de obras: comparação entre o tradicional e com software de código aberto. 2018.

SOUZA, Maria Carolina Santos. A hibridização como caminho para a inovação do ensinoaprendizagem. **EmRe-de-Revista de Educação a Distância**, v. 6, n. 2, p. 172-183, 2019.

VERGARA, Walter Roberto Hernández; TEIXEIRA, Renata Tais; YAMANARI, Juliana Suemi. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. **Exacta**, v. 15, n. 1, p. 75-88, 2017.



52

BENEFÍCIOS DA NORMA ISO 9001 PARA AS ORGANIZAÇÕES

BENEFITS OF THE ISO 9001 STANDARD FOR ORGANIZATIONS

William Ruann Vieira Silva

Resumo

Essa pesquisa teve como objetivo identificar os principais benefícios e motivações da certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 para as organizações. Realizou-se uma pesquisa de revisão bibliográfica, de caráter qualitativo e descritivo. Como resultado, verificou-se que a Gestão da Qualidade dentro das organizações vem aumentando constantemente, passando a ser considerado um aspecto de grande relevância para os gestores das empresas. Pode-se observar que a ISO 9001 aborda a necessidade de: comprometimento da alta direção com o sistema de gestão da qualidade; “foco no cliente” por toda a organização; política da qualidade clara e objetivos da política definidos pela alta direção; definição da responsabilidade e autoridade das diversas pessoas envolvidas no sistema de gestão da qualidade. A sua implementação poderá proporcionar diversos benefícios para as empresas, como a diminuição dos desperdícios, através da identificação de falhas nos processos; à fidelização dos clientes; e à maior organização interna da empresa. Portanto, conclui-se que a ISO 9001 é muito importante para as organizações e a sua implementação pode trazer muitos benefícios.

Palavras-chave: Certificação. ISO 9001. Controle de Qualidade.

Abstract

This research aimed to identify the main benefits and motivations of ISO 9001 Quality Management Systems certification for organizations. A qualitative and descriptive bibliographic review research was carried out. As a result, it was found that Quality Management within organizations has been constantly increasing, starting to be considered an aspect of great relevance for company managers. It can be seen that ISO 9001 addresses the need for: top management commitment to the quality management system; “customer focus” throughout the organization; clear quality policy and policy objectives defined by top management; definition of the responsibility and authority of the various people involved in the quality management system. Its implementation could provide several benefits for companies, such as reducing waste, through the identification of failures in processes; customer loyalty; and the larger internal organization of the company. Therefore, it is concluded that ISO 9001 is very important for organizations and its implementation can bring many benefits.

Keywords: Certification. ISO 9001. Quality control.



1. INTRODUÇÃO

Diante do grande salto econômico do setor de produção de bens e serviços, vem tornando-se cada vez maior a competitividade entre as empresas. Visando se destacar entre as suas concorrentes e ganhar espaço no mercado, as organizações buscam cada vez mais metodologias e ferramentas que possibilitem alcançar a máxima produtividade e a qualidade dos serviços e produtos oferecidos.

Com o intuito de obter melhorias em seus processos, alavancar a sua produtividade e melhorar a sua eficiência, muitas empresas vêm procurando por ferramentas que viabilizem essa possibilidade. A ISO 9001, um sistema de gestão que atua como um instrumento de grande importância para o controle da qualidade dos processos, possibilitando soluções criativas e viáveis para os principais problemas presentes de uma empresa, representa uma ferramenta que traz inúmeros benefícios com a sua implementação.

Desse modo, com um mercado mais competitivo e consumidores mais exigentes, a implementação da ISO 9001 corresponde a uma valiosa alternativa para as empresas que sentem a necessidade de melhorar controle os seus processos alcançar maior eficiência, de maneira que elas possam sobreviver e se destacar no mercado.

Diante das constantes alterações no cenário econômico e do mercado cada vez mais competitivo e exigente, vem se tornando cada vez mais intensa e frequente a busca pela constante melhoria e pela excelência dos produtos e serviços ofertados. As organizações vêm procurando cada vez mais se destacar dentre as outras concorrentes no mercado e para isso, um fator de fundamental importância para a sua expansão e conquista de consumidores é a busca pela qualidade dos serviços e produtos oferecidos, aspecto proposto pela ISO 9001, essa pesquisa.

No atual mercado econômico, as organizações têm deparando-se com um ambiente cada vez mais competitivo, complexo e globalizado. Este cenário tem exigido que estas organizações tenham que se adequar constantemente, a fim de que não percam espaço no mercado. Então, torna-se necessário o desenvolvimento e implementação de ações e instrumentos gerenciais que possibilitem vantagens para as empresas. Frente a isto, faz-se o seguinte questionamento: Quais benefícios podem ser alcançados pelas organizações que obtêm a certificação da ISO 9001?

O principal objetivo dessa pesquisa foi identificar os principais benefícios e motivações da certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 para as organizações. Especificamente, buscou-se: caracterizar o Sistema de Gestão da Qualidade e seus aspectos relevantes; apresentar as características da ISO 9001, bem como apresentar o número de empresas ou unidades de negócios nacionais que possuem essa certificação; elencar os principais benefícios provenientes da certificação ISO 9001 para as organizações.

Para a realização deste trabalho a metodologia utilizada foi uma Pesquisa de Revisão Bibliográfica. Para tanto, buscou-se auxílio em livros, revistas e artigos das bases de dados Google Acadêmico e Scielo, que pudessem oferecer referenciais teóricos condizentes com o tema apresentando, dando subsídio para a construção do trabalho. As palavras-chaves utilizadas foram: Certificação; ISO 9001; e Controle de Qualidade.

2. GESTÃO DA QUALIDADE

A permanência das empresas dentro um mercado cada vez mais competitivo exige, cada vez mais, que essa se adeque e atenda às especificações técnicas relacionadas aos seus produtos e serviços, bem como a satisfação dos seus clientes e a melhoria de todo o ciclo produtivo. Desta forma, a Gestão da Qualidade, em normas e diretrizes internacionais, deve ser adotada com o objetivo de melhorar as condições de produção, de competitividade e de sobrevivência no mercado (AFFONSO, 2018).

Em um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, a qualidade dos processos e produtos oferecidos ao mercado é considerada um fator primordial para a permanência das empresas no mercado. A qualidade faz parte das necessidades e expectativas dos clientes e é uma exigência para que uma determinada empresa permaneça no mercado (AZEVEDO, 2018). Segundo Campos (2018) a evolução da qualidade passou por três grandes fases conforme apresenta a Figura 1:



Figura 1 - Eras da evolução da Qualidade

Fonte: Campos (2018).

A Gestão da Qualidade é um dos fatores que mais preocupa as empresas das mais diversas áreas e há muito tempo é tida como um importante tema de pesquisas no contexto empresarial. A sua importância dentro das organizações aumenta constantemente, passando a ser considerado um aspecto de grande relevância para os gestores das empresas (ELIAS, 2018).

A Gestão da Qualidade é considerada uma estratégia essencial para as empresas que querem se manter no mercado, oferecendo serviços, bens e produtos que atendam às exigências público consumidor (FREITAS, 2017). Campos (2017, p.195) ressalta que “com a Qualidade, você manterá os clientes já existentes e conquistará outros, assim operando

com os menores riscos e maior volume de negócios”.

2.1 Controle de Qualidade

A Qualidade do processo produtivo como um todo é de fundamental importância para o negócio. Entretanto, ela é resultado de uma ação conjunta de inúmeros fatores, conforme ressalta Furtado (2018, p.21):

Qualidade é “satisfação do cliente”. Porém, a obtenção da qualidade total só é possível através de uma visão sistêmica de todos os agentes envolvidos em qualquer processo produtivo (bens e serviços). São eles: o próprio cliente, que é o agente que deflagra todo o processo, e para onde todas as etapas deste processo devem estar focadas; O acionista; Os fornecedores; Os empregados, que são os agentes responsáveis em produzir e fornecer a qualidade que o cliente deseja, merecendo, portanto, que a empresa tenha uma política de recursos humanos bem desenvolvida; e a comunidade.

Dessa forma, como exposto, o Controle da Qualidade é considerado um sistema que tem como objetivo mensurar a qualidade dos bens, produtos e serviços oferecidos à sociedade de acordo com as exigências técnicas estabelecidas, verificando a ocorrência de defeitos. O consumidor é um fator primordial para o sucesso do negócio e as suas necessidades e desejos quanto ao produto adquirido devem ser realizados, garantindo assim a sobrevivência da organização no mercado (FREITAS, 2017).

A implantação do Controle de Qualidade em uma empresa requer destes itens obrigatórios, como a orientações prestadas ao cliente; qualidade nos serviços oferecidos, bem como no atendimento e no produto; controle total dos processos das atividades realizadas; identificação dos problemas e investigação das causas, bem como a proposição de soluções; reconhecimento e satisfação das necessidades dos clientes (FURTADO, 2018).

O Controle de Qualidade dos processos produtivos foi apresentado em uma obra pela primeira vez em 1992, na *Economic Control of Quality*. Neste livro, o autor aborda os aspectos relacionados ao processo de produção das fábricas, apresentando os principais problemas e as soluções mais viáveis para estes. Esta obra foi um marco para a adoção do Controle de Qualidade nos processos produtivos de organizações e empresas. Os métodos estatísticos utilizados para o Controle de Qualidade dos processos possibilitam uma análise mais eficiente, otimizando o tempo na verificação dos componentes do processo e corrigindo erros identificados (SANTOS et al., 2017).

O Controle da Qualidade é um fator cada vez mais considerado como peça primordial dentro das empresas, levando em consideração o seu reconhecimento no mercado internacional e a credibilidade e confiança nos produtos e serviços oferecidos. As empresas e organizações que são certificadas e normas de qualidade apresentam um grande diferencial competitivo no mercado, adquirindo uma imagem mais positiva diante do mercado consumidor e dos seus fornecedores (SOUZA, 2021). Conforme destaca Furtado (2018, p.11) “a decisão gerencial entre produzir ou produzir com qualidade estava sendo substituída pela decisão estratégica de produzir com qualidade ou pôr em risco a sobrevivência da organização”.

Algumas práticas são de grande importância para o bom desempenho do controle da qualidade dos aspectos processuais de uma determinada atividade. Dentre eles, destacam-se medidas como a definição da equipe técnica responsável pela execução, elabora-

ção de materiais e peças técnicas, planos de qualidade e roteiros de verificação, rotinas de fiscalizações, etc. (SANTOS et al., 2017).

2.2 Melhoria contínua

Considera-se que atualmente exista dois tipos de melhorias que podem ser implementadas no processo: a melhoria radical e a melhoria contínua. A melhoria radical é aquela implementada de forma drástica. Geralmente é fruto de grandes mudanças tecnológicas no processo e que acabam interferindo diretamente no ambiente e no ciclo produtivo, introduzindo novos processos (SOUZA, 2017).

A melhoria contínua, por sua vez, constitui um sistema que possibilita promover o trabalho e o crescimento humano através da interação e da troca de experiência e conhecimento entre as pessoas, sendo considerada uma das formas mais eficientes na busca pelo controle de qualidade de desempenho das empresas (PINTO, 2018).

Após o advento da Revolução Industrial e da automatização dos processos produtivos, o homem passou a participar cada vez menos dos processos de melhoria das empresas. A reintrodução desses empregados aos processos de melhoria e tomada de decisões é considerado o início da implantação dos programas de melhoria contínua nos ambientes empresariais. No ano de 1871 na Inglaterra, uma empresa construtora de navios passou a premiar e reconhecer os empregados que identificavam problemas no processo construtivo e apresentavam melhorias e soluções. Essa metodologia apresentava inúmeras vantagens ao processo, reduzindo perdas e acidentes. Por isso, é considerada historicamente uma das primeiras iniciativas de busca da melhoria contínua dos processos de produção (PAIVA, 2018).

Um outro marco importante para a história da implementação da melhoria contínua nas organizações foi criação da Administração Científica, desenvolvida por Taylor, no início do século XX. Ela auxiliava os gerentes da época a identificar, analisar e resolver os problemas relacionados à produção, baseados na padronização das atividades e no gerenciamento do tempo (SANTOS et al., 2017).

Com o tempo, diversas ferramentas e técnicas de melhoria contínua passaram a ser desenvolvidas, buscando sempre a busca por um melhor desempenho dos processos empresariais. Japão e Estados Unidos lideram as posições, revelando a importância da busca pela constante melhoria dentro das empresas (REALI, 2019).

Se no passado as iniciativas de melhoria contínua buscavam um melhor desempenho dos processos produtivos dentro da empresa, hoje ela faz uso de uma série de ferramentas e metodologias que buscam a melhoria do processo como um todo, envolvendo todos os empregados da empresa. Dessa forma, visa diminuir as perdas, desperdícios, otimizar o tempo, enxugar as linhas de produção e melhorar a qualidade dos processos e produtos (PAIVA, 2018).

Pode-se definir a melhoria contínua como um conjunto de melhorias sustentáveis que busca a redução das perdas, a eliminação ou diminuição dos desperdícios e a otimização de todos os sistemas e processos produtivos dentro de uma empresa. A melhoria contínua é de grande importância para as empresas, pois propõe ações conjuntas na busca por melhorias e soluções para os problemas encontrados, não necessitando necessariamente de grandes investimentos (PINTO, 2018).

A melhoria contínua apresenta importância crucial para as empresas que buscam melhores desempenhos em suas atividades. Através de inovações aplicadas continuamente

e de forma objetiva, toda a organização passa a ser envolvida na busca por mudanças que contribuirão de forma eficiente e significativa para o desempenho empresarial (SANTOS et al., 2017).

A melhoria contínua apresenta uma estreita relação junto ao Sistema de Gestão da Qualidade, como evidencia a Figura 2:



Figura 2 - Melhoria contínua do Sistema de Gestão da Qualidade

Fonte: Tavares (2021).

Considerada um processo que apoia todos os processos do negócio, a melhoria contínua acaba trazendo inúmeros benefícios a curto, médio e longo prazo dentro do ambiente empresarial. Dessa forma, traz melhores resultados e altos níveis de desempenho das atividades e processos na empresa, podendo-se citar a redução dos custos, maior flexibilidade para mudanças, bem como maior eficácia e eficiência do processo produtivo (TAVARES, 2021).

Assim, pode-se definir melhoria contínua como uma cultura empresarial que, por meio de várias ações processuais e comportamentais, visa alcançar um alto nível de desempenho, por meio da participação de todos os envolvidos nos processos da organização. A sua adoção dentro das organizações representa um diferencial no mercado cada vez mais competitivo, o que garante a sobrevivência do negócio, levando-o a um patamar de qualidade (ZAIONS, 2017).

3. ISO 9001

Atualmente a Organização Internacional de Normalização (ISO) dispõe de um portfólio de mais de 21.000 normas das quais a série ISO 9000 relacionada à gestão da qualidade é, sem dúvida, a mais conhecida. Dentro dessa série, a ISO 9001 (“Sistema de gestão da qualidade – Requisitos”) é amplamente usada pelas organizações em todo o mundo a fim de demonstrar que elas possuem um conjunto de processos claramente definido e bem gerenciado que as permite fornecer regularmente produtos e serviços que atendem aos requisitos do cliente, bem como requisitos regulamentares e estatutários aplicáveis (LIMA

et al, 2021).

A última versão da ISO 9001 foi publicada no final de 2015. Assim, este trabalho é baseado na ABNT NBR ISO 9001:2008, mas a maioria das análises e conclusões continua sendo válida para a versão 2015. Como a ISO 9001 é uma norma de requisitos, ela pode estar sujeita à avaliação da conformidade de primeira-parte, ou seja, pela própria organização, por meio de suas auditorias internas), de “segunda-parte”, tal como um cliente auditando um fornecedor para fins contratuais ou de “terceira-parte”, por um organismo de certificação independente.

Embora a certificação de terceira parte não seja exigida pela norma ou pela ISO, estima-se que bem mais de um milhão de organizações no mundo todo obtiveram a certificação na ISO 9001 e muitos compradores confiam no fato de um potencial fornecedor ser “certificado na ISO 9001”, como base para tomarem suas decisões de compra (DUARTE et al., 2020).

A fim de melhorar sua credibilidade, geralmente os organismos de certificação optam por ter sua competência e integridade avaliadas por um organismo de acreditação independente que, no caso da ISO 9001, é baseada na norma ISO/IEC 17021 (“Avaliação da conformidade – Requisitos para organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão”) e nos requisitos adicionais de competência de pessoal para sistemas de gestão da qualidade especificados na ISO/IEC 17021-3. A ISO/IEC 17021 é preparada pelo Comitê da ISO para Avaliação da Conformidade (CASCO) (CORRÊA et al., 2020).

A versão 2008 da ISO 9001 aborda a necessidade de: comprometimento da alta direção com o sistema de gestão da qualidade; “foco no cliente” por toda a organização; política da qualidade clara e objetivos da política definidos pela alta direção; definição da responsabilidade e autoridade das diversas pessoas envolvidas no sistema de gestão da qualidade e a comunicação entre elas; disponibilidade de recursos (incluindo pessoal competente); níveis adequados de documentação; e controle dos diversos processos operacionais, de venda a projeto e desenvolvimento de produtos, de fabricação (ou fornecimento de serviços) a monitoramento de processos, inspeção de produtos e suporte pós-venda (NETO; TAVARES, 2019).

Para assegurar a ininterrupta conformidade com a ISO 9001 e a melhoria contínua do sistema, a norma também exige que a organização realize suas próprias auditorias internas e análises críticas de seu sistema a intervalos regulares e tome ações corretivas e preventivas, conforme necessário (BATISTA, 2019).

A ISO 9001:2008 é baseada em dois conceitos chave: um entendimento claro dos processos organizacionais e de suas interações para assegurar a conformidade do produto; e a gestão desses processos e do sistema como um todo, usando uma metodologia PDCA - “Planejar-Executar-Verificar-Agir”. Esses conceitos são aplicáveis a qualquer tipo de organização – grande ou pequena, privada ou pública, e em diversos setores econômicos (fabricação, serviço e outros) (SEVERINO et al., 2018).

Segundo Rebouças (2020), a sustentabilidade empresarial está diretamente ligada à Gestão Integrada, que está representada pelas normas de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança e responsabilidade social. As empresas que trabalham o tripé da sustentabilidade se manterão saudáveis, porque se um dos pilares estiver enfraquecido, os demais não se sustentam. Pode-se entender então que, quando se fala em gestão da qualidade as empresas estão trabalhando o tripé econômico; o tripé ambiental e o tripé social, na gestão da saúde e segurança do trabalhador e responsabilidade social.

A NBR ISO 9001 abriu essa série de responsabilidades para as empresas a fim de me-



lhorar seu processo produtivo e, até mesmo, a qualidade de vida dos funcionários. Foi a grande protagonista da gestão. Assim, as demais normas vêm de encontro com os requisitos de qualidade complementando essa obrigatoriedade exigida pelo mercado (FIGUEIREDO; RADOS, 2018).

A própria ISO não está envolvida diretamente nem requer certificação de terceira parte, mas uma maneira comum para as organizações demonstrarem que atendem a todos os requisitos da ISO 9001 é utilizando uma terceira parte independente (organismo de certificação (OC)) para conduzir uma auditoria da organização. Se a auditoria for satisfatória, um certificado de conformidade será emitido para a organização e se iniciará um programa de supervisão contínua pelo organismo de certificação a fim de assegurar que o sistema está mantido de acordo com a norma. Por sua vez, isso fornece confiança aos clientes atuais e potenciais da organização de que seu fornecedor (a organização certificada) realmente definiu seus processos e os está gerenciando de forma a fornecer-lhes regularmente produtos e serviços conformes (VENTURA, 2018).

3.1 O papel da acreditação

É proporcionada confiança adicional quando o organismo de certificação está acreditado por um organismo de acreditação reconhecido (OA). Em geral, há apenas um organismo de acreditação por país que, no caso do Brasil, é a Cgcre. No caso da certificação ISO 9001, o processo de acreditação verifica a conformidade do organismo de certificação com a norma ISO/IEC 17021 “Avaliação da conformidade – Requisitos para organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão”. Este projeto foi conduzido com base na versão de 2011 da ISO/IEC 17021, que desde então foi substituída pela ISO/IEC 17021-1:2015 (FELÍCIO, 2021).

A ISO/IEC 17021:2008 está baseada em seis princípios básicos: imparcialidade, competência, responsabilidade, transparência, confidencialidade e capacidade de resposta a reclamações. Apenas os organismos de certificação que atendem a todos os requisitos de acreditação estão autorizados a emitir certificados acreditados (OST; SILVEIRA, 2018).

Os organismos de acreditação poderão optar por participarem de acordos de reconhecimento multilateral sob a coordenação do Fórum Internacional de Acreditação (IAF), a fim de assegurarem a consistência das acreditações ao nível global. O objetivo é facilitar o comércio internacional ao dar validade e reconhecimento internacionais à certificação acreditada correspondente, independentemente da localização geográfica da organização certificada (OLIVEIRA, 2019).

Nos últimos anos, houve certo debate no Brasil e em outros países sobre a eficácia da certificação acreditada, se o foco mudou de um no qual as organizações empenhavam-se em desenvolver um sistema de gestão da qualidade eficaz que, subsequentemente, poderia ser certificado, para um no qual a obtenção da certificação é o único objetivo (MIGUEL, 2019). Tal questionamento da credibilidade da certificação foi ocasionado por diversas percepções, em geral, com base apenas em exemplos circunstanciais. O centro do debate é se:

- As organizações estão percebendo benefícios tangíveis por meio da certificação ISO 9001 (o dinheiro, tempo e esforço administrativo para a certificação estão agregando suficiente valor?);
- Os organismos de certificação e acreditação estão conduzindo o processo de certificação com eficácia e proporcionando ao mercado confiança global na certifi-

cação;

- É possível confiar que os fornecedores certificados na ISO 9001 oferecem produtos e serviços consistentemente conforme aos requisitos a seus clientes (OLIVEIRA, 2019).

3.2 A ISO 9001 atualmente

Segundo as últimas pesquisas da ISO, há atualmente cerca de 18.000 organizações brasileiras que estão certificadas na ABNT NBR ISO 9001 (o maior número de qualquer país na América Latina e região do Caribe). No passado, o Inmetro realizou diversas pesquisas de organizações certificadas e seus clientes, que foram amplamente adaptadas e usadas no projeto TE/RAS/09/003 da UNIDO/ISO/IAF para avaliar o impacto da ISO 9001 em economias em desenvolvimento da Ásia no período de 2009 a 2012 (LIMA et al., 2021).

A fim de gerar um entendimento profundo, com base em fatos, da aplicação da ISO 9001 no Brasil e para se ter uma avaliação abrangente do impacto da certificação ISO 9001, o Inmetro decidiu, em 2014, aproximar-se da UNIDO com o objetivo de iniciar uma pesquisa sistemática e abrangente do desempenho das organizações certificadas na ISO 9001 e da eficácia do processo de certificação realizado pelos organismos de certificação acreditados (DUARTE et al., 2020).

O resultado esperado foi uma melhor compreensão:

- Se um sistema de gestão da qualidade com base na ABNT NBR ISO 9001 e sua certificação subsequente pode trazer benefícios significativos tanto para as organizações certificadas como para seus clientes;
- Das percepções da norma ISO 9001 e da certificação acreditada na ISO 9001 no Brasil;
- Do desempenho dos fornecedores certificados na ISO 9001 e dos fornecedores não-certificados para grandes compradores;
- Do nível de transparência dos organismos de certificação no Brasil;
- Do nível de confiança esperado em organizações certificadas por diferentes organismos de certificação;
- Da eficácia de uma metodologia de acompanhamento de mercado envolvendo visitas curtas (de um dia) a organizações certificadas (DUARTE et al., 2020).

Os resultados mostram que a ABNT NBR ISO 9001 é bem respeitada no Brasil e as organizações certificadas consideram sua implantação como um bom investimento. Em geral, os compradores estão satisfeitos com o desempenho global de seus fornecedores certificados na ISO 9001. Há pouco interesse no momento em outras normas de sistemas de gestão, com exceção da ISO 14001 (SGA) e OHSAS 18001 (LIMA et al., 2021).

A credibilidade global da certificação acreditada no Brasil é boa, mas há algumas áreas que precisam ser aperfeiçoadas. Com base nos resultados de uma série de visitas curtas de acompanhamento de mercado, podem ser vistas diferenças no desempenho das organizações certificadas na ISO 9001 e seus organismos de certificação. Isso poderia servir de base para atividades de supervisão de acreditação mais focadas no futuro (NETO; TAVARES, 2019).



4. BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DA ISO 9001 NAS EMPRESAS

Em função da globalização da economia e de um cenário empresarial cada vez mais exigente, as empresas têm sentido a necessidade de aperfeiçoar suas técnicas administrativas e de gestão, com o objetivo de aumentar os lucros, conquistar a estabilidade financeira e alcançar um diferencial competitivo. A ampla concorrência presente em muitos setores da economia brasileira exige dos empresários a adoção de uma postura cada vez mais proativa, que identifique de maneira antecipada as demandas do mercado, bem como a oferta de soluções, produtos e serviços diferenciados (LIMA et al., 2021).

Diante das necessidades de atender ao público consumidor e de alcançar êxito em suas atividades, de maneira que consigam sobreviver às concorrentes, faz-se necessário que as empresas do setor gráfico busquem diferencial que proporcione resultados positivos aos seus negócios. Nesse sentido, uma alternativa que possibilita a esses empreendimentos sua longevidade e competitividade é a implementação de inovações em seus processos (DUARTE et al., 2020).

Na nova era tecnológica, a Quarta Revolução Industrial, a utilização de recursos tecnológicos é considerada um fator fundamental para o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência das empresas no mercado, seja qual for o seu perfil. Também conhecida como a “Indústria 4.0”, a Quarta Revolução Industrial é uma nova era industrial, concentrada no uso de recursos de informação e tecnologia da comunicação, com o objetivo de aprimorar os processos de um negócio (CORRÊA et al., 2019).

Empresas diferenciadas possuem mais facilidade de adaptação ao mercado, uma vez que estão sempre ligadas às necessidades que surgem. Neste sentido, a implantação de inovações torna-se um diferencial para os empreendimentos do setor gráfico que desejam fixar-se no mercado e sobreviver à concorrência, de forma a atender às necessidades de consumidores que optam, cada vez mais, por produtos e serviços inovadores e diferenciados (NETO; TAVARES, 2019).

A organização tem o intento de fomentar a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção, tendo uma base estruturada, considerando todos os aspectos importantes para o negócio.

Na estrutura do modelo de referência, a implementação da ISO 9001 atua como catalizadora de um sistema, permitem o feedback operacional e sobretudo, o feedback estratégico que auxilia na revisão/ou redirecionamento de metas de médio e longo prazo. Por isso, seus resultados influenciam significativamente a tomada de decisão, tanto em nível estratégico, com em nível tático e operacional. Pela ligação que podem estabelecer com os indicadores de desempenho eles têm um papel de direcionadores de desempenho (BATISTA, 2019).

As empresas que querem alcançar resultados nesta implementação devem analisar a viabilidade que pode oscilar significativamente de acordo com a situação da empresa e seus propósitos. Pode-se citar como exemplo problemas que denota falhas nos produtos ou interrupção no serviço. Analisar que cada fato leva a diferentes esforços conforme aos objetivos traçados. Ventura (2018) define três níveis de objetivos com base na escala do impacto pretendido na organização. Segundo este autor, identificar o principal objetivo auxilia na definição da melhor estratégia de implementação do programa.

Ao decidir empregar a ISO 9001, a empresa deve ser responsabilizar pelo treinamento dos programas tanto com fornecedores quanto com os consumidores. O que simula em economia de tempo e dinheiro, um serviço prestado tem menor duração quanto atado ao programa (REBOUÇAS, 2020).

Compreender que a necessidade de mudança na infraestrutura organizacional e estratégia dos negócios crescem em atividades financeiras. Essa melhoria gerou uma economia de 20 milhões de dólares por ano com mudanças simples com instruções mais claras nos formulários (FIGUEIREDO; RADOS, 2018).

A Figura 3 apresenta os principais benefícios da implementação da ISO 9001 em uma empresa:



Figura 3 - Benefícios da implementação da ISO 9001

Fonte: Ventura (2018).

O ambiente em que a organização opera tem impacto maior em qualidade do que fatores gerenciais internos, o que está diretamente relacionado com motivação da organização e seus membros para atingir metas e resultados em função da concorrência. Então, subtrai-se que o sucesso da implementação da metodologia da ISO 9001 será proporcional ao grau da ameaça (FELÍCIO, 2021).

A implementação adequada da norma ISO 9001 poderá proporcionar inúmeros benefícios para as empresas, alavancando-a e possibilitando o seu progresso. Dentre esses benefícios, pode-se mencionar a redução de custos e, conseqüentemente, o aumento das rendas que são geradas para a organização. De fato, essa redução de custos está associada à diminuição dos desperdícios, através da identificação de falhas nos processos; à fidelização dos clientes; e à maior organização interna da empresa (OST; SILVEIRA, 2018).

Segundo Rebouças (2020), outra vantagem da implementação da ISO nas empresas está associada à otimização dos processos. Isso ocorre pois, com a sua implementação, faz-se necessária a criação de um fluxo de informações que transita pela empresa em seus diferentes setores, de maneira mais organizada, o que possibilita a identificação dos erros de forma eficiente e rápida.

Ressalta-se também outro importante benefício, que é o reconhecimento a nível nacional e internacional da qualidade do trabalho oferecido, pois, ao passo em que a organização torna-se certificada pela ISO 9001, ela passa a ser reconhecida nacional e internacionalmente, em função da qualidade do serviço oferecido pela mesma. Isso representa uma vantagem diante dos seus competidores (FELÍCIO, 2021).

A implementação dessa certificação também oferece a melhoria no relacionamen-

to entre a empresa e os seus clientes. Isso acontece porque, quando o sistema de gestão da qualidade é implantado, a empresa busca atender satisfazer as necessidades dos seus clientes, tirando seu foco principal do produto, o que melhora a sua relação com eles. Para tanto, existe um requisito da norma voltado para este aspecto. Além disso, com a ISO 9001, ocorre o maior desenvolvimento entre os colaboradores, pois eles compreendem a importância da sua participação para o processo e sentem-se motivados a progredir na organização (FIGUEIREDO; RADOS, 2018).

De acordo com Ventura (2018), a implementação da ISO 9001 permite à empresa, a antecipação de problemas que possam ocorrer durante os processos, possibilitando que eles sejam resolvidos antes que aconteçam de fato. Assim, é possível que sejam identificadas, previamente, as possíveis falhas e melhorias que devem ser realizadas no processo.

A Certificação ISO 9001 traz inúmeros benefícios à empresa, como a melhoria dos serviços e produtos oferecidos, diminuição dos gastos, maior eficiência dos processos organizacionais e maior vantagem competitiva no mercado (FELÍCIO, 2021). Para Batista (2019), outra vantagem obtida é a melhora da qualidade e da produtividade. Segundo o autor, ao fazer o diagnóstico com as técnicas adequadas, identifica-se erros de modo antecipado, o que evita o comprometimento no desempenho do serviço e não compromete a qualidade do produto a ser entregue. Também proporciona melhora na segurança dos processos, instalações e pessoas. Além disso, o conhecimento prévio de problemas reduz de forma significativa os riscos de uma falha destrutiva.

O governo brasileiro possui o importante papel de simplificar os processos burocráticos e facilitar o desenvolvimento das empresas que já estão fixadas no mercado, assim como as empresas que surgem. Esse incentivo ultrapassa a concessão de incentivos fiscais, mais a oferta de programas de financiamento que possibilitem a inserção de recursos tecnológicos nos processos empresariais e a capacitação dos profissionais para essa nova realidade (LIMA et al., 2021).

O emprego da ISO e seus conceitos no processo produtivo apresenta inúmeros benefícios através da melhoria contínua e da busca por um melhor tempo hábil de entrega dos produtos, bens e serviços. Portanto, acaba trazendo inúmeros benefícios para uma determinada empresa ou organização, através da mudança de comportamento e postura dos seus funcionários, além da criação de um ambiente de trabalho mais limpo, organizado, agradável e seguro (LIMA et al., 2021).

Portanto, considerada um processo que apoia todos os processos do negócio, a norma ISO 9001 acaba trazendo inúmeros benefícios a curto, médio e longo prazo dentro do ambiente empresarial. Dessa forma, traz melhores resultados e altos níveis de desempenho das atividades e processos na empresa, podendo-se citar a redução dos custos, maior flexibilidade para mudanças, bem como maior eficácia e eficiência do processo produtivo (LIMA et al., 2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve por objetivo identificar os principais benefícios e motivações da certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 para as organizações. Pode-se concluir que, em um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, a qualidade dos processos e produtos oferecidos ao mercado é considerada um fator primordial para a permanência das empresas no mercado. Sendo assim, a Gestão da Qualidade dentro das organizações vem aumentando constantemente, passando a ser considerado um aspecto

de grande relevância para os gestores das empresas.

Com base nisso, a ISO 9001 aborda a necessidade de: comprometimento da alta direção com o sistema de gestão da qualidade; “foco no cliente” por toda a organização; política da qualidade clara e objetivos da política definidos pela alta direção; definição da responsabilidade e autoridade das diversas pessoas envolvidas no sistema de gestão da qualidade e a comunicação entre elas; disponibilidade de recursos (incluindo pessoal competente); níveis adequados de documentação; e controle dos diversos processos operacionais, de venda a projeto e desenvolvimento de produtos, de fabricação (ou fornecimento de serviços) a monitoramento de processos, inspeção de produtos e suporte pós-venda.

Ainda, pode-se concluir que a implementação adequada da norma ISO 9001 poderá proporcionar inúmeros benefícios para as empresas, alavancando-a e possibilitando o seu progresso. Como por exemplo, é possível citar a redução de custos e, conseqüentemente, o aumento das rendas que são geradas para a organização. De fato, essa redução de custos está associada à diminuição dos desperdícios, através da identificação de falhas nos processos; à fidelização dos clientes; e à maior organização interna da empresa. Portanto, diante da análise dos estudos levantados, pode-se dizer que o objetivo proposto por essa pesquisa foi alcançado.

Referências

- AFFONSO, Luiz Otávio Amaral. **Equipamentos mecânicos: análise de falhas e solução de problemas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2018.
- AZEVEDO, N. C. **Sistema de Gestão com Foco em Resultados**, Taubaté, 2018. Monografia – Universidade de Taubaté.
- BATISTA, Edinaldo Medina. A gestão de documentos (ISO 15489) orientada aos ambientes empresariais privados e uma relação possível com a gestão da qualidade na certificação da Norma ISO 9001. **Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Ciência da Informação. Belo Horizonte**, 2019.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **O SISTEMA DE MANUTENÇÃO PADRONIZADO**. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia, Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2018.
- CORRÊA, André Luiz et al. Uma análise de fatores na implementação dos princípios de gestão da qualidade da série de normas iso 9000 em uma organização agroindustrial. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 10390-10404, 2019.
- DUARTE, Paula Beatriz Mendes et al. Gestão da qualidade na construção civil: uma análise do programa Brasileiro de qualidade e produtividade no habitat (PBQP-H) E DA ISO 9001. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 14817-14827, 2020.
- ELIAS, A. **Terceirização**. In: VIII Congresso de Manutenção Semapi. 1... 2013. São Paulo. Anais...São Paulo: SEMAPI. 2018.
- FELICIO, Flávia Brasil. **Estudo de implantação de um sistema de gestão da qualidade com base na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 em um laboratório de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- FIGUEIREDO, Leonardo Souza Reis; RADOS, Gregório Jean Varvakis. Relações entre a gestão do conhecimento e a gestão da qualidade no âmbito da nova revisão da ISO 9001: 2015. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 8, p. 55-69, 2018.
- FREITAS, H. O processo decisório: modelos e dificuldades. **GIANTI - Grupo de pesquisa de Gestão do Impacto da Adoção de novas Tecnológicas de Informação**, v. 2, n. 8, p. 30-34, 2017.
- FURTADO, Eduardo J. de A. A. **Gestão de Manutenção em Empresas Têxteis de Grande Porte**, Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), 2018.
- LIMA, Carla Damian et al. Proposta de integração do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e Sistema de Gestão de Segurança Alimentar (SGSA) em empresas de embalagens metálicas para a implementação da

norma ISO 22000: 2018. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

MIGUEL, Anna Luísa Ribeiro. **Estudo de caso para a criação de uma base para implementação de Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 em laboratório de Química Analítica**. 2019.

NETO, João Batista M. Ribeiro; TAVARES. **Sistema de gestão integrados: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde no trabalho**. Editora Senac São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, John Lennon Andrade de. Práticas de gestão da qualidade, inovação e vantagem competitiva: análise das relações em empresas de manufatura certificadas com a ISO 9001 no Brasil. 2019.

OST, Jéssica Haas; SILVEIRA, Cícero Giordani da. Avaliação do processo de transição da ISO 9001: 2008 para a ISO 9001: 2015: um estudo voltado para empresas químicas do Estado do Rio Grande do Sul. **Gestão & Produção**, v. 25, p. 726-736, 2018.

PAIVA, W. P. **Avaliação de habilidades para a tomada de decisão em administração de empresas: um estudo descritivo com alunos de graduação da FEA – USP**. 2018. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2018.

REBOUÇAS, Leonardo da Silva. Capacitação do trabalhador da construção civil em empresa potiguar com programa de gestão da qualidade ISO 9000. 2020.

SANTOS, C. F. et al. Mapping the Conceptual Relationship among Data Analysis, Knowledge Generation and Decision-making in Industrial Processes. **Procedia Manufacturing**, v. 11, June, p. 1751-1758, 2017.

SEVERINO, Jessica et al. Sistema de Gestão Integrado ISO 9001, 14001 e OHSAS 18001. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 4, n. 1, p. 192-208, 2018.

SOUZA, A. C. **Gerenciamento da Manutenção Eletrônica de Máquinas Críticas em uma Indústria Automobilística**. Monografia (Especialização em MBA – Gerência de Produção) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2021.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2017.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2021.

VENTURA, Ana Rita Fernandes. **Metodologia de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2015 numa indústria metalomecânica**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma Planta de Celulose e Papel**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

53

UTILIZAÇÃO DA CURVA ABC COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA DE CONTROLE E GESTÃO DE ESTOQUE

*USE OF THE ABC CURVE AS A STRATEGIC TOOL FOR
INVENTORY CONTROL AND MANAGEMENT*

Antenor Silva Porto

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A presente pesquisa apresenta uma revisão de literatura sobre a utilização da Curva ABC como ferramenta estratégica de controle e gestão de estoque, visa compreender como a ferramenta Curva ABC pode contribuir no controle e gerenciamento de estoque dentro das empresas. Para elaboração deste estudo, foi utilizada a Pesquisa Bibliográfica como metodologia, viabilizando discussão sobre: conceitos de gestão de estoque; os principais tipos de estoques utilizados para armazenagem; e, por fim, as aplicações da ferramenta Curva ABC e seus princípios. Deste modo, os resultados a pesquisa evidenciam que a gestão de estoques com o uso da Curva Abc podem ser aliada nas tomadas de decisões das empresas que buscam eficiência e qualidade no atendimento ao cliente, assim como o próprio desenvolvimento da organização para estar preparada a competir em mercados tão acirrados e inovadores, o modelo de gestão possibilita aos gestores uma visão geral de todos os produtos, classificando com base em seu grau de importância para obter um bom funcionamento do seu estoque, definindo quando deve ser realizado os pedidos e a forma de armazenagem de cada item, propondo benefícios de redução de custos e controle de estoques.

Palavras-chave: Gestão de estoques, Tipos de estoques, Curva ABC.

Abstract

The present research presents a literature review on the use of the ABC Curve as a strategic tool for inventory control and management, it aims to understand how the ABC Curve tool can contribute to the control and management of inventory within companies. For the elaboration of this study, the Bibliographic Research was used as a methodology, enabling discussion on: concepts of stock management; the main types of stocks used for storage; and, finally, the applications of the ABC Curve tool and its principles. In this way, the research results show that inventory management using the Abc Curve can be allied in the decision-making of companies that seek efficiency and quality in customer service, as well as the development of the organization to be prepared to compete. in such fierce and innovative markets, the management model allows managers to have an overview of all products, classifying them based on their degree of importance to obtain a good functioning of their stock, defining when the orders must be placed and the form of storage of each item, proposing benefits of cost reduction and inventory control.

Keywords: Inventory management, Types of stocks, ABC curve.

1. INTRODUÇÃO

Gestão de estoque compreende como realizar a gestão de mercadorias da empresa, registrando o fluxo de entrada e saída dos produtos para proporcionar condições melhores em relação ao seu uso, evitando perdas e reduzindo custos. Desse modo, é de grande importância que a organização tenha uma gestão de estoque eficiente, que esteja sempre se atualizando e inovando nos processos, conseqüentemente para melhores tomadas de decisões, aumentando a produtividade da empresa e garantir um atendimento de excelência ao cliente. As empresas têm adotado a tecnologia ao seu favor, com esse avanço o controle de estoque passou a ser observado de forma mais detalhada, obtendo informações mais rápida e classificando os itens de acordo com seu grau de importância. A utilização da Curva ABC consiste uma ferramenta gerencial bastante simples e eficaz no diferencial dentro das organizações que deseja se manter no mercado altamente competitivo.

A presente pesquisa tem como tema “Utilização da Curva ABC como ferramenta estratégica de controle e gestão de estoque”, sendo importante o estudo por se tratar de uma ferramenta gerencial que permite a ordenação das informações quanto ao grau de importância no estoque, proporcionando continuidade das operações, redução de desperdícios e aumento da produtividade. Torna-se relevante esta pesquisa, pois oferece ao leitor conhecimento sobre os principais conceitos de gestão de estoque, técnicas de aplicações da Curva ABC e a definição dos tipos de estoque a ser utilizado para evitar a falta ou o excesso mercadorias, tendo melhor o acompanhamento dos itens estocados.

Através da análise de classificação da Curva ABC é possível trazer grandes resultados e benefícios, a empresa tem à disposição informações atualizadas sobre a quantidade e o período que são necessárias as reposições de materiais, possibilitando o acompanhamento na identificação de pontos fortes e fracos, fazendo investimento no produto certo que trará um retorno financeiro e tornando-se uma referência no mercado. A Curva ABC chamada também de 80-20, é uma ferramenta muito utilizada na gestão de estoques com a finalidade de gerenciar prioridades nas empresas que permite determinar quais os itens são mais importantes para a instituição, com o objetivo de priorizar os que agregam mais valor, merecem maior atenção no acompanhamento de níveis de estoque, assim se tornando uma aliada nas tomadas de decisões eficientes. Dessa forma, questiona-se: Quais são as contribuições com a utilização da ferramenta Curva ABC dentro das empresas no controle e gestão de estoque?

O objetivo geral desenvolvido foi compreender como a ferramenta Curva ABC pode contribuir no controle e gerenciamento de estoque dentro das empresas. Para alcançar esse objetivo geral, tem os objetivos específicos: apresentar os principais conceitos de gestão de estoque; conhecer os principais tipos de estoques; descrever as aplicações da ferramenta Curva ABC e seus princípios.

O tipo de pesquisa realizada foi a pesquisa bibliográfica, com caráter qualitativo e descritivo. Foram realizadas consultas em livros, sites, trabalhos científicos e acadêmicos que apresenta o tema, utilizadas em repositório público como o Google acadêmico e também a biblioteca virtual da Faculdade Pitágoras, para tanto foi utilizada as seguintes palavras-chaves: Gestão de estoques, tipos de estoques, Curva ABC. O Período dos artigos pesquisados foi trabalhos publicados nos últimos 20 anos e os principais autores que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa são: Souza (2018); Alves (2018), Accioly (2019) e Martins (2006).

2. GESTÃO DE ESTOQUES

Segundo Accioly (2019) processo de estocagem já era um papel importante desde das primeiras civilizações, exemplo é a civilização suméria, que foram um dos primeiros povos a habitar a mesopotâmia e ficaram conhecidos pelo desenvolvimento da primeira forma de escrita da humanidade, os registros de escrita eram feitos em pequenos tabletes de barro com marcações em escrita cuneiforme (9000 a.C.) que tratavam basicamente dos inventários de grãos e da propriedade dos campos de cultivo. Os sumérios na sua produção agrícola, a safra do ano precisava ser armazenada e administrada até a que a safra seguinte pudesse ser colhida. Pode-se observar que a realização e administração do estoque já é uma prática antiga, que se tende a evoluir com o passar dos anos, trazendo vantagens para quem pratica de forma correta e problemas se for mal utilizado.

Com a ampliação do comércio no período das grandes navegações, por volta do ano 1400 até 1700, aumentou a importância dos estoques que ocasionou inovações significativa na área contábil, como o surgimento a escrituração em partidas dobradas desenvolvida nos estaleiros italianos (ACCIOLY, 2019). O autor cita também que por volta do ano 1750 a pressão sobre o controle dos estoques aumentou na industrialização, com a necessidade de manter a produção constante ao longo do ano, na qual era uma missão difícil devido matérias-primas como o algodão sendo uns produtos agrícolas sazonais, exigindo das indústrias decisões de estoque mais eficientes, pois um aumento parcialmente pequeno dos estoques é capaz de provocar uma queda acentuada no caixa da empresa, sob pena de interrupção da produção e geração de custos elevados.

Com o crescimento no número de fornecedores e a necessidade de padronização, durante a II Guerra Mundial, entre 1939 a 1945, deram origem aos sistemas de codificação de estoques, como o *Federal Supply Code* (ACCIOLY, 2019). Logo depois esses códigos padronizados evoluíram e estão presente na base dos códigos de barra, dos códigos internacionais de classificação de mercadorias para efeito fiscal, aduaneiro e dos sistemas informatizados de gestão matérias. Outro autor que discorre sobre a importância da classificação dos itens no estoque é Chiavenato (2005), pois uma grande quantidade de itens armazenado, é bastante complicado e confuso identificar todos pelo nome, marca, tamanho, etc. por isso o processo de catalogação, simplificação, especificação, normalização e padronização de todos os materiais do estoque são componentes fundamentais para a gerência de estoques e sistemas de administração de materiais, uma vez que seria difícil encontrar, controlar e rastrear um item sem código.

Em 1980 os estoques eram considerados como males necessários para atender a manufatura e a demanda produtiva, se tornando um problema por ser mal administrados, mas atualmente o estoque teve suas evoluções, tornando uma ferramenta estratégia organizacional bastante valorizada dentro das empresas, manter uma gestão de estoque de forma eficiente, podem contribuir significativamente para a geração de receitas e aumento do nível de serviço que é oferecido ao consumidor final (SOUZA, 2018).

Conforme Accioly (2019) a gestão de estoques é a atribuição responsável pelo planejamento e controle da formação, manutenção e desmobilização de estoques. O autor enfatiza que é essencial guardar em estoque os materiais necessários ao atendimento das demandas com objetivos de evitar paralisações que gerem prejuízos para organização ou coloque em risco a segurança das pessoas e do meio ambiente. Entretanto, as empresas que busca constantemente uma estratégia de crescimento no mercado tão competitivo, na qual nem sempre o fornecedor tem como atender de forma imediata, o seu o grande desafio na gestão de estoques é alcançar o equilíbrio entre a necessidade de investir o menos possível em estoques e ao mesmo tempo garantir a satisfação ao cliente, atendendo

as suas necessidades de forma adequada.

O principal objetivo do estoque é manter a atividade produtiva em funcionamento, sendo o elemento crucial no atendimento das demandas previstas, alimenta todo o fluxo produtivo, pois a sua falta dentro das empresas, geram-se o risco de comprometer a continuidade da cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, pode-se induzir a cadeia ao risco de desabastecimento, gerando insatisfação para o consumidor final, influenciando na procura de um produto alternativo ou substituindo pelo da concorrência (ACCIOLY, 2019). Os pensamentos do autor assemelham ao conceito de Dias (2010), pois entender o estoque de uma organização é um desafio, todavia, a complexidade não é somente diminuir a quantidade dos itens estocados, nem reduzir os custos. O trabalho está em atingir a quantidade exata de produtos armazenados para satisfazer as prioridades administrativas de forma eficaz.

Conforme Fransischini e Gurgel (2002), discorrem que o estoque é uma parte significativa dentro dos ativos de uma empresa. Dito isto, é de suma importância uma estratégia de gerenciamento voltada para o estoque com o objetivo de atender as necessidades dos clientes através do serviço prestado e qualidade dos produtos. Portanto, as empresas têm o desafio de encontrar o equilíbrio entre oferta e demanda para que os investimentos realizados não excedam o planejado.

Tófoli (2008), estoque representa a quantidade de bens físicos que são mantidos à espera da venda (ou da produção), por um determinado tempo. Estoques são representados por materiais que não tem seu uso imediato, mas tem função futuras. O objetivo do planejamento e controle de estoque é evitar a falta de produtos, perdas e controlar as entradas e saídas de materiais para que se possam tomar decisões mais eficientes sobre futuros investimentos nesse ativo.

Um dos conceitos de gestão de estoque é o de Vendrame (2008), que destaca “a gestão de estoque constitui uma série de ações que permitem ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles utilizam, bem manuseados e bem controlados”. Logo o autor confirma em seu conceito os pensamentos de Souza (2018) que o estoque da empresa é um setor que deve ser observado com mais frequência, para se obter uma melhor organização e tomada de decisão, evitando a falta de produtos para atender as demandas ou deixando em excesso para se tornar um prejuízo.

Conforme Garcia (2006), a gestão de estoque é um recurso utilizado de diferentes maneiras desde o começo da humanidade como forma de apoiar sua sobrevivência e desenvolvimento, estocando alimentos e ferramentas. Apesar de sua importância, percebe-se muitas empresas ignora o fato que a gestão de estoque pode ser utilizada de forma estratégica na tomada de decisões ou trazer vantagens competitivas para a organização. Entretanto, outras empresas planejam de forma contrária e buscam a excelência no gerenciamento dos estoques, com o princípio de ter os produtos desejado pelo cliente no lugar certo e na hora certa, para alavancar seus negócios. Portanto, os conceitos do autor assemelham as ideias de Banzato (2003) sobre a importância da administração do estoque, onde cita que o excesso de estoques se torna um caos, quando a capacidade do armazém é ocupada, observa-se os materiais empilhados nos corredores, docas de embarque e áreas de espera atrapalhando o fluxo.

Conforme Silva (2020) quando ocorre a necessidade da reposição dos estoques vendidos é tomada três decisões por parte da gestão, destaca-se elas: decisão de quanto pedir, decisão de quando pedir e a decisão de como controlar o sistema. Entretanto, esse ressurgimento não é de forma instantânea, mas de forma planejada, controlando as atividades

operacionais e produtivas que envolvam estoques com o objetivo de satisfazer continuamente a demanda dos consumidores, sejam eles internos ou externos e obter os resultados desejados por parte da empresa. Portanto, é dever do gestor da empresa escolher as melhores ferramentas e métodos para o processo de controle do estoque, dando um equilíbrio à linha de produção e demanda.

3. TIPOS DE ESTOQUES

Souza (2018) define os estoques como qualquer quantidade de bens que tenha capacidade de gerar valor ou receita armazenado em um espaço parado, esperando ser solicitado pela produção ou pelo cliente. O conceito de estoque na cadeia de suprimentos integrada, atualmente se torna mais amplo, pois podem surgir em diferentes formatos e formas de gestão.

Segundo Slack et al. (2002) os produtos/materiais consistem em itens adquiridos, por meio de aquisição ou matérias-primas que por sua vez sofrerá transformação passando a se tornar produtos acabados. As matérias primas são classificadas como materiais adquiridos, insumos que são comprados ou extraídos que irão fazer parte do processo de transformação até que se transforme em produtos para uso próprio ou venda.

A tomada de decisão sobre estocar ou não um produto qualquer vai depender muito de sua característica quanto a sua complexidade ou capacidade de compra. A equipe responsabilizada pelo ressurgimento da empresa deve conhecer as particularidades de cada produto e o dimensionamento do estoque de forma apropriada, sendo um ponto de grande influência para manter a qualidade no padrão de serviço de atendimento ao cliente externo ou interno (NOGUEIRA, 2012).

O motivo de se ter vários tipos de estoque é devido às diferentes demandas e conhecimento do fornecedor. Diante disso, existem várias formas de estoque, a classificação e conceito variam de autor para autor. Conforme Tófoli (2008), a determinação dos níveis de estoque, na fase do planejamento, consiste basicamente na fixação do estoque mínimo, estoque de segurança, do lote de suprimento e do estoque máximo. Ideias que complementaram conhecimento elaborado por Arnold (1999), na qual existem várias maneiras de classificar o estoque, segue os principais conceitos abaixo:

- a) Estoque mínimo: é a quantidade de produtos estocados a partir das quais são efetuados os pedidos de reposição;
- b) Estoque de Segurança: previne que a empresa para sua comercialização, assim sendo a empresa dimensiona uma quantidade de produtos para o estoque denominando estoque de segurança;
- c) Estoque Máximo: é à soma do estoque de segurança mais o lote de suprimento. Seu problema é o espaço físico, custos e risco de produtos permanecerem por muito tempo em estoque;
- d) Estoque de Antecipação: é usado para compensar as flutuações de demanda e suprimento, ajustar a diferença dos ritmos;
- e) Estoque de Ciclo: serve para quando as etapas do processo não oferecem ao mesmo tempo todos os produtos que produzem (ARNOLD, 1999).

Os tipos de estoques estão relacionados às espécies ou categorias de materiais que venham compor este estoque. No setor industrial os principais tipos encontrados são o estoque de matérias primas, insumos secundários, de produtos em processo, embalagens,

produtos acabados e peças de manutenção (SOUZA, 2018). O autor destaca também sobre a tipologia dos estoques que é condição que uma determinada quantidade de produtos armazenados se encontra localizada no momento, classificando de Estoque disponível, Estoque ativo, Estoque inativo, Reserva operacional, Estoque empenhado, Estoque físico, Estoque em poder de terceiros, Estoque de proteção, Estoque pulmão, Estoque regulador, Estoque Sazonal.

Dias (2010) demonstra alguns métodos para controle de estoque: sistemas duas gavetas, sistemas de máximos-mínimos, sistema das revisões periódicas e planejamento das necessidades de materiais.

Sistema duas gavetas: tido como forma simplificada para controle de estoque devido sua facilidade de operação. Recomendado para produtos da classe C. Esta forma de controle é muito utilizada no comércio varejista e autopeças. Exemplificando uma empresa possui em seu estoque duas caixas X e Y. A caixa X contém um número suficiente de peças para abastecer a demanda de um determinado período de reposição, enquanto a caixa Y dispõe de uma quantidade de peças para necessidade do período. Quando a caixa Y fica vazia passa a ser utilizando peças da caixa X para não interromper o atendimento (DIAS, 2010).

Sistema dos máximos-mínimos: para implantação deste método é necessário conhecimento do consumo para determinada demanda, no entanto, essa forma é baseada em hipóteses. Para Dias (2010), o sistema de máximos-mínimos é determinação da previsão de consumo para um item específico, definição dos períodos em que os produtos devem ser consumidos, calcularem o ponto de pedido de acordo com o período de reposição do produto pelo fornecedor, calcular os estoques mínimos e máximos, cálculo dos lotes de compra. Este método pode ser utilizado para os produtos A, B, e C, tem como vantagem a customização na reposição e utilização do lote econômico.

Sistema de revisões periódicas: para este método o produto é repostado através de períodos pré-determinados e com base no estoque de segurança. A dificuldade para este método é determinação do período, onde um período pequeno pode ocasionar em alto volume de produto em estoque e períodos grandes ocasiona na falta de materiais no atendimento (DIAS, 2010).

De acordo com Dias (2010) o planejamento das necessidades de materiais permite transmissão de informações mais precisas, podendo analisar os materiais que estão em falta e propor possíveis soluções para o problema e por outro lado cancelar pedidos quando verificado o excesso de material, assim mantendo o equilíbrio dentro do estoque.

Um gerenciamento eficiente de estoques proporciona a empresa progressos relevantes para administração, visto que reflete diretamente na produção planejada, possibilita mais segurança nas tomadas de decisões, precavendo-se contra atrasos na entrega de pedidos (MONTANHEIRO; FERNANDES, 2008). Portanto, toda empresa independente da sua atividade trabalha com algum tipo de estoque para garantir o desenvolvimento e continuidade nos processos da organização de forma eficiente e eficaz. O êxito do negócio deve-se muito ao planejamento e controle de produção bem elaborado. Na próxima seção será apresentada a ferramenta gerencial da Curva ABC como forma estratégica para obtenção de informações para ajudar o gestor na tomada de decisão.



4. CURVA ABC

A partir do momento em que a empresa passar conhecer os itens mais importantes em termo de valor que constam em seu armazém a gestão de estoques é considerada capacitada para reduzir custos desnecessários de forma ágil e consiga se destacar no mercado (ALVES, 2018). Para verificar essas informações e ter uma análise mais complexa é utilizada a Curva ABC ou Gráfico de Pareto.

Segundo Alves (2018) sobre os principais objetivos da ferramenta Curva ABC, destaca que colocar em pratica as aplicações dessa ferramenta que é de fácil gestão, agrega um grande valor a empresa que busca excelência, pois o gerenciamento de estoque é fundamental para evitar riscos desnecessários, na identificação dos itens que necessitam de atenção e tratamento adequado quanto á sua importância em relação aos demais. As ideias do autor assemelham a de Pinto (2002) na qual discorre que avaliando os resultados encontrado na Curva ABC, verifica-se o giro dos produtos dentro do estoque, o grau da lucratividade e a classe no desempenho da receita da organização, ou seja, obtenção de todo o capital que foi investido no estoque através da execução correta dos dados exibidos na Curva ABC.

De acordo com o autor Alves (2018) existe cinco etapas a serem seguidas para a elaboração de uma Curva ABC que são respectivamente: Definir a variável a ser analisada, levantamento dos dados sobre os itens estocados, ordenação dos dados, calcular os custos e percentuais totais e acumulado, e a análise dos resultados.

- a) Definir a variável a ser analisada: como o valor total e médio dos estoques, volumes e quais produtos merecem maior atenção;
- b) Levantamento dos dados sobre os itens estocados: contagem e registro de todos os itens que constam armazenados;
- c) Ordenação dos dados: A partir do levantamento de todos os itens armazenados e seus respectivos custos unitários, calcula-se o custo total de cada item e, por fim, os classificam em ordem decrescente utilizando custo do estoque médio, para melhor explicação o autor menciona a Figura 1.

Ítem	Quant. em estoque (A)	Custo Unitário (B)	Custo total (A x B)	Ordem
	Unidades	R\$/unid.	R\$	
AA	50	1.000,00	50.000,00	7 ^a
AB	40	440,00	17.600,00	10 ^a
AC	3	80.000,00	240.000,00	3 ^a
AD	20	240,00	4.800,00	12 ^a
AE	35	1.200,00	42.000,00	8 ^a
AF	10.000	230,00	2.300.000,00	1 ^a
AG	3.000	22,00	66.000,00	5 ^a
AH	450	120,00	54.000,00	6 ^a
AI	800	432,00	345.600,00	2 ^a
AJ	430	324,00	139.320,00	4 ^a
AK	32	960,00	30.720,00	9 ^a
AL	46	238,00	10.948,00	11 ^a
TOTAL			3.300.988,00	

Figura 1 - Dados Ordenados

Fonte: Alves (2018)

Nota-se que nessas fases iniciais a tabela já concede algumas informações importantes de se observar, a exemplo do item em estoque que apresenta seu maior capital investido (item AF – R\$ 2.300.000,00) e o valor total dos itens armazenados (R\$ 3.300.988,00). Mas conforme o autor Alves (2018) a Curva ABC pode ser um diferencial na estratégia para a gestão de estoques, fornecendo vários outros dados, aplicando todas as etapas da ferramenta.

Na 4^a etapa, calcular os custos e percentuais totais e acumulados, pois é nessa etapa onde se define o custo total acumulado e os percentuais dos custos totais acumulado de cada item em relação ao total, ou seja, o quanto o valor total de cada insumo representa no valor global (ALVES, 2018). A execução desses cálculos é demonstrada na Figura 2 e 3.

Ordem	Ítem	Quant. em estoque (A)	Custo Unitário (B)	Custo total (A x B)	Custo total acumulado	Custo total acumulado
		Unidades	R\$/unid.	R\$	R\$	R\$
1º	AF	10.000	230,00	2.300.000,00	2.300.000 + 0	2.300.000,00
2º	AI	800	432,00	345.600,00	2.300.000 + 345.600	2.645.600,00
3º	AC	3	80.000,00	240.000,00	2.645.600 + 240.000	2.885.600,00
4º	AJ	430	324,00	139.320,00	2.885.600 + 139.320	3.024.920,00
5º	AG	3.000	22,00	66.000,00	3.024.920 + 66.000	3.090.920,00
6º	AH	450	120,00	54.000,00	3.090.920 + 54.000	3.144.920,00
7º	AA	50	1.000,00	50.000,00	3.144.920 + 50.000	3.194.920,00
8º	AE	35	1.200,00	42.000,00	3.194.920 + 42.000	3.236.920,00
9º	AK	32	960,00	30.720,00	3.236.920 + 30.720	3.267.640,00
10º	AB	40	440,00	17.600,00	3.267.640 + 17.600	3.285.240,00
11º	AL	46	238,00	10.948,00	3.285.240 + 10.948	3.296.188,00
12º	AD	20	240,00	4.800,00	3.296.188 + 4.800	3.300.988,00
TOTAL				3.300.988,00		

Figura 2 - Como calcular os custos individuais e totais

Fonte: Alves (2018)

O valor acumulado é calculado a partir da organização dos produtos classificando do maior para o menor considerando seus valores, assim um produto deve ser somado aos anteriores, até chegar ao montante total, com essas informações agrupadas é possível detalhar os percentuais dos itens (ALVES, 2018).

Ordem	Ítem	Quant. em estoque (A)	Custo Unitário (B)	Custo Total (AxB)	Percentual	Percentual	Percentual Acumulado	Percentual Acumulado
		Unidades	R\$/unid.	R\$	%	%	%	%
1º	AF	10.000	230,00	2.300.000,00	$2.300.000/3.3000.988 \times 100$	69,68	69,68 + 0	69,68
2º	AI	800	432,00	345.600,00	$345.600/3.3000.988 \times 100$	10,47	69,68 + 10,47	80,15
3º	AC	3	80.000,00	240.000,00	$240.000/3.3000.988 \times 100$	7,27	80,15 + 7,27	87,42
4º	AJ	430	324,00	139.320,00	$139.320/3.3000.988 \times 100$	4,22	87,42 + 4,22	91,64
5º	AG	3.000	22,00	66.000,00	$66.000/3.3000.988 \times 100$	2,00	91,64 + 2,00	93,64
6º	AH	450	120,00	54.000,00	$54.000/3.3000.988 \times 100$	1,64	93,64 + 1,64	95,27
7º	AA	50	1.000,00	50.000,00	$50.000/3.3000.988 \times 100$	1,51	95,28 + 1,51	96,79
8º	AE	35	1.200,00	42.000,00	$42.000/3.3000.988 \times 100$	1,27	96,79 + 1,27	98,06
9º	AK	32	960,00	30.720,00	$30.720/3.3000.988 \times 100$	0,93	98,06 + 0,93	98,99
10º	AB	40	440,00	17.600,00	$17.600/3.3000.988 \times 100$	0,53	98,99 + 0,53	99,52
11º	AL	46	238,00	10.948,00	$10.948/3.3000.988 \times 100$	0,33	99,52 + 0,33	99,85
12º	AD	20	240,00	4.800,00	$4.800/3.3000.988 \times 100$	0,15	99,85 + 0,15	100,00
TOTAL				3.300.988,00				

Figura 3 - Como calcular os percentuais individuais e totais

Fonte: Alves (2018)

Nessa etapa, observa-se que no primeiro momento, é necessário calcular o custo total de cada item e o custo total acumulado, subsequente constitui-se em calcular o percentual que cada item representa e também o percentual acumulado, assim finalizando as informações da Curva ABC, conforme demonstradas na Figura 4.

Ordem	Item	Quant. em estoque (A)	Custo Unitário (B)	Custo total (A x B)	Custo total acumulado	Percentual acumulado
		Unidades	R\$/unid.	R\$	R\$	%
1º	AF	10.000	230,00	2.300.000,00	2.300.000,00	69,68
2º	AI	800	432,00	345.600,00	2.645.600,00	80,15
3º	AC	3	80.000,00	240.000,00	2.885.600,00	87,42
4º	AJ	430	324,00	139.320,00	3.024.920,00	91,64
5º	AG	3.000	22,00	66.000,00	3.090.920,00	93,64
6º	AH	450	120,00	54.000,00	3.144.920,00	95,27
7º	AA	50	1.000,00	50.000,00	3.194.920,00	96,79
8º	AE	35	1.200,00	42.000,00	3.236.920,00	98,06
9º	AK	32	960,00	30.720,00	3.267.640,00	98,99
10º	AB	40	440,00	17.600,00	3.285.240,00	99,52
11º	AL	46	238,00	10.948,00	3.296.188,00	99,85
12º	AD	20	240,00	4.800,00	3.300.988,00	100,00
TOTAL				3.300.988,00		

Figura 4 - Curva ABC finalizada

Fonte: Alves (2018)

Na 5ª etapa, o autor Alves (2018) menciona que é a análise dos resultados os itens relacionados em uma Curva ABC devem ser analisados da seguinte maneira:

- Classe A: 70% a 80% do valor ou percentual acumulado;
- Classe B: 15% a 30% do valor ou percentual acumulado;
- Classe C: 5% a 15% valor ou percentual acumulado (ALVES, 2018).

Alves (2018) confirma também que esses percentuais podem sofrer alterações, tanto para baixo quanto para cima, no exemplo utilizado foi adotado uma proporção de 80-15-5 com variação de até 1%, ou seja, 80% dos itens classificados como A (podendo variar de 79% ou 81%), 15 % dos itens classificados como produtos de nível B (podendo variar entre 14 e 16%) e por fim, os demais itens (5%) classificados como produtos de nível C (podendo variar de 4 a 6%), ao final de toda essa análise os itens são distribuído por classe conforme demonstrado na Figura 5.

Ordem	Ítem	Quant. em estoque (A)	Custo Unitário (B)	Custo Total (AxB)	Custo Total Acumulado(AxB)	Percentual acumulado	Classe
		Unidades	R\$/unid.	R\$	R\$	%	
1º	AF	10.000	230,00	2.300.000,00	2.300.000,00	69,68	A
2º	AI	800	432,00	345.600,00	2.645.600,00	80,15	A
3º	AC	3	80.000,00	240.000,00	2.885.600,00	87,42	B
4º	AJ	430	324,00	139.320,00	3.024.920,00	91,64	B
5º	AG	3.000	22,00	66.000,00	3.090.920,00	93,64	B
6º	AH	450	120,00	54.000,00	3.144.920,00	95,27	B
7º	AA	50	1.000,00	50.000,00	3.194.920,00	96,79	C
8º	AE	35	1.200,00	42.000,00	3.236.920,00	98,06	C
9º	AK	32	960,00	30.720,00	3.267.640,00	98,99	C
10º	AB	40	440,00	17.600,00	3.285.240,00	99,52	C
11º	AL	46	238,00	10.948,00	3.296.188,00	99,85	C
12º	AD	20	240,00	4.800,00	3.300.988,00	100,00	C
TOTAL				3.300.988,00			

Figura 5 - Distribuição dos itens por classe

Fonte: Alves (2018)

Por fim, com essas informações obtidas na tabela acima, é feita uma representação gráfica para melhor análise desta Curva ABC, conforme demonstrada no Gráfico 1

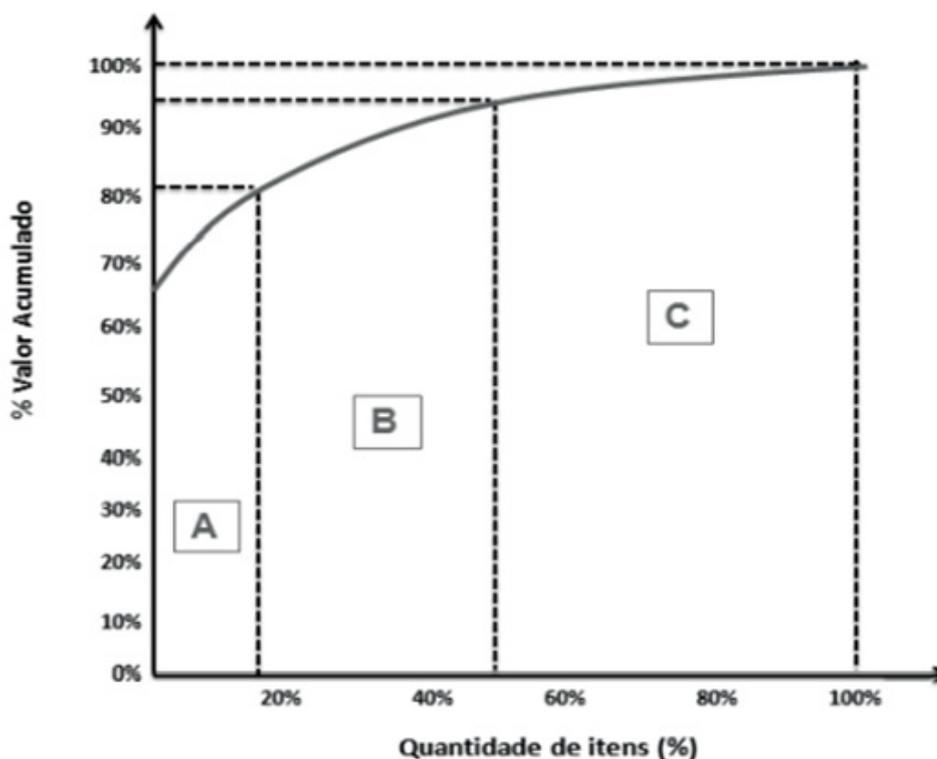


Gráfico 1 - Representação gráfica da Curva ABC

Fonte: Alves (2018)

Alves (2018) conclui-se que somente dois itens são classificados de nível A e demandam grande importância, pois corresponde por 80,15% de todo o valor investido no estoque (R\$2.645.600,00). Já os itens da classe B, detêm de 15,12% do valor investido em esto-

que (R\$499.320,00) e são denominados produtos de importância intermediária. Logo, os itens da classe C representam um percentual de 4,73% do valor em estoque (R\$156.068,00) e são classificados como produtos que demandam pequena importância.

Segundo Dias (1995), como resultado de uma típica classificação ABC surgirão grupos divididos em três classes, como segue:

- a) Classe A: Grupo de itens mais importantes que devem ser tratados com uma atenção bem especial pela administração;
- b) Classe B: grupo de itens em situação intermediária entre as classes A e C;
- c) Classe C: grupo de itens menos importantes que justificam pouca atenção por parte da administração (DIAS, 1995).

Conforme Gonçalves (2004), os produtos classificados como classe A representam o maior investimento no estoque e necessitam de uma atenção maior do gestor, nesta classe existe poucos itens (cerca de 10% a 20%). Os classificados como classe B tem um número médio de itens (cerca de 20% a 30%) com investimento alto, mas seu investimento é menor que os itens da classe A, esses itens da classe B precisam ser revisados periodicamente. Os itens da classe C são os que representam o maior número de itens no estoque e tem seu controle mais fácil. O Autor confirma que os itens considerados como sendo da classe B correspondem a 30% do número de itens e 15% do consumo e os itens C são os 50% dos itens restantes, que representam 5% do faturamento.

Segundo Martins (2006), a técnica de montagem da curva ABC compreende três fases distintas:

- a) Elaboração da tabela mestra;
- b) Construção do gráfico;
- c) Interpretação do gráfico, com identificação plena de percentuais e quantidades de itens envolvidos em cada classe, bem como de sua respectiva faixa de valores (MARTINS, 2006).

Portanto, a aplicação dessas etapas possibilita uma proposta e modelo de gestão de estoque econômico dentro da empresa de forma estratégica com a utilização da ferramenta Curva ABC, propondo benefícios de redução de custos e controle de estoque em alto nível, mantendo a satisfação do cliente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe à tona o tema a utilização da Curva ABC como ferramenta estratégica de controle e gestão de estoque. Justificou-se o tema escolhido por tratar de uma ferramenta gerencial simples e eficaz para tomadas de decisões dentro das organizações que proporciona condições melhores em relação a organização dos estoques, tendo à sua disposição informações atualizadas sobre as quantidades de itens estocados e na identificação do seu valor dentro da empresa, proporcionando assim a continuidade das operações, redução de desperdícios e o aumento da produtividade.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa buscou respostas para o seguinte problema: Quais são as contribuições com a utilização da ferramenta Curva ABC dentro das empresas no controle e gestão de estoque? Teve como objetivo compreender como a ferramenta Curva ABC pode contribuir no controle e gerenciamento de estoque dentro das empresas. Para essa finalidade, três capítulos descreveram um pouco sobre os conceitos de gestão

de estoques, os principais tipos de estoques e as aplicações da ferramenta Curva ABC.

Sobre a gestão de estoques, processo que surgiu desde as primeiras civilizações e observou-se suas evoluções com o passar do tempo, os estoques passaram contribuir de forma significativa para geração de receitas dentro das organizações, mantendo o fluxo produtivo em funcionamento para atender as necessidades dos clientes através do serviço prestado e a qualidade dos produtos, na qual sendo verificados com mais frequência pois seu excesso ou falta pode-se comprometer o caixa da empresa.

Em relação aos tipos de estoques, a discussão propõe que os principais tipos de estoques utilizados pelas organizações são: estoque mínimo; estoque de segurança; estoque máximo; estoque de antecipação; e estoque de ciclo. Através da tipologia dos estoques os gestores responsáveis podem ter conhecimento da quantidade de produtos armazenados, melhorando assim o nível de estoque, protegendo a empresa de incertezas no mercado e garantindo o desenvolvimento nos processos da organização de forma eficiente e eficaz.

A respeito da aplicação da Curva ABC, auxilia os administradores a analisar com precisão as condições dos itens em estoque e nas tomadas de decisões. O principal objetivo da ferramenta é mensurar o real valor estocado, o espaço ocupado pelos itens de modo que possibilite identificar e classificar quais produtos são mais relevantes para empresa, possibilitando um modelo de gestão de estoque econômico com alto nível de controle e satisfação do cliente.

Mediante ao estudo realizado, com a necessidade de acompanhar as tendências e atualidades da competitividade empresarial, a ferramenta da Curva ABC pode-se tornar uma grande aliada nas tomadas de decisões mais rápidas e o controle mais apurado dos itens constantes nos estoques. Portanto, com as teorias exploradas na fundamentação teórica desta pesquisa bibliográfica, torna-se possível afirmar que os objetivos específicos e geral foram alcançados. Como propostas para futuras pesquisas, sugere-se que novos estudos mais aprofundados possam ser realizados como: principais métodos de controle de estoques; Curva ABC no marketing das organizações; e os custos inerentes a manutenção dos estoques.

Referências

- ACCIOLY, Felipe. **Gestão de estoques**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2019.
- ALVES, Adriano Rosa; SOUSA, Edmarcos Carrara de. **Planejamento, controle e gerenciamento de materiais**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
- ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.
- BANZATO, Eduardo. **Atualidades na armazenagem**. São Paulo: IMAM, 2003.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de matérias: uma abordagem introdutória**. São Paulo: Elsevier, 2005.
- DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de casos. 4. ed.** São Paulo: Atlas, 1995.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais: uma abordagem lógica. 5 ed.** São Paulo: Atlas, 2010.
- FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Thomson, 2002.
- GARCIA, Eduardo Saggiorno; et al. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2006.
- GONÇALVES, Paulo Sérgio. **Administração De Materiais**: Rio de Janeiro. 1ª ed.: Elsevier Editora, 2004.
- MARTINS, P. G. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 2. ed.** São Paulo: Saraiva, 2006.



MONTANHEIRO, W. J.; FERNANDES, L. A. Gestão de estoques de materiais em uma confecção. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 5., 2008, Resende. **Anais...** Resende, Associação Educacional Dom Bosco, 2008.

NOGUEIRA, A. de S. **Logística empresarial: uma visão local com pensamento globalizado**. São Paulo: Atlas, 2012.

PINTO, C. V. **Organização e Gestão da Manutenção. 2. ed.** Lisboa: Edições Monitor, 2002.

SILVA, Bráulio Wilker. **Gestão de Estoques: Planejamento, Execução e Controle. 2ª ed.** João Monlevade: BWS Consultoria, 2020.

SLACK, N. et al. **Administração da produção. 2 ed.** São Paulo: Atlas, 2002.

TOFOLI, I; **Administração Financeira Empresarial: Uma tratativa prática**. Lins, Arte Brasil, 2008.

VENDRAME, Francisco César. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**, 2008. Apostila da Disciplina de Administração, Faculdades Salesianas de Lins.

54

A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA MELHORIA DOS PROCESSOS DAS ORGANIZAÇÕES

*THE IMPORTANCE OF A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
IN IMPROVING ORGANIZATIONAL PROCESSES*

Pedro Henrique Azevedo Camara

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Com o intuito de melhorar os resultados dentro do mercado ainda mais competitivo, muitas organizações buscam o controle e melhoria contínua de seus processos, para assim ofertar produtos e serviços de qualidade que atendam às necessidades de seus clientes e, conseqüentemente, reconhecimento de um padrão de qualidade. Com isso podem favorecer a permanência no mercado, tornando-se mais competitiva com vantagens frente aos concorrentes. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo apresentar a importância de um sistema de gestão da qualidade na melhoria dos processos das organizações, para mostrar quais os impactos positivos resultantes da eficiente implantação do sistema e seu bom funcionamento nos processos refletidos nos produtos e serviços, com o auxílio de ferramentas básicas do sistema. Assim, com base em pesquisa bibliográfica de autores renomados que tratam o assunto com clareza e aprofundamento, abordou-se assuntos referentes ao tema pesquisado e diversos aspectos relacionados ao sistema de gestão da qualidade. A implantação de um sistema de gestão de qualidade quando implementado de maneira eficiente, mostra às organizações oportunidades de melhoria contínua em seus processos, permitindo o aperfeiçoamento ao longo de seu sistema produtivo.

Palavras-chave: Qualidade. Satisfação dos Clientes. Melhoria Contínua. Processos.

Abstract

In order to improve results within an even more competitive market, many organizations seek control and continuous improvement of their processes, so as to offer quality products and services that meet their customers' needs and, consequently, recognition of a standard of quality. With this, they can favor staying in the market, becoming more competitive, with advantages over their competitors. Therefore, this paper aimed to present the importance of a quality management system in improving the processes of organizations, to show which are the positive impacts resulting from the efficient deployment of the system and its proper functioning in the processes reflected in the products and services, with the help of basic tools of the system. Thus, based on bibliographic research of renowned authors who treat the subject with clarity and depth, we approached issues related to the researched theme and several aspects related to the quality management system. The implementation of a quality management system when implemented efficiently, shows the organizations opportunities for continuous improvement in their processes, allowing improvement throughout their productive system.

Keywords: Quality. Customer Satisfaction. Continuous Improvement. Processes.

1. INTRODUÇÃO

Inseridas num mercado ainda mais competitivo e possibilitando, assim, sua permanência no mesmo, as organizações buscam melhorar a qualidade de seus produtos e serviços de maneira a atender as exigências e necessidades de seus clientes. A qualidade é uma estratégia de gestão que se pode aplicar em qualquer organização em seus vários processos, melhorando-os continuamente, mantendo a viabilidade financeira e competitividade no mercado, a fim de satisfazer seus clientes. Implantar um sistema de gestão da qualidade garante a melhoria de seus processos gerando, assim, melhores resultados.

Os Sistemas de Gestão de Qualidade (SGQ) aplicam métodos e mecanismos de garantia da conformidade de processos e produtos das organizações, padronizando-os previamente. É um conjunto de práticas que estabelece padrões de processos e melhoria contínua dos mesmos, permitindo que os resultados das organizações sejam atingidos. Demonstrando, dessa forma, a preocupação das organizações com a satisfação dos seus clientes, permitindo uma boa imagem no mercado.

Pesquisar sobre essa implantação proporcionou uma melhor visão sobre os processos das organizações, possíveis causas de problemas e oportunidades para soluções. Mostrou o quanto é importante para as organizações garantir a qualidade dos seus produtos e serviços através do planejamento de estratégias, controle e ferramentas de qualidade na melhoria de processos. Além disso, reafirmou e reforçou, que tais conceitos e aplicações são eficientes na entrega de melhores resultados.

Busca melhorar seus resultados e garantir produtos e serviços de qualidade, a fim de atender as necessidades dos clientes e manter-se competitiva no mercado, as organizações anseiam por metodologias capazes de fazê-las alcançar tais objetivos. Sendo assim, a pesquisa buscou responder: qual a importância de um sistema de gestão da qualidade na melhoria dos processos das organizações?

O presente trabalho tem como objetivo geral descrever como um sistema de gestão da qualidade melhora os processos das organizações seguido dos seguintes objetivos específicos: apresentar um sistema de gestão de qualidade; explicar as ferramentas básicas de um sistema de gestão da qualidade aplicáveis para melhorias de processos; mostrar de que forma as mudanças propostas contribuem para melhoria dos processos e produtos das organizações.

2. METODOLOGIA

A revisão de literatura foi o método de pesquisa adotado para tratar o tema e o problema apresentado. Foram pesquisados livros, dissertações, artigos, publicados nos últimos 10 anos, através de repositórios digitais, biblioteca virtual da faculdade Pitágoras, utilizou-se as palavras-chave: qualidade, gestão, sistema, padronização, produção, processos, engenharia, normas, ISO, ABNT. As publicações que tratam dos assuntos com mais clareza e aprofundamento, foram escolhidos para a fundamentação da pesquisa. Os principais autores nesta pesquisa foram: Oliveira (2014); Campos (2004); Ferreira, Silva (2016); Paladini (2012); Anjos (2002); Carlage (2001); Lélis (2012); Silva (2020); Berti (2021).



3. SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Desde os primórdios, em torno de 2150 a.C., e séculos passados, já havia preocupações com qualidade de produto e serviços prestados com punições severas para quem não apresentassem resultados que satisfizessem quem as solicitassem. Preocupação com a durabilidade e funcionalidade de construções produzidas na época e produtos sem as especificações exigidas pelo governo e, também, critérios para escolher fornecedores e instruções de supervisão para processos de fabricação de embarcações (OLIVEIRA, 2014).

Com o passar do tempo, a qualidade sofreu evoluções no que diz respeito à gestão empresarial, político-histórico e avanços tecnológico como mostra a Figura 1. Contudo, para que um produto ou serviço seja considerado de qualidade, é necessário que atenda aos critérios relacionados às necessidades dos clientes como prazo, custos, requisitos, confiabilidade e segurança (CAMPOS, 2004).

Alcançar um nível mais próximo desses critérios é alcançar a preferência do consumidor. Para atingir tal objetivo, são necessários investimentos que demandam de grande disponibilidade de capital, no que diz respeito a equipamentos. Porém, investir em procedimentos e mão de obra depende de pessoas e conhecimento, tornando assim o investimento mais viável gerenciar o aprendizado dos trabalhadores e a melhoria dos processos a fim de se atingir a qualidade (CAMPOS, 2004).

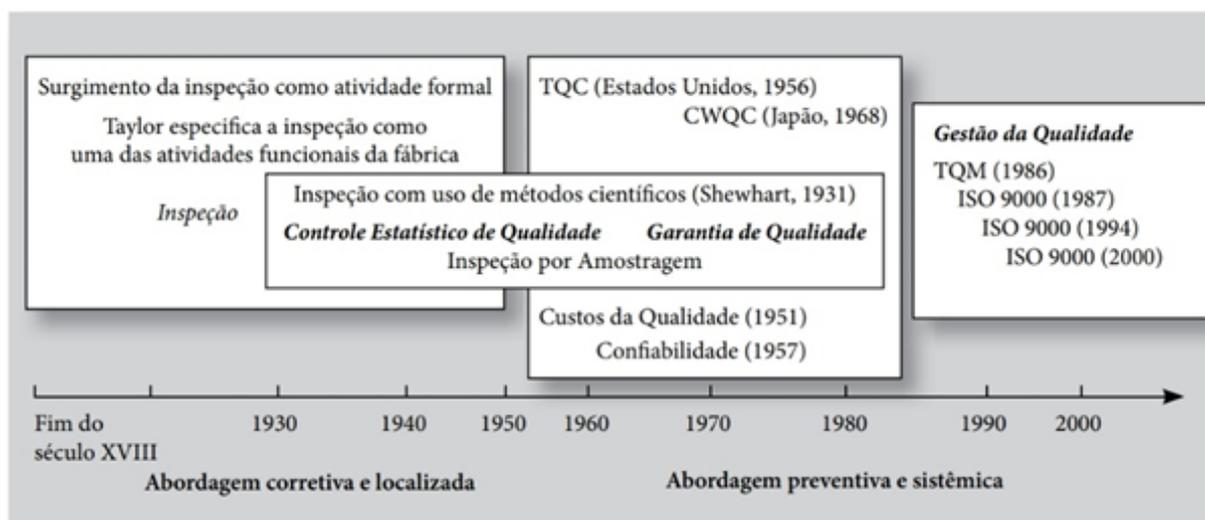


Figura 1 – Evolução das eras da qualidade

Fonte: Oliveira (2014, p.7)

Portanto, investir em procedimentos e pessoas através do conhecimento, gera uma grande oportunidade para melhoria dos processos, a fim de se alcançar a qualidade para que se possa atender as necessidades dos clientes.

Conhecer o conceito de Qualidade e aplicá-lo em suas práticas gerenciais é primordial para todo profissional que trabalhe na gestão de processos de qualquer organização que gere produtos ou serviços. Sendo assim, é importante saber que a Qualidade é uma estratégia de gestão que pode ser aplicado em qualquer organização com objetivo de satisfazer seus clientes, garantir a viabilidade financeira, melhorar continuamente, manter a competitividade e permitir que produtividade das organizações seja mais eficiente e eficaz (FERREIRA; SILVIA, 2016). A Qualidade, portanto, dentro das organizações, apresenta-se como uma estratégia envolvendo todos os setores das empresas objetivando a entrega de bons resultados no que diz respeito a bens e serviços, satisfazendo os interesses do consumidor.

Além do conceito de Qualidade, a garantia da qualidade e a gestão da qualidade são

instâncias fundamentais para melhores resultados. A garantia da qualidade tem como objetivo o produto ou serviço final e nada mais é do que um conjunto de práticas ao longo do processo produtivo que garante a produção de produtos e serviços de maneira padronizada, uniforme, com o mínimo de defeitos, envolvendo toda a cadeia de fabricação, do projeto ao mercado, com a contribuição de todos os grupos funcionais (PALADINI, 2012). É composto por inspeções, ensaios, medições, testes, monitoramento etc. desta forma, promovendo confiança. A garantia da qualidade está pautada na padronização dos processos de produção, a partir de procedimentos eficientes para organização e condizentes com a necessidades dos clientes.

A gestão da qualidade tem foco nos processos, promovendo impacto positivo na estratégia do negócio quando aplicada com eficácia, possibilitando um diferencial competitivo através de um conjunto de práticas que estabelece uma padronização de processos sendo executados de maneira mais controlada possível, sem improvisos ou imprevistos. Essa padronização acontece de maneira sistemática através de procedimentos, instruções, métodos, documentos que descrevem a execução do fluxo de determinada ação a fim de que o processo produza uma “saída” de acordo com as necessidades da “entrada” de forma sistêmica (FERREIRA; SILVIA, 2016).

Dentro das organizações, é necessária a gestão da qualidade, padronizando os processos da mesma para que se possa torná-las mais competitivas dentro do mercado sem perder de vista as necessidades do cliente final. E visando garantir, diariamente, a qualidade nos processos de gestão, muitas organizações buscam implementar sistemas de gestão da qualidade ofertando assim, produtos e serviços que atendam às necessidades dos seus clientes com compromisso e envolvimento.

Para facilitar o desenvolvimento de uma organização no que diz respeito a qualidade de produto e prestação de serviços, recomenda-se desenvolver dentro da mesma um sistema de gestão da qualidade (SGQ). Os conceitos de sistema e sistema empresarial, formam a base de um SGQ, além dos principais elementos que o compõe: política da qualidade, documentação, auditorias, recursos humanos, logística e suprimentos, sistema de informações e sistema produtivo.

Oliveira *et al.* (2004), definem sistema como um conjunto de partes que interagem entre si, dependendo umas das outras com objetivos e propósitos em comum formando um todo. Um sistema pode vir a ser composto por sistemas menores, que também estabelecem a mesma relação entre si. O sucesso desse todo dependerá do desempenho de todas essas partes. Os sistemas de gestão de qualidade quando implantados, proporcionam para as organizações oportunidades para melhoria dos seus resultados e direcionamento para tomadas de decisões.

Cabe aos sistemas de gestão de qualidade definir um conjunto de medidas organizacionais que demonstrem, de maneira transparente, como as organizações lidam com as avaliações de seus produtos e serviços, o *feedback* dos clientes, os resultados de auditorias, o tratamento das não conformidades, reclamações, acompanhamento e verificação da eficácia de ações corretivas, preventivas e de melhoria (SILVA, 2009). Os sistemas de gestão de qualidade quando implantados, proporcionam para as organizações oportunidades para melhoria dos seus resultados e direcionamento para tomadas de decisões.

Partes que interagem e dependem umas das outras entre si, com objetivos em comum, formam um sistema que por sua vez, subdivide-se em subsistemas, parte menores, interdependentes. O sucesso de um sistema maior está diretamente ligado ao desempenho de cada uma dessas partes (OLIVEIRA, 2014). As palavras do autor, descrevem os princípios básicos da estrutura de um sistema que pode ser comparado a um sistema de

gestão da qualidade, demonstrando com esse sistema se forma e a importância do seu bom funcionamento dentro das organizações.

Um sistema empresarial é constituído por entradas (*inputs*), processamento, saídas (*outputs*) e retroalimentação como ilustra a Figura 2:

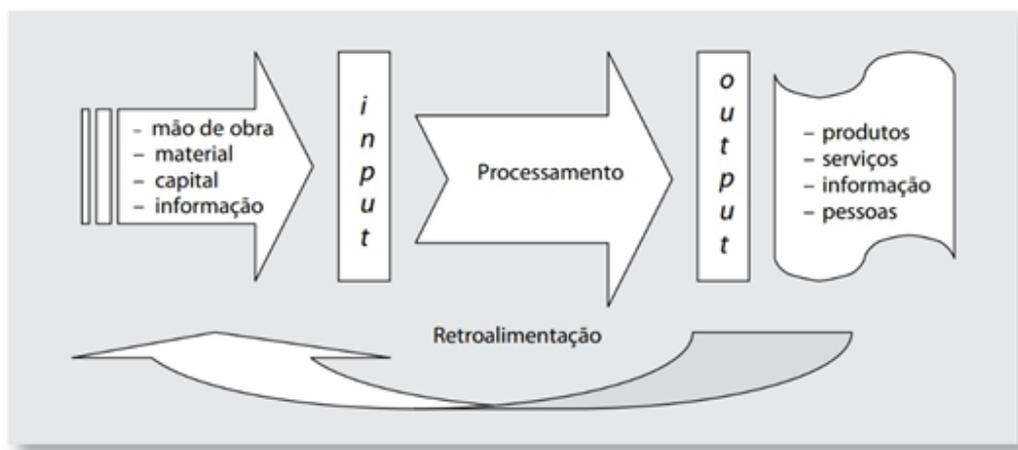


Figura 2 – Representação de um sistema empresarial

Fonte: Oliveira (2014, p. 37)

Tratando-se de um sistema da qualidade, é constituído por elementos inter-relacionados operando com entrada, processamento, gerando uma saída que atenda às necessidades dos clientes finais sem deixar de considerar a retroalimentação, elemento fundamental nesse processo.

Campos (2004) defende que um sistema, para facilitar seu gerenciamento, pode ser divisível em processos menores provocando um ou mais efeitos como um conjunto de causas. Transforma requisitos de clientes em produtos ou serviços através da realização de atividades que adicionam valor aos mesmos.

A implantação de um sistema de gestão da qualidade parte, inicialmente, da formalização, a partir da política da qualidade, sistema da qualidade adotado pelas empresas que expressa seus objetivos pretendidos. Trata-se de um documento que formaliza o compromisso das organizações com a qualidade para com o cliente final, que orienta as ações gerenciais, técnicas, operacionais e administrativas das organizações (OLIVEIRA, 2014).

A documentação é essencial para essa implantação visto que, proporciona uma melhor eficácia da padronização, viabiliza a utilização de indicadores e é essencial para manutenção do sistema da gestão da qualidade. Além disso, melhora a integração entre os setores das organizações, permite registrar sua cultura produtiva, inova e melhora, continuamente, os processos em virtude da retroalimentação dos procedimentos (OLIVEIRA, 2014).

Uns dos principais instrumentos que verifica o desempenho de um sistema de gestão da qualidade implantado, avaliando o grau de implementação dos procedimentos da qualidade nas organizações são auditorias, tanto interna quanto externa. As auditorias geram grandes oportunidades de melhoria contínua a partir dos resultados encontrados que servem para auxiliar o planejamento, previamente estabelecido pelas organizações, relacionados à qualidade podendo corrigir eventuais falhas encontradas (OLIVEIRA, 2014).

Os recursos humanos têm grande importância nesse processo. Eles apoiam o sistema de gestão da qualidade quando buscados no mercado, devidamente selecionados, motivados, treinados e avaliados, tirando o máximo de seu potencial para qualidade e demais funções nas organizações criando alternativas para motivação e envolvimento no que diz

respeito a qualidade e produtividade (OLIVEIRA, 2014).

A logística e suprimentos tem sua relevância no que diz respeito ao sistema de gestão da qualidade. Produzir bens e serviços de qualidade depende também das características dos insumos utilizados nos processos produtivos das organizações uma vez que, a qualidade do produto fornecido e a qualidade do fornecimento tendo em vista a pontualidade da entrega, flexibilidade de produtos, volumes e integridade de carregamento, são fatores importantes. Desenvolver uma metodologia de gerenciamento que selecione os fornecedores conforme o nível de qualidade dos produtos e serviços, buscando melhoria contínua, agrega valor ao produto final aumentando seu padrão de qualidade (OLIVEIRA, 2014).

Para estabelecer as bases com controle e padronização dos processos, treinamento e avaliação dando suporte para tomada de decisão, é necessário um sistema de informações bem estruturado e eficaz tendo ligação com processo de retroalimentação possibilitando inúmeros benefícios à organização. Já o sistema produtivo, de bens ou serviços, precisa estar devidamente controlado evitando não conformidades por ter, em função dele, todos os setores e processos das organizações (OLIVEIRA, 2014).

É possível conquistar isso através de ferramentas de controle da produção como o controle estatístico do processo (CEP) e ferramentas de detecção e apresentação de soluções para problemas como diagrama de Ishikawa, 5W1H, *brainstorming* entre outras (OLIVEIRA, 2014). No intuito de promover agilidade, efetividade e desenvolvimento do conhecimento organizacional, a gestão por processos tem por objetivo integrar as atividades que são realizadas por vários departamentos, além de auxiliar na sincronização dos processos a fim de alcançar um produto final de acordo com as especificações almejadas.

Segundo Anjos (2022), a gestão por processos consiste em uma metodologia de avaliação contínua, análise e melhoria de desempenho trazendo vantagem na satisfação dos clientes, facilidade em mudanças complexas ou implementação de sistemas de gestão da qualidade, formando assim uma estratégia no controle da organização no que diz respeito à qualidade buscando conseguir alcançar a vantagem competitiva. Analisar e avaliar continuamente os resultados das organizações, traz para mesma uma metodologia que pode ser aplicada em seus processos, proporcionando, assim, satisfazer os clientes em suas necessidades, além de auxiliar na implantação de um sistema de gestão da qualidade (CALARGE, 2001).

Os sistemas de gestão da qualidade, identifica, compreende e gerencia os processos que, apresentados de maneira padronizada através de documentos ou sistemáticas, possibilitam para as organizações solicitar a Certificação com base na Norma ISO 9001 (FERREIRA; SILVIA, 2016). A certificação de um sistema de gestão da qualidade é uma oportunidade para organizações mostrarem para o mercado a qualidade de seus processos, já padronizados, através de um documento oficial e reconhecido, além de evidenciar a eficiência e eficácia dos mesmos.

A ISO ou *International Organization for Standardization*, é uma organização não governamental que estabelece uma coordenação global com o objetivo de unificar normas industriais. As normas que tratam dos sistemas de gestão da qualidade, fazem parte da família ISO 9000 que explica esse sistema e mostra uns conceitos importantes sobre ele, a ISO 9001 que mostra como esse sistema deve ser, a ISO 9004 que dá dicas de como melhorar seu desempenho (LÉLIS, 2012). A família de normas ISO 9000 foi pensada e criada para guiar, simplificar e estimular o desenvolvimento dos sistemas de gestão da qualidade. São normas com orientações e requisitos que proporcionam qualidade de projetos, processos, produtos e serviços tornando assim, as organizações mais competitivas.

A ISO 9000 é um sistema de qualidade que tem por objetivo garantir os processos de qualidade empresarial (BERT, 2021). Ou seja, direciona a estratégia empresarial ao sistema



de qualidade padronização De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a normalização possibilita a redução da variedade de produtos e procedimentos permitindo aferir a qualidade dos mesmos, além de meios eficientes de troca de informações entre fabricante e o cliente melhorando a confiabilidade zelando pela segurança e saúde da vida humana.

Para implantação de um sistema de gestão da qualidade de acordo com as normas ISO 9000, é necessário uma análise no sistema de qualidade da organização, caso haja, possibilitando determinar as mudanças que devem ser realizadas, definir a política da qualidade, estruturar o novo sistema, treinamento e conscientização de todos, implementar os procedimentos necessários, selecionar um órgão certificador, auditoria prévia, já para avaliar a implementação, eliminar eventuais não conformidades, auditoria e certificação. Mais especificadamente, a norma ISO 9001 apresenta requisitos que proporcionam às organizações implementar e operar um sistema de gestão da qualidade de maneira sistemática integrando os demais processos e setores com foco no cliente, liderança, envolvimento de pessoas, abordagem do processo, abordagem sistêmica, melhoria contínua, tomada de decisão e parceria com fornecedores (OLIVEIRA, 2014).

Com o interesse em certificar seus processos, as organizações deveram, inicialmente, seguir as normas apresentadas pela ISO, dentro da família ISO 9001, que demonstram e orientam como deve ser um sistema de gestão da qualidade para devida certificação. Os sistemas de gestão da qualidade geram dados e informações disponíveis para gestão e revisão dos procedimentos e das práticas adotadas pelas organizações. A importância de sua implantação está pautada em gerar melhores resultados que podem ser mensurados, sem perder de vista as necessidades e interesses do cliente final.

4. FERRAMENTAS BÁSICAS DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Para Carpinetti (2016), as etapas de identificação dos problemas prioritários, observação e coleta de dados, análise e busca de causas-raízes, planejamento e implementação das ações e verificação dos resultados são necessárias no processo de melhoria contínua de produtos e processos das organizações. Tais etapas tem o auxílio de várias ferramentas que foram criadas no desenvolvimento dessas ações. A Figura 3, abaixo, demonstra um esquema de cada etapa de melhoria contínua do sistema de gestão de qualidade.

Tais etapas de melhoria atuam em ciclo contínuo a partir da entrada, com requisitos exigidos pelo cliente, até a saída com o produto final.

As ferramentas da qualidade são importantes para resolver problemas de qualidade de diversas ordens facilitando a visualização e o entendimento dos mesmos, sintetizando o conhecimento e as conclusões, desenvolvendo a criatividade das pessoas envolvidas, permitindo o conhecimento do processo e a melhoria deste além de fornecer elementos para monitoramento (OLIVEIRA 2014). A primeira delas, a estratificação, identifica oportunidades de melhoria com dados de fontes distintas, separando-os, de acordo com suas particularidades. As principais causas de variação apresentadas nos processos produtivos, possuem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados. Essa ferramenta é muito bem aproveitada na fase de análise e observação de dados com sua origem identificada (CARPINETTI, 2016).

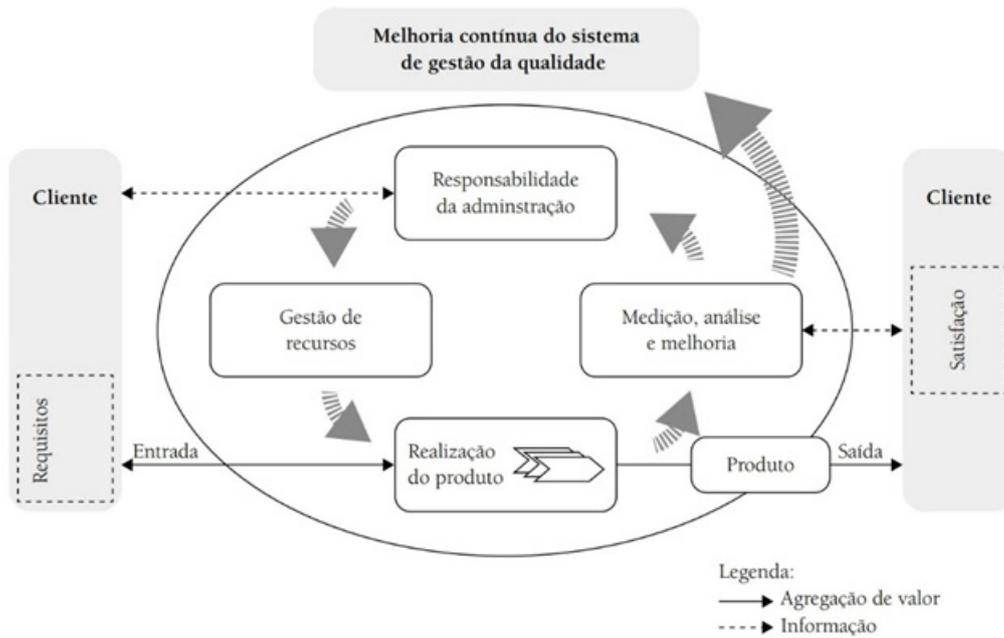


Figura 3 – Melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade

Fonte: Lobo (2020, p. 47)

A folha de verificação, outra ferramenta, colhe dados com base em observações amostrais, planejando-os a partir de necessidades de dados futuros. Consiste num formulário impresso ou digital usado para registrar os dados de maneira simples facilitando seu uso e análise. Para sua elaboração é necessário, primeiramente, planejar a coleta de dados, coletar os dados e, por fim, analisar os dados (TOLEDO, 2012). Na Figura 4, segue um exemplo que demonstra uma folha de verificação:

O histograma, trata-se de uma ferramenta estatística, em forma de gráfico de barras que mostra a distribuição de um conjunto de dados. Ele indica o número de frequência de um determinado valor de uma variável a partir de dados recolhidos ao longo do processo que, quando analisado, posteriormente, permite avaliar a sua eficiência. Para sua elaboração, é necessário coletar os dados, ordenar valores em escala crescente, calcular a amplitude total da amostra, definir o número de classes, sua amplitude e limites de cada uma, determinar a frequência absoluta ou relativa de cada valor ou classe; desenhar o histograma (TOLEDO, 2012).

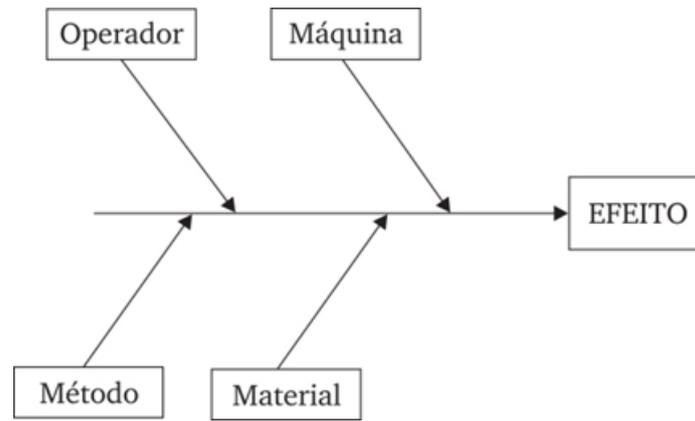


Figura 5 – Estrutura de um diagrama de causa e efeito

Fonte: Carpinetti (2016, p. 82)

O ciclo PDCA é uma das ferramentas utilizadas no sistema de gestão da qualidade focada na melhoria contínua dos processos. Identifica e organiza as atividades do processo de modo a garantir o desenvolvimento de uma determinada atividade anteriormente planejada. Trata-se de uma abordagem interativa com quatro fases para melhorar continuamente processos, produtos ou serviços e para resolver problemas testando, sistematicamente, possíveis soluções, avaliando e implementando os resultados (LOBO, 2020).

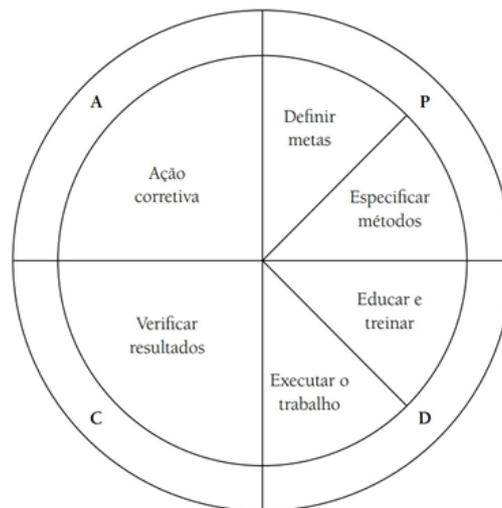


Figura 6 – Fases do Ciclo PCDA

Fonte: Lobo (2020, p. 48)

A Figura 6 acima, mostra as quatro fases do ciclo PDCA que são: planejar ou *plan* onde se planeja, define metas e se especifica os métodos; fazer ou *do* onde se treina e executa as atividades planejadas; checar ou *check*, verifica-se os resultados da execução das atividades planejadas e o por fim, agir ou *act* que trata - se da ação corretiva para melhoria do processo. Já a folha de verificação, é uma ferramenta muito utilizada no auxílio de coleta de dados proporcionando facilidade, concisão e praticidade além de trazer muitas vantagens como uso consistente de seu uso por pessoas diferentes, redução da margem de erro, garantia de dados relevantes para sua devida coleta e uniformização de sistemas de registros (LOBO, 2020).

Outra ferramenta muito conhecida como “tempestade de ideias” é o *brainstorming*. Essa ferramenta é usada para geração de ideias, sugestões criativas para fins de resoluções de problemas organizacionais. Essas ideias ou soluções são pensadas de forma livre,

em grandes quantidades, sem críticas e em menor tempo possível (OLIVEIRA, 2014). Bem como, o Diagrama de Pareto, um gráfico de barras que atribui uma ordem de importância para classificação para fins de prioridades em ações corretivas (LOBO, 2020).

Há também o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama Ishikawa ou Diagrama de Causa, que relaciona efeito e todas as suas possibilidades de ocorrência. Essa ferramenta agrupa, para cada efeito, categorias de causa em seis grandes grupos: máquina, mão de obra, método, manutenção, material e meio ambiente, os chamados 6 Ms (LOBO, 2020).

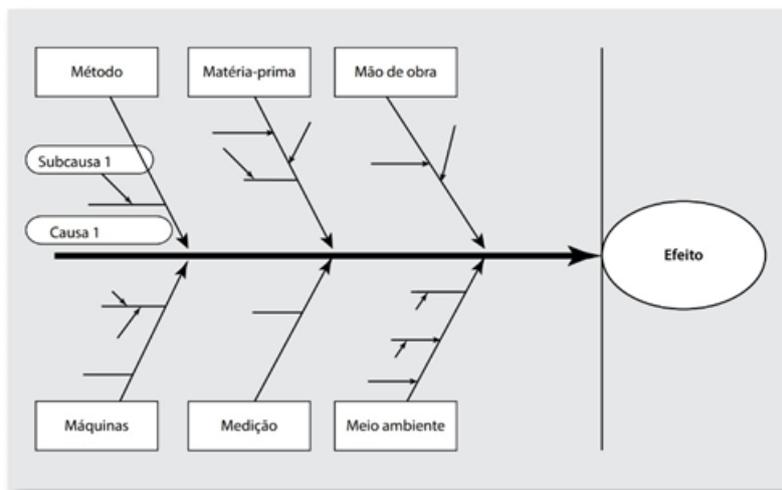


Figura 7 – Diagrama de Ishikawa

Fonte: Oliveira (2014, p. 68)

As cartas de controle de variáveis é uma ferramenta que usa de métodos estatísticos a fim de prevenir defeitos, reduzir custos e como estratégia para melhoria da qualidade de produtos e serviços. Já o histograma, já citado anteriormente, proporciona a visualização em tempo real da variação de um processo através de um gráfico de barras. Por fim, a ferramenta muito utilizada para representação de processos para análises administrativas é o fluxograma que apresenta o fluxo, a sequência normal de qualquer trabalho dentro de uma organização (LOBO, 2020).

5. SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA MELHORIA DOS PROCESSOS DAS ORGANIZAÇÕES

Erroneamente, acredita-se que a qualidade está limitada apenas em padronização de processos e produtos. Muito embora a padronização seja um dos principais pilares da qualidade, a melhoria tem igual importância pois, com auxílio de ferramentas da qualidade, como o ciclo PDCA, a busca pela melhoria se torna incessante. As atividades devem ser executadas de maneira cíclica para melhoria de um processo, produto ou serviço (OLIVEIRA, 2014).

Segundo a ABNT (2008, p. 14), “a organização, após análise dos dados de adequação e eficácia do sistema de gestão da qualidade implantado, deverá analisar onde a melhoria contínua deverá ser feita uma vez que, o sistema de gestão fornece um conjunto de dados e informações fundamentais para revisão e análise de procedimentos e demais atividades realizadas pela organização”.

Há organizações que ainda não dá a devida importância para melhoria contínua de

seus processos justificando certos erros, sem considerar as reais razões da ocorrência do problema. Por outro lado, há outras que adquirem o hábito da melhoria implementando sistema de gestão da qualidade identificando e solucionando problemas por meio de reuniões e relatórios periódicos. Essas organizações, geralmente, possuem seu sistema de gestão da qualidade estabelecidos e mantidos focando na melhoria dos seus processos em que, essa identificação e solução de problemas já fazem parte de sua rotina de demanda de atividades, operam considerando tal melhoria pois já entendem sua importância permitindo atender as estratégias da alta direção (MELLO, 2009).

Os benefícios da implementação de um sistema de gestão da qualidade e consequente certificação do mesmo, divide-se em: benefícios internos que são os benefícios que irão atingir as questões internas da organização, no caso, a melhoria da organização interna da empresa definindo responsabilidades, conscientização e envolvimento dos colaboradores para a qualidade, redução de refugo, rejeições, desperdícios e reclamações, permitindo uma melhoria de produtividade e uma redução de custos. Os benefícios, os externos, irão melhorar a imagem e o valor da organização junto aos parceiros de negócios e seus clientes garantindo a satisfação dos clientes através da prevenção de não conformidades, maior valor atribuído ao produto/serviço, melhoria da competitividade da empresa e sua imagem. A avaliação contínua do sistema de gestão da qualidade por técnicos independentes, contribui para assegurar a qualidade e fomentar a melhoria contínua, melhoria de imagem da empresa e da posição negocial, melhoria da competitividade da empresa potenciando o acesso a mercados e a clientes mais exigentes. Todos esses benefícios são salutares para a empresa, mas as organizações que passaram muito tempo na desordem, certamente, precisarão de mais dedicação, tempo e recursos como financeiros e humanos para alcançarem êxito (OLIVEIRA 2014).

A melhoria da qualidade deve estar presente em todos os processos das organizações, devendo estar inserida em todas em suas rotinas, ou seja, todos os seus processos empresariais, sejam produtivos ou técnicos, administrativos ou de negócios podem ser avaliados e melhorados de maneira contínua, em todos os seus níveis, desde gerencial até o operacional, envolvendo todas as pessoas da organização (TOLEDO, 2012).

Para a avaliação de desempenho da implantação é necessário considerar a eficiência, relacionado à produtividade de recursos, tais como os materiais e humanos utilizados para geração dos resultados e a eficácia, medindo se o resultado proposto foi atingido relacionando com o atendimento dos requisitos das partes interessadas (CARPINETTI, 2016).

Após a implantação de programa de qualidade ou obtenção de certificação, toda organização busca por retornos em termos de produtividade e competitividade, de preferência positivos. A fim de colher tais resultados, foram desenvolvidos dois métodos para mensurar os resultados: o método custo da qualidade, que mensura os custos da qualidade tornando-os tangíveis em termos financeiros, identificando oportunidades de redução de custos e o método retorno da qualidade que avalia o impacto da redução da retenção dos clientes nas receitas futuras nas economias dos custos propiciadas. Além desses métodos, é possível avaliar, também, através de indicadores de produtividade referentes à eficácia dos processos, considerando a produtividade antes e depois da implementação e à qualidade referente à satisfação dos clientes, avaliando antes e depois da melhoria no produto ou serviço. Quanto mais breve detectado os problemas relacionados à fabricação de produtos e prestação de serviços, maior será as chances de influenciar positivamente os custos desde que implementadas as soluções necessárias (OLIVEIRA 2014).

As ações corretivas, ações de melhoria, tem como objetivo eliminar as causas que geram não conformidades ou de produto ou de processo, até mesmo processos produtivos

e administrativos, evitando a recorrência do problema. As organizações devem melhorar continuamente a eficácia do sistema de gestão da qualidade, bem como sua adequabilidade devendo considerar os resultados da avaliação e sua análise crítica a fim de se determinar a possibilidade ou necessidade de melhoria (CARPINETTI, 2016).

Tendo em vista os resultados negativos encontrados, como problemas, dificuldades, falhas, desvios ou atrasos, buscar por alternativas que encontre soluções executáveis, considerando a viabilidade financeira e pautadas em soluções preventivas que evitem que o problema novamente. É necessário que se entenda que a melhoria contínua são atividades planejadas que envolve todas as partes das organizações para que se conquiste aumentar a satisfação do cliente, sejam eles internos ou externos. Há princípios básicos que, sendo aproveitados no dia a dia pelas organizações, direciona-as a alcançar resultados mais eficazes com desempenho satisfatório como: foco, padronização, medição, conhecimento sobre técnicas e ferramentas, dados obtidos (SOUZA, 2018).

A análise dos resultados obtidos tem por base em dados decorrentes dos processos determinantes da qualidade a partir da medição e monitoramento. Tais processos são as auditorias internas, controle de produtos não – conformes, medidas corretivas, medidas preventivas. Diante disso, é possível constatar a adequação e eficácia do sistema de gestão da qualidade implantado e as possíveis oportunidades de melhorias bem como a satisfação do cliente, avaliando reclamações, as causas proporcionando medidas para eliminá-las. Isso tudo dinamiza a gestão da qualidade dentro das organizações. Corrigir consiste em eliminar um defeito, uma medida corretiva elimina as causas do defeito e a medida preventiva, por sua vez, evita ocorrência de novos defeitos (KIRCHNER,2010).

O Análise do Modo e do Efeito da Falha (FMEA), do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*, segundo alguns critérios, trata-se de um método muito utilizado no desenvolvimento de produto e processo, que busca ações de melhoria para minimização ou até mesmo eliminar falhas consideradas críticas a partir da determinação de possíveis modos de falhas, modos de falhas sobre o desempenho do produto ou processo e causas de modos de falhas com base nos critérios de gravidade do efeito, ocorrência da falha, detecção da falha como ilustra a Figura 7 a baixo e dividindo - se em três etapas: identificação de falhas e definição de prioridades; planos de ação para eliminação de falhas, análise das falhas após implementação dos planos. Em caso de novos produtos ou processos, pode ser usado no desenvolvimento de ações que minimizem falha potencial. A aplicação do FMEA no produto, leva à aplicação do FMEA nos processos de fabricação deste produto pois, há uma interligação entre o FMEA de um produto e seus processos, devendo considerar a árvore do produto e o fluxograma de processos de fabricação do produto. O desenvolvimento do FMEA e sua documentação se dá por meio de tabelas padronizadas (CARPINETTI, 2016).

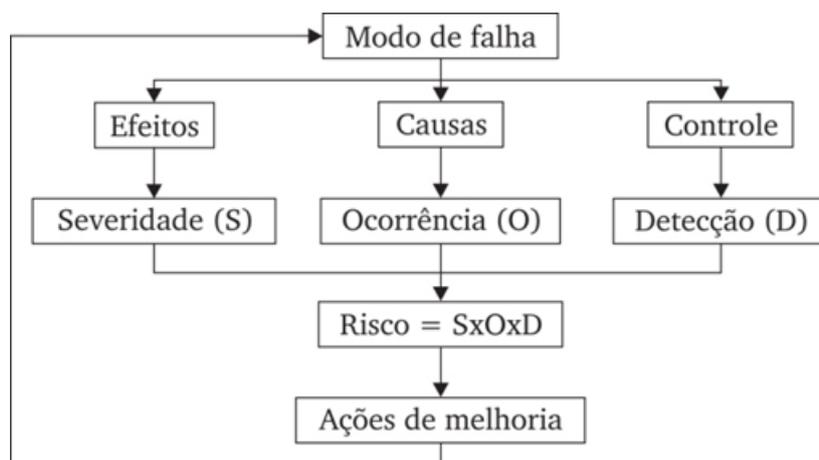


Figura 8 – Esquema da FMEA

Fonte: Carpinetti (2016, p. 125)

Há duas formas de atingir a conformidade à especificação. A primeira, a mais cara pois, faz uso de material, capital e mão de obra, que é a inspeção final rigorosa que retira do processo os produtos sem qualidade, gerando imenso prejuízo e a outra forma é a introdução da qualidade ao longo do processo produtivo, desde a verificação da conformidade e especificações. Após especificar os resultados desejados, é necessário controlar essa conformidade em cada etapa do processo produtivo para então promover mudanças no processo visando evitar não-conformidades, erradicando as causas da má qualidade. Quando os resultados divergem do especificado, previamente determinado, surge a variabilidade do processo, a partir daí há a necessidade de intervenção de correção, podendo, também, eliminar as fontes da má qualidade mediante modificações apropriadas ao processo (OLIVEIRA, 2012).

A produção da qualidade visa induzir as pessoas a produzirem com qualidade em suas atividades, investindo na melhoria de cada uma delas até que seja executada corretamente desde o primeiro esforço da produção e durante todo o seu processo induzindo as pessoas a repensarem suas atividades conferindo novas prioridades a sua habitação dentro da organização, sem que haja conflitos quando houver alterações imediatas em suas atividades, sem expectativas que possam frustrar, sem investimentos significativos e nem processos decisórios que causem revoltas (PALADINI, 2019).

As organizações que conseguem integrar os seus processos, relacionando-os, com a preocupação com a qualidade e satisfação dos clientes, seguindo a afirmação que qualidade é constar em seus produtos e serviços características que satisfazem seus clientes, considerando um mercado altamente globalizado, competitivo e de constantes mudanças, dispõe de uma arma eficiente para criação e sustentação de vantagem competitiva. Com tudo, a satisfação combinada com a qualidade é suficiente para validar o sucesso da organização, deve ser vista não só como uma estratégia, mas como fator condicional e essencial para competitividade e permanência das organizações no mercado (SOUZA, 2018).

Toda organização que possui em seus produtos qualidade superior em relação aos produtos da concorrência, possui vantagem em relação a ela diante do mercado. Isso é possível alcançar quando se aplica métodos universais de gestão com foco na melhoria contínua de bens, serviços e processos. Bens e serviços de qualidade superior proporcionam resultados financeiros sustentáveis, como superiores aos da concorrência, são mais vendáveis, impulsionam continuamente as receitas mantendo os custos mais baixos proporcionando maior lucratividade. A organizações que alcançam seus melhores resultados com projeção, controle e melhorando continuamente a qualidade dos seus produtos e

serviços, conquistam excelência em seu desempenho, tornando, assim, mais respeitadas no mercado pelos clientes por ofertarem produtos e serviços que, além de satisfazerem suas necessidades, superam suas expectativas, gerando resultados sustentáveis. Essa busca pela qualidade superior renova qualquer organização criando uma cultura favorável de qualidade. A organização precisa fazer a qualidade acontecer com métodos de gestão de qualidade elevando a satisfação dos clientes, na busca incessante em satisfazer as necessidades dos mesmos (JURAN, 2015).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário atual do mercado mostrando-se ainda mais competitivo atrelado aos conceitos de gestão de qualidade, surge a necessidade do conhecimento e implantação de um sistema de gestão da qualidade por parte das organizações que vislumbram permanecer no mercado, melhorando seus procedimentos, ofertando seus produtos e serviços com padrão de qualidade que atenda as necessidades de seus clientes e demais partes interessadas. Cabe às organizações conhecer a fundo um sistema de gestão da qualidade e todos os procedimentos para implantá-lo de maneira eficiente. Existe diversos procedimentos para implantação e é necessário planejamento previamente adequado antes de decidir implementar.

Conhecer as ferramentas básicas de um sistema de gestão da qualidade e fazer o uso delas é fundamental, pois elas auxiliarão na medição, análise dos resultados e nas tomadas de decisão a fim de melhorar os processos que envolvem a produção de bens e serviços garantindo as especificações previamente determinadas com base nas exigências dos clientes e partes interessadas, tendo em vista que dessa forma, é possível o sucesso da organização frente ao mercado no que diz respeito a qualidade proporcionando a mesma reconhecimentos e diferencial competitivo diante da concorrência.

Por fim, a implantação de um sistema de gestão de qualidade quando implementado de maneira eficiente, mostra às organizações oportunidades de melhoria contínua em seus processos, permitindo o aperfeiçoamento ao longo de seu sistema produtivo, reduzindo ou até mesmo eliminando falhas, enxergando oportunidades de evitar recorrências de erros de maneira prévia, gerando, assim, resultados ainda melhores em seus produtos fabricados e serviços prestados, fidelizando clientes e atendendo suas necessidades.

Contudo, por se tratar de melhoria contínua, é de grande valia seguir com a pesquisa e possíveis desenvolvimentos de novos métodos de melhoria, ferramentas eficientes e novos meios de proporcionar melhores resultados às organizações.

Referências

- ANJOS, Francisco Antônio dos et al. **Gestão por processos nas organizações e sua interação com o meio ambiente**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXII, 2002, Curitiba.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9001:2008**: Sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2008. 28 p.
- BERTI, Livia N. **Processos de certificação da qualidade**. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Saraiva, 2021.
- CALARGE, Felipe Araújo. **Visão sistêmica da qualidade**: a melhoria de desempenho da organização direcionada pela qualidade. São Paulo: Art Líber, 2001.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). 8ª Ed. Nova Lima: INDC Tec-

nologia e Serviços Ltda, 2004.

CARPINETTI, Luiz Cesar R. *Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas*, 3ª edição. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597006438. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597006438/>. Acesso em: 08 nov. 2022.

FERREIRA, Leonardo; SILVIA, Eliana Belo. **Gerenciamento e controle de qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

JURAN, Joseph M.; DEFEO, Joseph A. *Fundamentos da Qualidade para Líderes*. Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603468. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603468/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

KIRCHNER, Arndt. *Gestão da qualidade*. Editora Blucher, 2010. E-book. ISBN

9788521215615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215615/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

LÉLIS, Eliacy Cavalcanti. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LOBO, Renato N. *GESTÃO DA QUALIDADE*. Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536532615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>. Acesso em: 23 out. 2022.

MELLO, Carlos Henrique Pereira et al. **ISO 9001:2008**: Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. 1ª Ed. São Paulo: Editoria Atlas, 2009.

OLIVEIRA, Otávio J. **Curso básico de Gestão da Qualidade**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014. ISBN 9788522117970. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522117970/>. Acesso em: 16 abr. 2022.

OLIVEIRA, Otávio J. *Gestão da Qualidade - Tópicos Avançados*. Cengage Learning Brasil, 2012. E-book. ISBN 9788522113897. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522113897/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PALADINI, Edson P. *Gestão da Qualidade - Teoria e Prática*. Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597022032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022032/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

SILVIA, M. Â. (2009). **Desenvolvimento e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade** (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal). Disponível: <http://hdl.handle.net/10773/1715>

SILVA, Olga Rosa da. **Sistema Iso 9000 e auditorias da qualidade**. Curitiba: Contentus, 2020.

SOUSA, V. **Sistema de gestão da qualidade**. Repositório Comum. 2012. Disponível em: < <http://comum.rcaap.pt/> >. Acesso em: 12 nov. 2013.

SOUZA, Stefania Márcia de O. *Gestão da qualidade e produtividade*. Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595025561. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025561/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

TOLEDO, José Carlos D.; BORRÁS, Miguel Ángel A.; MERGULHÃO, Ricardo C.; et al. *Qualidade - Gestão e Métodos*. Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 978-85-216-2195-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

55

A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA ÁREA DOS RECURSOS HUMANOS

*THE APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT
METHODOLOGIES IN THE AREA OF HUMAN RESOURCES*

Regina Kelly Baima Da Silva
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Izaine Lopes Martins

Resumo

O presente instrumento consiste em uma abordagem sistêmica sobre a utilização de ferramentas de gerenciamento de projetos no desenvolvimento do trabalho rotineiro de Recursos Humanos, considerando o grau de eficiência, eficácia, produtividade, quanto às ações de monitoramento, controle e melhoria das demandas dentro da Gestão de Pessoas. Além de citar o fator de mudança na cultura de valores e nomenclatura para Gestão de Pessoas, destacando assim a evolução do mercado, processos inovadores, a mudança no perfil dos profissionais, principalmente pela abordagem técnica e analítica para definir, elaborar metas e objetivos e a resultados obtidos. Desta forma, apresenta os Recursos Humanos como área de destaque na estratégia corporativa.

Palavras-chave: Gestão, Ferramentas, Gerenciamento, Eficiência, Resultados.

Abstract

The present instrument consists of a systemic approach on the use of project management tools in the development of routine work of Human Resources, considering the degree of efficiency, effectiveness, productivity, regarding the monitoring, control and improvement actions of the demands within People Management. Besides mentioning the factor of change in the culture of values and nomenclature for People Management, thus highlighting the market evolution, innovative processes, the change in the profile of professionals, mainly by the technical and analytical approach to define, elaborate goals and objectives and the results obtained. In this way, it presents Human Resources as a prominent area in corporate strategy.

Keywords: Management, Tools, Management, Efficiency, Results.

1. INTRODUÇÃO

Falar sobre corporativismo é falar de gente, falar de ambiente corporativo é a conjugação de gente, processos e recursos que compõem a orquestra da gestão dos Recursos Humanos. Nessa perspectiva, o presente trabalho traz a discussão sobre a necessidade de empregar Metodologia de planejamento, organização, direção e controle, que são os princípios da administração, na execução de rotinas empresariais, com destaque aqui à área de Recursos Humanos. Durante a pesquisa, para o desenvolvimento da dissertação foi possível observar como a área dos Recursos Humanos é propícia para a aplicabilidade de métodos, ferramentas, técnicas e metodologia de otimização das rotinas empresariais, sendo essa uma das áreas mais humanas de um sistema organizacional e que tem como foco o colaborador, além disso, constatou-se que o uso de uma metodologia eficiente e eficaz na execução dos Projetos definidos e elaborados pelo setor de Recursos Humanos, potencializa os resultados e garante maior sinergia entre as diversas tarefas realizadas pelo setor.

Gestão de eficiência de trabalho, gestão de desenvolvimento humano, gestão da inteligência artificial, gestão do comportamento, se aplicadas com o auxílio de ferramentas de controle e gerenciamento de projetos é um caminho traçado para novas estratégias de programação e aprimoramento da gestão dos recursos humanos.

A busca pela objetividade, rapidez, eficiência, eficácia e efetividade nos negócios tornou-se o foco das organizações, por isso a abordagem sobre ferramentas e instrumentos de gestão de projetos e sua aplicabilidade na área de Recursos Humanos auxilia no desenvolvimento das atividades setoriais e confirma as vantagens trazidas pelo gerenciamento de projetos no setor de Recursos Humanos e os impactos desse processo para o setor e as organizações.

A metodologia aplicada foi a de revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, portanto, não exploratória, quantitativa, experimental ou estudo de caso, restrita apenas à Revisão bibliográficas.

2. O GERENCIAMENTO DE PROJETOS E SUA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE PESSOA

Na administração empresarial há um universo de opções e possibilidades de se desenvolver gestão com eficiência. No âmbito corporativo, em suas diversas interfaces não é diferente. A busca pela excelência e agilidade nas entregas dentro dos negócios é que movimenta as organizações.

Intencionalmente, pretende-se demonstrar quão necessário é o emprego do Gerenciamento de Projetos na execução de rotinas empresariais, com destaque aqui à área de Recursos Humanos, além de metodologias de planejamento, organização, direção e controle. Lembrando que o entendimento de que a eficácia e eficiência de processos em qualquer instituição depende essencialmente da gestão, sistema de controle, monitoramento, análise e avaliação das demandas, metas e objetivos, ou seja, ou seja, uma metodologia.

Com o mercado cada vez mais competitivo e seletivo, a utilização correta dos recursos reforça a necessidade de as organizações desenvolverem projetos estratégicos, a fim de se manterem com diferencial competitivo. Nesse contexto, o conjunto do sistema de gestão, de controles, direção e planejamento, que são práticas de gestão de projetos, soma uma

fatia considerável no desempenho e fortalecimento dos Recursos Humanos nas corporações empresariais.

2.1 Ferramentas de Gestão e Controle

Dentro da gestão, do controle e planejamento dos objetivos traçados a curto, médio ou longo prazo surgem as ações. Tudo isso é possível em razão do planejamento, o qual deve ser executado, realizado e efetivado mediante o uso e aplicação de algumas ferramentas de gestão fundamentais para um satisfatório desempenho do planejamento, controle e melhoria contínua. A seguir, alguns exemplos de ferramentas de gestão e controle.

2.1.1 Ciclo PDCA

É um método de atividades contínuas que objetiva a melhoria consecutiva especialmente em processos organizacionais. Além disso, auxilia na identificação de processos de melhor desempenho na obtenção e manutenção dos resultados atingidos por meio de um ciclo contínuo de previsão, avaliação e controle. Dentre os recursos de avaliação e acompanhamento é o que melhor representa o estratégico. É dividido em quatro funções básicas que devem ser repetidas continuamente.

- **Planejar (PLAN)** - Fase inicial onde devem definir-se os objetivos gerais, os planos e metas, recursos a serem utilizados. Nessa fase do ciclo também podem ser utilizadas ferramentas de gestão como: Diagrama de Ishikawa – também conhecido como espinha de peixe – gráfico de Pareto, 5W2H. São instrumentos de auxílio fundamentais para auxiliar no desenvolvimento do planejamento e na tomada de decisão.
- **Executar (DO)** - Essa etapa é comparada ao planejamento operacional. É fase de realizar, desenvolver as ações traçadas no plano a partir dos métodos também já definidos no projeto e a utilização dos recursos disponíveis.
- **Chechagem de resultados (CHECK)** - É a análise dos resultados obtidos durante a realização das tarefas, as ações da fase anterior. É o processo de verificação para identificação de possíveis falhas que podem ter ocorrido durante as fases anteriores: erros, desperdício, consumo exagerado e administração do tempo.
- **Agir corretivamente (ACTION)** - Momento de iniciar as ações corretivas com base nas informações adquiridas na fase anterior, a fim de otimizar o trabalho, garantir um resultado efetivo e traçar novas metas, desenvolver novas tarefas e novos objetivos.

2.1.2 Análise SWOT

É uma ferramenta da administração utilizada para identificar os fatores internos e externos que norteiam e auxiliam na estruturação empresarial. No que diz respeito ao Planejamento tem a finalidade de ajudar na formulação de estratégias operacionais e estratégicas da empresa. Nesta ferramenta é possível identificar as forças e as fraquezas da empresa, admitindo assim, as oportunidades e ameaças a nível macro, e setorial, aqui se destaca o RH.



- **Forças** – Vantagens que a empresa possui em relação aos seus concorrentes, suas melhores atividades, principais recursos, vantagem competitiva.
- **Oportunidades** – Forças externas que influenciam positivamente a empresa. Podem ser problemas com a concorrência, fatores políticos, econômicos, sociais e tecnológicos que podem afetar direta ou indiretamente a dinâmica da empresa.
- **Fraquezas** – Fatores que geram impactos negativos sobre a estrutura interna da empresa, mão de obra, baixo investimento em treinamento, atendimento, que influencia diretamente no resultado operacional, pois pode atrair ou perder vendas.
- **Ameaças** – Pontos externos de influência negativa para a organização. Requer atenção redobrada, pois impactam diretamente no Planejamento estratégico e nos seus resultados.

2.1.3 Diagrama de Pareto

Criado por Kaoru Ishikawa, o diagrama que tem a forma de espinha de peixe é um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema prioritário de qualidade.

Os problemas estudados por meio dos diagramas são enunciados como uma pergunta que tem a seguinte estrutura: “Por que ocorre este problema?” ou “Quais as causas deste problema?” O diagrama de Pareto é representado pela figura a seguir:

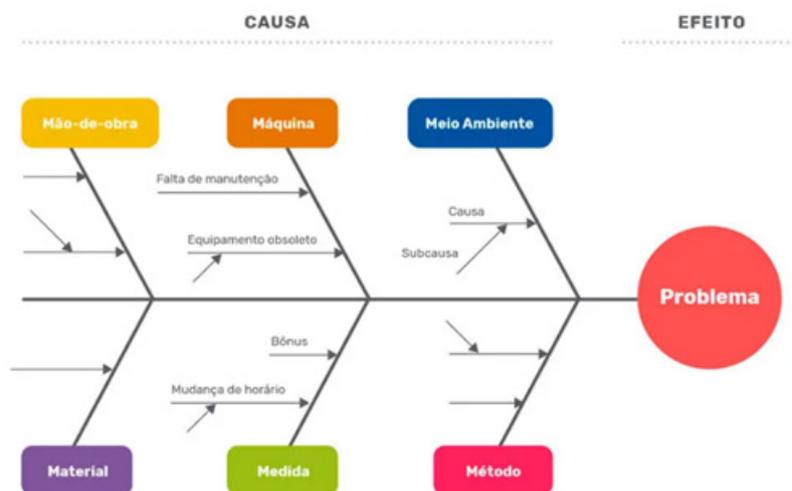


Figura 1 – Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Pareto

Fonte: <https://crmpiperun.com/blog/diagrama-de-ishikawa> (2022)

A espinha de peixe é a representatividade da dinâmica de gestão e controle sugerida pelo gráfico de Pareto, considerando que por meio deste é possível identificar as principais causas de possíveis problemas dentro da gestão. É uma análise preventiva, que orienta para uma tomada de decisão assertiva.

2.2 A evolução e modelagem do Setor de Recursos Humanos e o acesso às metodologias de Gestão

Os Recursos Humanos em geral, ao longo das décadas, têm apresentado uma cres-

cente evolução no mercado. Um setor outrora considerado apenas para recrutamento e seleção, gestão de documentos e operacionalização de demandas do departamento pessoal, hoje recebe uma nova roupagem, uma nova amostragem de seus serviços. Numa perspectiva de atenção maior, o setor de RH passa a desenvolver atividades voltadas para o estímulo de desenvolvimento humano e intelectual dos empregados.

Essa transformação é tão forte que hoje o que era Recursos humanos se transformou em Gestão de pessoas, com o foco no pessoal do empregado e não somente nos resultados que este pode trazer para empresa, uma vez que, a produtividade é algo que está diretamente ligada ao nível de motivação, estado emocional e psicológico e as necessidades individuais. Essa dinâmica de constante avanço tecnológico, mudanças econômicas e sociais, abre um leque para as organizações despertarem para a gestão e manutenção rotineira dos seus recursos humanos. Isso se dá por compreendermos, hoje, que o maior diferencial competitivo dos projetos e organizações está exatamente nas pessoas lá inseridas, bem como em seus recursos disponíveis (ÁVILA; STECCA, 2015). Ainda sobre ação, pessoal e motivação, GIL (2010), descreve:

[...] as ações que têm como objetivo integração do trabalhador no contexto da organização o aumento de sua produtividade. É, pois, a área que trata de recrutamento, seleção, treinamento, desenvolvimento, manutenção, controle e avaliação de pessoal (GIL 2010, p. 13).

Na Gestão de pessoas existe a busca pelo equilíbrio do operacional, técnico e o pessoal, um depende do outro para gerar resultados. Resultados mais concretos, eficientes e satisfatórios e de grande relevância para o gerenciamento desse setor.

Nessa perspectiva, a análise do uso de ferramentas de gestão, especificamente gestão de projetos, torna-se essencial para que a entrega nesse âmbito aconteça de forma efetiva. Uma vez que, instrumentos como MS Project, PMbok, Power BI, e tantos outros, são facilitadores na execução, no desenvolvimento e no resultado desse processo. São ferramentas capazes de promover a compilação de informações em macros, e transformam essas informações em números, em indicadores. Proporcionam a inovação e estimulam o pensamento crítico e analítico. Na aplicação desse processo é possível identificar elementos subjetivos, por vezes, camuflados em uma conduta, atitude, desequilíbrio, rendimento insatisfatório, abaixo do esperado. São comportamentos possíveis de serem tratados, mensurados e preventivos.

Nesse agrupamento de percepção e a utilização de uma ferramenta que auxilie a identificação de tais problemas, é possível definir metas, objetivos, estratégias, metodologias afins de seja desenvolvido um trabalho com pessoas, indivíduos que, paralelo à sua rotina de trabalho também fazem parte do convívio social com outras pessoas.

O Rh ou Gestão de pessoas, como já citado, é o coração das organizações, é o que fornece a matéria-prima para consolidação do processo produtivo. E esse recurso é fornecido desde o mais alto escalão até as categorias de base da empresa, com ressalva aos donos do negócio que no conjunto da ópera se resume à empresa como o todo. Como aborda Chivinato (2009), a área de gestão de pessoas também varia conforme a estrutura da organização. Igualmente, podemos trazer estas mesmas premissas para diferentes estruturas de projetos: em alguns, a área pode ser centralizada, de forma que a gestão de pessoas e RH atuem juntos. Entretanto, em alguns projetos a gestão de pessoas pode ser descentralizada, cabendo a cada líder a mobilização e desenvolvimento de sua equipe.

A partir do discurso é factível a internalização e o entendimento da estrutura analítica



da empresa aplicando conhecimentos e ferramentas possíveis de formular argumentos para as tomadas de decisão.

2.2.1 Gestão de projetos em gestão de pessoas

A metodologia de projetos consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de determinado projeto, a fim de atender seus respectivos requisitos e tempo ou período definidos. Esta definição contempla o entendimento de Heldman (2003) onde expõe as características relevantes de projetos e afirma que este é temporário, tendo datas de início e fim definidos e estarão concluídos à medida que as respectivas metas e objetivos forem atingidas. O já supracitado autor faz referência à efetividade do projeto, uma vez que atende às expectativas e necessidades do cliente, este é bem-sucedido. Na mesma linha pensamento, (VARGAS, 2002), elenca as quatro características gerais do projeto, sendo elas: temporariedade, individualidade, complexidade, incerteza.

Outra abordagem do assunto é o gerenciamento de projetos, dividido nas seguintes fases: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Consiste na iniciação, planejamento, tais etapas devem estar associadas e compatíveis com os objetivos do projeto, este por sua vez, deve atender às especificações dentro da estrutura de projeto. Gerenciamento de projetos, conforme a norma ISO 10006, (1997), “inclui o planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos do projeto, em um processo contínuo, para alcançar seus objetivos”. Nesse sentido, o gerenciamento de projeto torna-se fator indispensável para aplicação da metodologia. Compreende-se nesse requisito: a identificação das necessidades, estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis, balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo, adaptação das especificações dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas. Os projetos, pela sua natureza, têm início, meio e fim, o que vai definir o tempo de cada um será o tamanho e a complexidade do mesmo, ratificando esse conceito (HELDMAN, 2003), diz “mais de maneira geral, todos os projetos têm início, planejamento, execução, controle e encerramento.

Vale ressaltar que na gestão de projetos as partes estão sempre interligadas uma à outra, de modo que a evolução da segunda, tem relação direta com a conclusão ou andamento da primeira, porém este conceito não se aplica quando se evidencia a aplicação de recursos, pois segundo cita (VARGAS, 1998), “a substituição de um recurso por outro mais eficiente, altera completamente as relações de dependência entre outros”.

Fazendo referência ao supracitado texto, a gestão de projetos consiste na execução das tarefas planejadas, respeitando aspectos como qualidade, custos, prazos de maneira a otimizar os processos e atingir os objetivos propostos pelas partes interessadas.

Diante da exposição sobre tal gestão é clara a necessidade de utilização dessa ferramenta na gestão de pessoas, uma vez que ações como: desenvolver talentos, garantir boas condições de trabalho, medir conflitos e relações profissionais, planejar ações de endomarketing, se transformam em projetos dentro dos recursos humanos e para cada um desses projetos, deve-se desenvolver o modelo de gestão ou gerenciamento com suas respectivas fases de execução e acompanhamento.

Considerando a dinâmica do setor de gestão de pessoas, para desenvolvimento desse modelo de trabalho, será atributo do gestor, a delegação de funções a pessoas focadas no mesmo objetivo e o trabalho em equipe como metodologia principal no desenvolvimento

dessa ação. Conforme cita (VALERIANO, 2001), “caracteriza-se por um intenso trabalho em equipe, sob a coordenação geral do gerente de projetos, com muitas ações gerenciais descentralizadas”, ao fazer referência ao trabalho em equipe. Ainda sobre projetos ou trabalho em equipe, Leite (2004), cita que “a equipe de projetos, são os indivíduos e as organizações diretamente envolvidas no projeto ou aqueles cujos interesses podem ser afetados, positiva ou negativamente, ao decorrer do projeto ou após sua conclusão”.

Trazer as ferramentas de trabalho da gestão de projetos para gestão de pessoas é propiciar a inovação, a eficiência, a entrega dos resultados, a clareza e o cenário real de clima organizacional, é garantir a satisfação dos clientes internos e externos, é, acima de tudo, investir no que de mais importante há nas empresas – os recursos humanos. Silva e Antunes (2002), veem o trabalho como uma ferramenta de organização social. Uma forma de as pessoas conseguirem se relacionar de forma civilizada. Dessa forma, verifica-se a importante necessidade de um olhar mais humano, discutido de maneira constante no ambiente de trabalho de muitas empresas e organizações, desde as tarefas realizadas até a relação interpessoal de todos os participantes do meio.

Portanto, é fator *sine qua no* a definição de um método de trabalho que identifique reais necessidades, desenvolva e reconheça competências, estimule a inovação e criatividade de maneira gerencial ressalta a elevação do nível de competência e profissionalismo da organização. Independente de setores, empresas ou organizações os projetos exercem o papel funcional de organizar determinadas atividades geralmente excedentes do limite de operacionalização de uma organização, de modo que sua utilização reflete como recurso para atingir um plano, planejamento, diretrizes dentro da organização ou do setor.

Nessa perspectiva, entende-se que a Gestão de pessoas como parte central de qualquer organização, com o uso de método definidos para gestão de seus projetos, será bem-sucedida a organização de maneira geral, pois os projetos geralmente atendem uma demanda de mercado, demanda interna, necessidade organizacional, uma exigência de cliente, avanço tecnológico ou até mesmo um requisito legal. Em qualquer dos casos, o desenvolvimento se dá por meio de pessoas, recursos humanos, que são previamente assistidas pela área de gestão de pessoas.

3. PLANEJAMENTO, GESTÃO E CONTROLE: RESULTADOS ESPERADOS COM A APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA ÁREA DOS RECURSOS HUMANOS

A apresentação de metodologias aplicadas para os desenvolvimentos dos trabalhos e atividades na Gestão de pessoas, vislumbra-se a partir da evolução mercadológica, do desenvolvimento de processos inovadores, da busca pela qualidade nas organizações.

Está cada vez mais distante a ideia que se inicia um negócio com o objetivo único e exclusivo de lucro, independentemente de sua maneira de gestão. No século XXI as empresas anseiam por uma fatia desse mercado competitivo, por diferenciação, por qualidade e certificação. Com as exigências do mercado, o ambiente empresarial está cada vez seletivo, competitivo, e a consequência disso são negócios consolidados, com visão e metodologias estratégicas. Esse grau de exigência a nível sênior, tem impulsionado as empresas a primar pela excelência e melhoria.

A exemplo da seriedade e crescimento dessa tendência, cita-se aqui o PDF – Programa de Desenvolvimento de Fornecedores, desenvolvido pela FIEMA – Federação das Indústrias do Maranhão e mantido por algumas grandes empresas do Estado. O programa



tem como objetivo promover competitividade entre as empresas maranhenses, fornecedoras de produtos e serviços para os mais diversos tipos de empreendimentos instalados ou em fase de instalação no território maranhense. Disponibiliza ferramentas de gestão para adequar os fornecedores locais aos padrões de gestão e qualidade exigidos pelas empresas compradoras. Avalia-se que entre 2000 e 2020, o programa estimulou a geração de negócios estimados em mais de R\$ 32 bilhões.

Nessa perspectiva, é evidente a relevância da utilização de ferramentais que auxiliem a aplicação e o desenvolvimento de uma gestão conforme as exigências do mercado é indiscutível.

Temos um discurso claro sobre a relevância da execução de método empresarial de entrega de resultados com maior nível de assertividade e clareza das informações, auxiliando assim, para a definição das estratégias, objetivos e metas da empresa, que regem a competência do RH. Além do acompanhamento, controle, esses recursos permitem uma visão macro que contempla além de aspectos concretos, palpáveis, como os também abstratos que, em resumo, deveriam estar entre os de maior impacto e atenção para corpo empresarial. Tais recursos tendem a maximizar a divulgação de resultados consistentes e mensuráveis, à medida que fortalece a atuação do RH e o eleva ao nível mais estratégico.

Portanto, mais que um diferencial competitivo, o investimento e a utilização de ferramentas para auxiliar a gestão do negócio, torna-se em um divisor de águas dentro da cadeia empresarial, pois as empresas já adaptadas ao nível de exigência do mercado, espontaneamente garantem um grande passo à frente em relação àquelas que não investem, não praticam e nem buscam por esse método de gestão.

3.1 Instrumentos e ferramentas de gestão de projetos e sua relevância no mercado

O tema escolhido justifica-se pela intenção de demonstrar no ambiente executivo a necessidade de empregar uma Metodologia de planejamento, organização, direção e controle, que são os princípios da administração, na execução de rotinas empresariais, com destaque aqui à área de Recursos Humanos. Haja vista, que o entendimento de que a eficácia e eficiência de processos em qualquer instituição depende, além da gestão, de métodos e sistema de controle, monitoramento, análise e avaliação das demandas, metas e objetivos, ou seja, uma metodologia.

Assim, o uso de uma metodologia eficiente e eficaz na execução dos Projetos definidos e elaborados pelo setor de Recursos Humanos, potencializa os resultados, além de garantir maior sinergia entre as diversas tarefas realizadas pelo setor.

- PMBOK – Guia do Conhecimento em gerenciamento de Projetos. Aplica-se na orientação e verificação para efetivação dos projetos, apresentando interfaces entre os processos, áreas e resultados gerados ou esperados pelo empreendimento. Prima pela garantia dos padrões utilizados para determinado processo, setor, organização e sua aplicabilidade em gerenciamento de projetos. Garantir a atualização dos processos e padrões mundiais. Definição de ferramentas, técnicas e aspectos de entrada e saída para os processos de um projeto. Aumento de produtividade, com uma metodologia padronizada e baseada em práticas de excelência.
- MS PROJECT - Indica pontos específicos ao longo do cronograma de execução do projeto. Possibilita ao gestor identificar quando e quais as atividades ou grupos de atividades foram concluídos ou o início de uma nova fase ou atividade do projeto

é iniciada. Permite ao administrador do projeto planejar, executar e controlar as diversas atividades diretamente ligadas ao projeto. Trabalha o alinhamento da utilização de recursos, custos, cronograma e as principais áreas do gerenciamento de projetos. Designação de tarefas, auxílio aos gerentes no desenvolvimento de seus planos. Acompanhamento de progressos, gerenciamento de orçamentos e análise do fluxo de trabalho.

- POWER BI - Aplicativos e conectores que trabalham juntos na transformação de fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas. Alta gestão. É uma ferramenta analítica que os executivos precisam para ter insights e tomar decisões assertivas. Uma ferramenta criada para otimização do processo de armazenamento de todos os dados e informações da empresa e utiliza esses dados para criação de diversos tipos de relatórios.

Diante das alternativas e iniciativas elencadas acima, nota-se a probabilidade de avanço no desempenho das funções e nas entregas de resultados com a implantação de uma metodologia de gestão de projetos dentro da Gestão de pessoas é, acima de tudo, o investimento em ações de melhoria contínua, com influência e impacto direto em processos de certificação propostas pelo mercado.

Evidencia-se quão oportuno é a compatibilidade da Gestão de projetos com a Gestão de pessoas. Associando a prática de metodologias de monitoramento, análise e avaliação à constante evolução mercadológica e potencialização do desenvolvimento de habilidades e ferramentas como metodologia de gestão.

4. O QUE É METODOLOGIA?

Por definição a palavra metodologia vem do latim. É uma palavra derivada de “*methodus*”, que significa o caminho para realização de alguma coisa. É uma ciência que estuda os métodos aos quais ela mesma recorre, de acordo com o Dicionário Houaiss. É um modelo lógico sequencial que permite estabelecer métodos específicos de investigação, pesquisa e estudo. Também pode ser definido como um estudo de métodos. Os estudos dos caminhos para se chegar a um determinado fim, com o objetivo de analisar as características dos vários métodos indispensáveis como avaliação de capacidades e limitações e a criticidade dos pressupostos quanto à sua utilização. Assim, a metodologia é entendida como estudo de práticas e ações que possibilitem que a empresa atinja suas metas, objetivos e resultados.

No âmbito gerencial, a metodologia representa a sistematização para alcançar os resultados, o desenho dos processos, as diretrizes como forma de conduzir e orientar processos de melhoria nas organizações, onde os resultados pretendidos são possivelmente atingidos pela prática dos processos administrativos como Planejar, Organizar, Controlar e Dirigir. A orientação das rotinas e processos imputados às disciplinas de planejamento, organização, controle e direção denotam a utilização assertiva da metodologia dentro do trabalho.

Em relação ao aqui já citado em comparação ao Recursos Humanos, remete-se à adaptação às necessidades e atividades da organização considerando o desempenho e desenvolvimento pessoal do tanto nos níveis gerenciais como também nos níveis operacionais, diretamente associados à eficiência e execução do trabalho. Quando da implementação, a metodologia aplicada determina o grau de assertividade ou não de cada processo, tarefas e atividades realizadas, conforme às necessidades e atividades da empresa.



Com a expansão do mercado das metodologias aplicadas na gestão empresarial, surgem diversos e diferentes e modernos software de gestão que são fundamentais para e que ajudam a elevar os resultados.

4.1 Tipos de Metodologias

- BSC – Balanced Scorecard - Metodologia aplicável nas empresas independente de porte e segmentos. Abrange todo os setores e segmentos dentro da organização, a fim de atingir os objetivos de forma integrada, compatível e confiável, considerando as perspectivas de clientes, financeiro, processos internos, aprendizado e crescimento, e não apenas os indicadores financeiros para discernir e medir o crescimento da empresa. Essa integração de diferentes perspectivas direciona à criação de novas estratégias de auxílio para análise de indicadores de desempenho de cada ação desenvolvida.
- GPD – Gerenciamento pelas diretrizes - Um tipo de metodologia desenvolvida com base no planejamento estratégico, a base literal da gestão empresarial, pois denota a centralização de todas as áreas da organização, nesse sentido, a metodologia GPD conserva todas as áreas alinhadas, tal técnica foi desenvolvida com base em três pilares: 1. Dedicção e ação dos times envolvidos no processo; 2. A inovação deve fazer parte da empresa, sendo praticada e incentivada todos os dias. 3. As mudanças propostas devem ser realizadas. Afinal, de nada adianta todo o planejamento, empenho e dedicação se nada acontecer.

A utilização eficiente, madura e responsável dessa metodologia, envolvendo todas as áreas, setores, assumindo sempre que o desempenho de um pode afetar direta ou indiretamente as metas dos outros, é o modo mais inteligente de ser aplicada.

- PDCA – PLAN/ DO/ CHECK/ ACT - A mais comum entre as metodologias aplicadas nas grandes, médias e pequenas para gestão empresarial, sobretudo, em relação a eficácia na resolução de problemas, pois resume-se em um processo de monitoramento desde a identificação dos problemas e direcionem à resolução. Sua principal característica é a constância, o processo contínuo em busca de melhoria e inovação. A metodologia é representada em quatro etapas, são elas: Plan – Planejar; Do – Fazer; Check – Verificar; Act – Agir.
- METODOLOGIAS ÁGEIS - Novos métodos de utilização em busca de melhor desempenho e resultados dos seus projetos e definições de planejamento estratégico. Sua aplicação é adaptável aos processos, no sentido de obter entregas mais rápidas, eficientes, eficazes e efetivas, considerando as reais necessidades das partes interessadas, para agregar valor e incentivar e praticar a comunicação e melhoria contínua, ou seja, as metodologias ágeis proporcionam mais interação e dinamismo em relação trabalho e permite o acesso em todas as fases dos processos e projetos a todas as equipes pela simplicidade e praticidade em suas etapas.

É infinito o universo de ferramentas correspondentes a esse modelo de metodologia, aqui citaremos dois.

- Scrum – Composto por um conjunto de ciclos ou fases contidas e descritas no desenvolvimento de projetos. Permite a transparência sob os estágios do plano ou projeto.
- Kanban – Representada por meio de um quadro com subdivisões, em colunas desenhadas para acompanhar a evolução de cada ação. Tais colunas são interpreta-

das pelos passos: a fazer, fazendo, feito, possibilitando a visualização de todas as tarefas, as fases, o tempo de entrega e/ou atrasos.

Sugerir modificações que visem otimizar processos em uma organização é o desafio dos novos gestores, é o início do plano de gerenciamento, ou seja, registrar de forma oficialmente as fases do plano, as atividades relacionadas que precisam ser executadas e levantar quais os recursos humanos necessários para rodar o plano.

A resistência à mudança é um comportamento comum das equipes de trabalho no mercado, em Recursos Humanos, esse tipo de perfil é a locomotiva que guia e puxa o trem, é onde nasce o projeto de formar equipes de excelência para cumprir tarefas propostas e alcançar os resultados previstos. As ferramentas acima citadas, são importantes para o desenvolvimento dos processos e para fazer a gestão, garantem mais controle e permitem identificar e solucionar problemas.

5. AS ORGANIZAÇÕES E A COMPLEXIDADE NA GESTÃO EMPRESARIAL E O PAPEL DO RH NESSE CONTEXTO

Com a rapidez, o dinamismo e o crescimentos dos mercados de gerenciamento de projetos e empresariais, a administração de Recursos humanos por si só não é mais suficiente para lidar com a complexidade dos perfis dos projetos modernos, conforme cita Verma (1996). E isso é a realidade que atinge a maioria dos negócios, que aspiram permanecer ou sobreviver no mercado. É válido citar que aquelas mais bem preparadas e estruturadas se tornam resistentes, pois exigem que a execução de seus projetos estratégicos seja mediante o uso e aplicação de algumas ferramentas de gestão, fundamentais para o excelente desempenho do planejamento, o que torna a organização mais homogênea, integrada e colaborativa. Nessa perspectiva, Gramigna (2007), destaca que o setor de RH não perdeu sua função, porque o que era responsabilidade unicamente da área de Recursos humanos, passa a ser responsabilidade de todos da empresa, uma vez que a gestão de pessoas se tornou altamente participativa. Ainda na visão da autora, o setor de RH, outrora centralizador e responsável por todos os processos de pessoal, vem assumindo um papel estratégico, descentralizado e distribuindo as responsabilidades pelo desenvolvimento das pessoas às lideranças envolvidas.

A aplicação de uma metodologia de trabalho e ferramentas adicionais de gestão dá sentido aos desenvolvimentos institucional, econômico e de pessoas, e acompanha a velocidade e as tendências do mercado profissional, o que viabiliza o desenvolvimento de habilidades técnicas e até comportamentais de uma equipe de trabalho. Por meio da utilização das ferramentas e metodologias ágeis, é possível aumentar o nível de envolvimento e conhecimento, garantindo rapidez e agilidade nos processos e o sucesso para as ações propostas dentro da cultura organizacional. Sobre o assunto, Gramigna (2007), contempla que:

A corrida da globalização exige que os olhares estejam voltados para resultados e, nesse processo, as pessoas encontram-se em alta, uma vez que a riqueza das empresas e das nações depende do conhecimento e das habilidades de suas equipes.

A gestão de pessoas é área designada para identificar, entender e disseminar o lado humano das empresas e os processos do negócio, para tanto, para se auto desenvolver e desenvolver o time desde o operacional até o mais alto nível de hierarquia nas organiza-

ção, precisa utilizar as metodologias e as ferramentas de gestão como principais aliadas nesse processo contínuo de crescimento, criação, produtividade, qualidade, comprometimento, considerando sempre os aspectos humanos, que são a base para a evolução de um sistema de gestão eficiente, eficaz e efetivo preparado para resolução de conflitos, de problemas complexos, capaz de entregar resultados de alta qualidade e performance.

Faz-se necessário destacar, no entanto, que se evite um ambiente de gestão complexo, ou seja, com aplicação de diversas ferramentas ou utilização de diversos sistemas operacionais, onde as áreas não se comunicam entre si. A propagação de ferramentas apresentadas pelos mais diversos fornecedores, e conseqüentemente propostas pelos gestores é o fenômeno que gera essa complexidade na administração dos projetos, ações, planejamentos, com justificativa de que precisam de um software para apoiar ou sistematizar metodologias que melhor se adequam às suas realidades. No entanto, essas ferramentas devem se adequar às necessidades e a realidade da organização, e não apenas a um setor isolado ou área específica. Em um cenário assim, as ferramentas de gestão e as metodologias, ao invés de atuarem como aliadas, geram mais complexidade na administração.

Hoje, mais do que nunca é imprescindível a uma empresa, independentemente de seu porte, a utilização de ferramentas de gestão, aliadas a metodologias sustentáveis para que ela possa se manter competitiva e forte no mercado. Por meio de análise de fatores internos e externos visíveis a partir de implantação de um Planejamento e Gestão de pessoas.

A concorrência mercadológica tornou-se mais acirrada à medida que ocorre o avanço tecnológico, a influência digital, clientes mais participativos e ativos, a velocidade com que as mudanças acontecem tudo é muito imprevisível e instantâneo. Nesse sentido, conhecer métodos eficazes de gerenciamento é um fator determinante na rotina empresarial. É mais que uma metodologia, é um planejamento, um mapa empresarial que direciona rumo ao sucesso, desde que bem elaborado, executado, controlado.

A Harvard Business School, nos Estados Unidos, elaborou pesquisa que concluiu que o ato de planejar as ações aumenta em 60% a probabilidade de sucesso nos negócios (Dornelas, 2011, p. 85).

Uma metodologia bem aplicada e executada auxilia para tomada de decisões fundamentais para a permanência da organização no mercado, além de prevenir problemas futuros, por ser uma ferramenta onde são definidas ações de curto, médio e longo prazo, e essencial para monitorar riscos e incertezas presentes em todo negócio por mais equilibrado que seja.

5.1 Desenvolvimento e prática das Metodologias na gestão de RH

É comum a concepção de um planejamento em organizações de médio e grande porte mantendo a perspectiva de um novo cenário, preocupadas em atender as exigências do mercado, acompanhar a evolução comercial e, conseqüentemente manter-se competitiva no ramo em que atua.

Entender corretamente o que são ferramentas de gestão de projetos e a metodologias para aplicá-las é essencial para otimizar o emprego do tempo, garantir a produtividade e a satisfação tanto dos clientes externos, quando internos. O papel do RH, portanto, nesse entendimento é crucial, tendo em vista que todo e qualquer negócio depende, em sua maioria, do sucesso do desempenho humano das atividades apresentadas, por isso

conciliar gestão de projetos e com gestão de pessoas qualifica a organização e a performance das equipes.

Identificar papéis e responsabilidades é o resumo prático de como ocorre a gestão de projetos dentro da gestão de pessoas. O segundo passo é definir responsabilidades, seguido do desenvolvimento de habilidades e definições hierárquicas para o cumprimento e controle dos processos em desenvolvimento, considerando todas as áreas da organização. A gestão de projetos vai auxiliar no sentido de organizar as fases desse projeto, tendo como principal diretriz o comportamento, pois trata-se de bagagens pessoais, formações, conhecimentos técnicos, habilidades e experiências diferentes de cada integrante do time, a gestão de pessoas precisa de expertise suficiente para gerir essas variáveis.

- Mobilização: É o momento de pesquisa, aprofundamento do conhecimento da equipe. É preciso conhecer melhor os times, saber da disponibilidade, perceber a capacidade e identificar o nível de interesse para assumir cada etapa do projeto. É necessário o preparo e maturidade para aceitar mudanças, que podem ocorrer ao longo do processo de execução do projeto. Treinar backups para substituição em caso de ausência de uma peça na equipe.
- Identificar e preparar os gestores dos projetos dentro do RH: Processo otimização das capacidades individuais e coletivas dos colaboradores. A capacidade de interação entre os indivíduos aqui também é fator primordial, pois quanto mais integrada e capacitada for a equipe, maior o índice de sucesso do projeto em desenvolvimento.
- Oferecer condições adequadas para entrega de resultados: Aqui não se trata apenas de estrutura física, salubridade, disponibilidade de equipamentos e ferramentas de trabalho. Como gestão de pessoas, deve-se pensar além do aparente. Considerar sempre que o tratamento é com pessoas e de pessoas, portanto é fundamental um olhar mais humano, sensível e a empatia.

Um fato predominante que deve ser observado nesse processo é o nível de comprometimento da equipe – o que está diretamente associado ao clima e a cultura organizacional. Segundo Chiavenato e Sapiro (2009), para que ocorra a execução da estratégia é necessário que todas as pessoas que fazem parte da organização estejam envolvidas, desde o presidente até a base da estrutura organizacional, fazendo com que haja intenso engajamento, consenso, conhecimentos, informação, estejam motivados, comprometidos e liderança por parte de toda a cúpula da empresa. Além disso, faz-se fundamentalmente necessária a participação do gestor de RH no processo de conscientização da importância do projeto para a organização, e aqui influenciar a equipe em prol de um único objetivo.

O resultado das investidas dos Recursos Humanos só ocorre mediante os resultados atingidos pelo restante do corpo corporativo da Instituição. Na nova era da informação, além dos conceitos da administração, o RH tem a capacidade de obter resultados mostrando que o conhecimento está na cabeça das pessoas e a capacidade do administrador em fazer estes conhecimentos se transformar em resultados (LACOMBE; HEILBORN, 2008).

Paralelo a isso evidenciar se o tipo de clima e cultura são favoráveis para as mudanças que estão por vir, pois para algumas organizações há uma infinidade de barreiras que dificultam a implementação de um processo ou projeto qual seja sua finalidade, principalmente porque exigem mudanças. Cabe então a citação de Cultura organizacional, sendo uma cultura tradicional, enraizada e conservadora espera-se certa resistência para instaurar um novo modelo de gestão, com novos processos e novas atividades geralmente conflitantes com as antigas. Para Ansoff (1991), é também uma reação natural a luta da cultura

histórica e o novo modelo de gestão, que está tentando montar o novo sistema ferindo os conceitos da cultura enraizada na organização.

Destaca-se o perfil diretório da organização como o que define todos os demais fatores já citados. É o que faz da empresa o que ela é, pois sua cultura será implantada na empresa e os seus valores apresentados de maneira explícita no negócio e todos os seus segmentos, inclusive na maneira como conduzir as pessoas. Oliveira (2002), diz que planejamento é um processo que tem por finalidade alcançar os objetivos desejados e que possam ser executados de uma maneira eficiente, usando o mínimo de recursos pela empresa.

A dedicação da equipe de RH, dos gestores e mais alta direção, a motivação, a compatibilidade e a aceitação são elementos capazes de definir o sucesso ou fracasso do projeto na organização. A argumentação acima é fundamentada na citação de Chiavenato e Sapiro, 2009 “em algumas vezes, o ímpeto dado pelo líder estratégico não consegue chegar ao campo de atuação operacional da organização, fazendo com que a execução fique parada no meio do caminho e a estratégia não acontece”. Na maioria dos casos, os fracassos estratégicos ocorrem exatamente na fase que compreende a execução e controle da estratégia na organização e em muitos casos a estratégia elaborada nem chega acontecer na prática. O executivo é responsável pelo conjunto de providências a serem tomadas acerca do futuro, para que os resultados sejam diferentes do passado, aqui o nível de influência e persuasão são armas que devem ser utilizadas contundentemente pelo líder.

Com base no que exposto anteriormente, os autores Kaplant e Norton (1997), destacam que “a distância entre a formulação e a implementação do planejamento, é causada por barreiras criadas pelos sistemas gerenciais tradicionais dificultando a introdução do novo sistema de trabalho”.

Assim, conforme já exposto durante a fase de implementação de uma nova estratégia organizacional, uma nova ferramenta de gestão ou metodologia de trabalho surgem muitos obstáculos para executá-la. Para os autores Rodrigues e Teixeira (2015), outras barreiras à implementação do projeto ou planejamento são a comunicação ineficaz ou inadequada; ausência de sistemas de monitoramento; a direção incorreta das necessidades de recursos para a implementação da estratégia; a cultura organizacional, onde pode haver conflitos de ideias; a falta de sincronia entre as prioridades e ações; falta de visão e objetivos e falta de desdobramento da estratégia por toda a organização.

Tais dificuldades são detectadas em muitas empresas, independente de porte, ramo de atuação, tempo de mercado e segmento, o que alavanca o número de empresas que não alcançam seus objetivos estratégicos a longo, médio ou curto prazo. São identificadas facilmente em diferentes modelos de gestão, talvez por se tratar de ações que dependem diretamente da interferência humana que faz parte do contexto empresarial. Dessa forma, a análise conceitual é apenas um dos caminhos para atingir um novo cenário e obter mais sucesso empresarial.

De acordo com Vianna (2007), a análise e o monitoramento do ambiente são de extrema importância para a identificação de possíveis ameaças e oportunidades, que o ambiente externo e interno condiciona. A utilização das ferramentas de gestão é exatamente o gargalo para muitas organizações. Sem a aplicação dos recursos gerenciais, o projeto, as melhorias e inovações propostas não passam de uma ideia, e deixa de exercer a função de componente de sucesso administrativo e gerencial. Pfeiffer (2000), afirma que o propósito de uma ferramenta de gestão é tornar o trabalho de uma organização mais eficiente, buscando gerenciar de maneira mais eficaz, tomando decisões mais acertadas.

Diversos fatores podem-se associar a argumentação acima supracitada, dentre eles

cita-se: o despreparo de gestores para um projeto desse porte, o nível de comprometido da equipe com a implementação do planejamento, o perfil do chefe majoritário da organização, e ainda, a cultura e o clima organização que são essenciais para aplicabilidade do projeto.

A gestão de pessoas exige de seus componentes liderança sólida e habilidades que influenciam os demais membros da organização. É um desafio constante de identificar competências relativamente subjetivas, que exigem um nível de dificuldade maior que outras. Para lidar com essa diversidade de perfis, e fazer a utilização correta de um para cada interfases dos projetos, o Gestor de RH deve dominar a técnicas como o poder de influenciar para gerenciar. A respeito do assunto Camarine e Sousa (2006, P. 5), justifica que:

Para lidar com estas interfases e com a elevada responsabilidade inerentes ao cargo, espera-se que este profissional possua um alto grau de flexibilidade face à limitada autoridade formal que pode fazer uso.

Compor gestão de RH é possuir maturidade, conhecimento, técnica, habilidades, sensibilidade, criticidade. É exercer a visão holística para os outros e para si, e ter o ter o poder e transformar um cenário desfavorável em uma realidade sustentável, conforme suas ambições, necessidades e projetos construtivos, e construir junto aos membros da organização a confiança e o respeito mútuo, a solidariedade, a empatia e unilateralidade para que todos alcancem o seu melhor desempenho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do referido trabalho destacou-se quão importante e determinante é para o mundo corporativo o olhar além, exercer a visão a longo prazo e estabelecer novas diretrizes e métodos nas rotinas administrativas empresarial, destacando aqui o setor de Recursos Humanos, apresentando diversos conceitos sobre gestão, planejamento, ferramentas e recursos disponíveis, dando ênfase à execução de projetos e processos dentro das organizações.

Na dissertação, foi possível perceber, por meio de embasamento teórico, a evolução da postura empresarial no diz respeito à conscientização da utilização e aplicação de métodos, recursos, ferramentas e aplicativos predominantemente desenvolvidos para área de gerenciamento de projetos, e agora, sua aplicação na gestão de pessoas, que requer o acompanhamento sistemático e diferenciado, e provoca o debate sobre a utilização produtiva desse método de gestão.

O trabalho ainda faz alusão da cultura da inovação e tecnologia como pilares norteadores e condutores desse novo modelo que se propõe em gestão de pessoas. Faz menção às metodologias, programas, recursos, ferramentas de trabalho e gestão de projetos, compatíveis com a gestão de pessoas, destacando a relevância de cada processo de construção e sucesso da organização.

O trabalho trouxe uma abordagem sucinta sobre as ferramentas que auxiliam na implantação, execução, acompanhamento e controle, da iniciação até o alcance de cada objetivo proposto nas demandas sobre para a organização, planos de trabalho, nos planos de ações, nas análises de desempenho, e em todos os trabalhos e tarefas com foco em pessoas, em gente, evidenciando a disciplina, organização, esforços, determinação, por se tratar de um elemento racional capaz de proporcionar integração de unidades envolvidas dentro da organização.



Demonstrou-se ainda, na dissertação, os efeitos de tal recurso quando bem utilizado na empresa, comprovando que, apesar de agir como ferramenta primordial de gestão e manutenção de empresas, ferramentas de gestão e metodologias aplicadas sugerem acompanhamento sistemático e diferenciado, o que torna necessário o aprofundamento do debate sobre a utilização produtiva desse método de gestão. Uma avaliação pertinente à temática proposta é que exige disciplina, organização, esforços, determinação, pois trata-se de um elemento racional capaz de proporcionar integração de unidades envolvidas dentro da organização.

Diante de todo o exposto, mais que desenvolver estratégias, traçar metas, objetivos seja em Recursos Humanos, seja na macro organização, importa que sejam montados, acompanhados, controlados e corrigidos quando necessário, para que assim a organização atinja melhor percepção sobre o futuro, e que se permita acompanhar as transformações internas e externas do ambiente de trabalho.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Gestão da Qualidade – Diretrizes para a Qualidade em Gerenciamento de Projetos. NBR ISO 10006**. Rio de Janeiro, 2000.
- ANSOFF, H. I. **A Nova Estratégia Empresarial**. SP: Atlas, 1991, p.99.
- ÁVILA, L. V.; STECCA, J. P. **Gestão de Pessoas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4ª edição. São Paulo: Manole, 2014.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos humanos: o capital humano nas organizações**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHAVIENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas: O novo papel dos Recursos Humanos nas Organizações**, São Paulo, Editora Campus, 1999.
- CHIAVENATO, I. SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico**. RJ: Elsevier. 2009, P.30-1, 252-8.
- CAMARINI, Gládis. SOUSA, Valter João. **As habilidades do gerente de projetos: um fator de sucesso para as organizações**. Disponível em: http://www.pmipe.org.br/web/arquivos/Perfil_Gerente_de_Projetos_pmipe.pdf. Acesso em: 21 set. 2023
- Diagrama de Ishikawa: **o que é e como estruturar na sua empresa**. Disponível em: <https://crmpiperun.com/blog/diagrama-de-ishikawa>. Acessado em: 21 set. 2022.
- DORNELAS, José Carlos Assis. **Plano de negócios – seu guia definitivo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- FERNANDES, Eda. **Qualidade de Vida no Trabalho: como medir para melhorar**. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.
- GRAMIGNA, Maria Rita. **Modelo de Competências e Gestão dos Talentos** 2007, 2ª edição – São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- GIL, A. **Gestão de pessoas: enfoque nos papéis Profissionais**. 3 ed, São Paulo. Atlas.2010.
- HELDMAN, K. **Gerência de Projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Trad. Tereza Félix, Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, 429 p.
- KAPLAN, R. S; NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. RJ: Elsevier, 30ª Reimpressão, 1997, p.199-206.
- LACOMBE, F. J. M.; HEILBORN, G. L. J. **Administração: princípios e tendências**. (2.ed.) ver. e atualizada. São Paulo: SARAIVA. 2008, p.3-4.
- LEITE, Maria Marta. **Pressupostos para Implantação de Estratégias de Relacionamento com os Clientes em Pequenas e Médias Organizações: uma Abordagem baseada em Gerenciamento de Projetos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. (18ª edição) São Paulo:

ATLAS. 2002, p.53-5.

PFEIFFER, Peter. **Planejamento estratégico municipal no Brasil: uma nova abordagem**. Brasília: ENAP. 2000

RODRIGUES, D.; TEIXEIRA. As contribuições do empreendedorismo corporativo à implementação de estratégias. **Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE**. vol.14 no.1. Janeiro/Março. 2015. Disponível em: <http://www.revistaiberoamericana.org/ojs/index.php/ibero/article/view/2050/pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.

SILVA, Sergio Luis da. **Informação e competitividade: a contextualização da gestão do conhecimento nos processos organizacionais**. Inf., Brasília, v. 31, n. 2, 2002.

VALERIANO, D.L. **Gerenciamento estratégico e Administração por Projetos**. São Paulo: Makron Books, 2001, 293 p.

VARGAS, R.V. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, 4ª ed, 2002, 250 p.

_____. **Gerenciamento de Projetos com o MS Project 98: estratégia, planejamento e controle**. Rio de Janeiro: Brasport, 1998, 302 p.

PFEIFFER, Peter. **Planejamento estratégico municipal no Brasil: uma nova abordagem**. Brasília: ENAP. 2000

VIANNA, N. W. H. O Planejamento Estratégico e Contexto Internacional. In: OLIVEIRA, J. F. (Org.) **Administração no contexto internacional: cenários e desafios**. São Paulo: Saraiva, 2007, p.6-8.

VERMA, Vijay K. **Competências de Recursos Humanos para o Gerente de Projeto**. 1996, v.2. Instituto de Gerenciamento de Projetos EUA.



56

QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE UMA EMPRESA DE COMUNICAÇÃO

*QUALITY IN THE PROVISION OF SERVICES BY A
COMMUNICATION COMPANY*

Marcelo Alves Coelho
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A qualidade na prestação de serviços está relacionada diretamente com a capacidade de satisfação de um cliente, tanto em soluções de problemas quanto na geração de novas expectativas, com base nessa visão, a gestão da qualidade é de fundamental importância para as organizações, pois é através dela que se torna possível estabelecer metas e objetivos para que haja uma melhor performance dentro das organizações, dessa maneira, se faz necessário investir em otimização de processos e qualificação de pessoal para alcançar os resultados esperados, sendo assim, por meio do processo de melhoria contínua resultados são alcançados e gerados novos métodos e formas de trabalho, desta maneira é vital a observação dos processos dentro de uma cadeia de produção fazendo-se necessário a utilização de novos procedimentos nos quais visa a melhoria contínua de processos. Este trabalho baseou-se em uma exploração literária para que houvesse um entendimento desse tema e dessa cadeia de processos e procedimentos necessários para haja qualidade nos processos.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade, Processos, Melhoria Contínua, Planejamento.

Abstract

The quality of service provision is directly related to the ability to satisfy a customer, both in problem solutions and in the generation of new expectations, based on this vision, quality management is of fundamental importance for organizations, as it is through It makes it possible to establish goals and objectives so that there is a better performance within organizations, in this way, it is necessary to invest in process optimization and personnel qualification to achieve the expected results, thus, through the process of continuous improvement results are achieved and new methods and ways of working are generated, thus it is vital to observe the processes within a production chain, making it necessary to use new procedures in which the continuous improvement of processes is aimed at. This work was based on a literary exploration so that there was an understanding of this theme and this chain of processes and procedures necessary for there to be quality in the processes.

Keywords: Quality Management. Law Suit. Continuous Improvement. Planning.



1. INTRODUÇÃO

A palavra “qualidade” é original do latim *qualitate*, que tem sua tradução como qualidade, jeito de ser. Dessa maneira, qualidade significa a maneira como se desempenha uma atividade afim de proporcionar o melhor resultado. Em tempos em que a busca pela conhecimento se torna mais frequente, entender a qualidade como fator crucial para a fidelização e captação de novos clientes é de extrema importância, bem como proporcionar caminhos para que haja um excelente desempenho, assim a qualidade na prestação de serviços tem como objetivo proporcionar a fidelização de clientes e a satisfação sendo uma das metas principais a ser atingida, a empresa deve portanto, alcançar as expectativas e atender as variáveis para conseguir se firmar no mercado.

A percepção dos clientes em relação a um serviço não se faz exclusivamente sobre o serviço central, mas vai desde o atendimento até a conclusão do serviço, dentro deles se encontram a forma como se desempenha o trabalho, os profissionais e sua a qualificação, os fatores predominantes de mercado e seu estudo, além da interação direta com o cliente e demais fornecedores.

Dessa maneira busca-se a melhor forma de desempenhar as atividades ou processos identificando os fatores que interferem nessa prestação de serviços, afim de mapear os processos retirando os gargalos que geram dificuldade de desempenho das atividades, para que haja um ponto de satisfação desses clientes.

Dentro desse aspecto este trabalho buscou a realização de uma análise bibliográfica sobre o tema “Qualidade na prestação de serviços de uma empresa de comunicação”, onde a qualidade se faz necessário desde a primeira etapa, assim, fez-se necessário, a identificação de práticas dentro da literatura abordada para serem replicados de forma contextualizada e atualizada, para melhores práticas.

Dessa maneira o objetivo principal foi realizar uma análise da prestação de serviços prestados, para poder identificar falhas, dificuldades e as oportunidades que o mercado proporciona.

Baseou-se nas técnicas pesquisadas para apresentar o que uma empresa deve ter como objetivo que é atender as necessidades dos clientes com foco na satisfação e nas necessidades pela qual esteja em busca.

O objetivo principal desta pesquisa foi identificar os benefícios, fatores que influenciam na qualidade e principalmente a satisfação do cliente, em especial mostrar segundo as literaturas pesquisadas que todo e qualquer processo deve seguir um padrão de qualidade para oferecer sempre os melhores resultados.

Para que houvesse a realização desse trabalho, foi utilizada uma revisão da literatura. Sendo necessário o auxílio de livros, revistas e artigos das bases de dados Google Acadêmico, para que dessem a diretrizes a seguir e as informações necessárias para a construção desse trabalho.

2. A QUALIDADE E OS FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE

Com a intenção de alavancar cada vez mais a qualidade de prestação de serviços dentro de um mercado competitivo e de grandes oportunidades, as organizações buscam cada dia mais a melhoria contínua de seus processos e procedimentos, dessa maneira

ela faz total diferença dentro de uma empresa. Segundo Lobos (1993, p.38) “Qualidade é a condição de perfeição ou se preferir, do exato atendimento das expectativas do cliente”. Diante desse cenário de constantes mudanças, as empresas/organizações, são obrigadas a se adequar aos novos formatos da gestão da qualidade, para que haja um aprimoramento de atendimento e de atendimento às expectativas dos clientes.

Segundo Feigenbaum (1994, p. 5) “é a qualidade, assim como o preço, que motiva as vendas atualmente; e a qualidade é o fator que proporciona o retorno do cliente pela segunda, terceira e décima vez”. Dessa maneira se observa a grande relevância da qualidade de um bom serviço prestado e que tenha em seus atributos uma boa aplicação no mercado.

O surgimento do conceito de qualidade teve início em 1970 com o ressurgimento das indústrias japonesas, seguindo a ideia de que a qualidade é uma arma de vantagens competitivas, segundo o consultor americano W. E. Deming.

A qualidade compreende o alinhamento do objetivo do cliente com as ideias que a empresa pode fornecer para alinhar com a proposta do cliente, dessa maneira fazendo com que haja uma relação de consumo (PALADINI, 2009, p. 31-32).

Ao longo dos anos foi-se diversificando uma definição para qualidade, assim, se observa que há uma diversificação também entre os atributos de produtos e serviços. Sendo assim, a maioria das pessoas concorda que qualidade é aquilo que produz satisfação, que está relacionada a um preço justo, a um produto que funciona corretamente e um serviço prestado de forma a superar as expectativas de quem ela faz uso (VERGUEIRO 2002, p.52).

A Gestão da Qualidade é um dos fatores mais preocupantes as empresas dos mais diversos ramos e é tido como importante há muito tempo em temas de pesquisas dentro do contexto empresarial, sendo importante dentro das empresas/organizações sendo um dos aspectos de maior importância para gestores e administradores de empresas (ELIAS, 2018).

A história e evolução da qualidade está relacionada com a evolução das indústrias desde o século 20. Nessa época começaram a surgir especialistas no assunto. Conforme o Campos (2014) a evolução da qualidade passou por três grandes fases conforme apresenta a Figura 1:



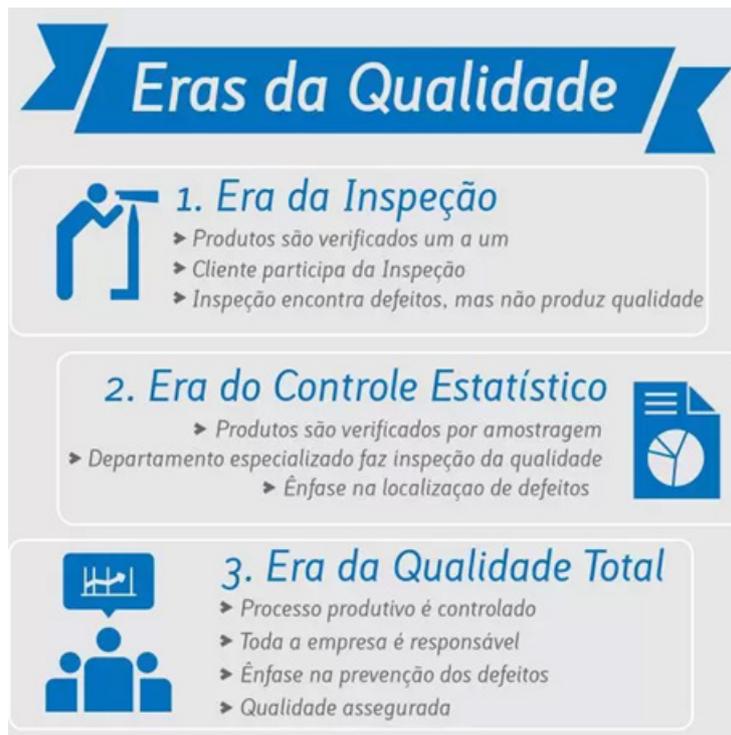


Figura 1 - Eras da evolução da Qualidade

Fonte: Campos (2018).

Desse modo passa-se a ver que a gestão da qualidade está atrelada ao planejamento estratégico, para que uma empresa se mantenha no mercado é muito importante estabelecer todas as estratégias para atender toda e qualquer demanda, ainda mais quando se trata de um mercado muito competitivo.

Segundo Lobos (1993), são três os fatores que influenciam diretamente sobre a qualidade da prestação de serviços “Desempenho”, “Atendimento” e “Custo”.

Dessa forma como foi exposto são três pilares que todas as empresas devem prezar para que não haja interferências e nem intercorrências voltadas a qualidade, Melo, Souza e Araújo (2012, p. 6) dão ênfase que os custos da qualidade “são direcionadores para reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos da empresa, devendo ser associados a um programa de redução de custos e de melhoria da qualidade”. Já, para Crosby (1994), mensurar os custos da qualidade é imprescindível para averiguar se houve ou não sucesso na implantação do programa de qualidade.

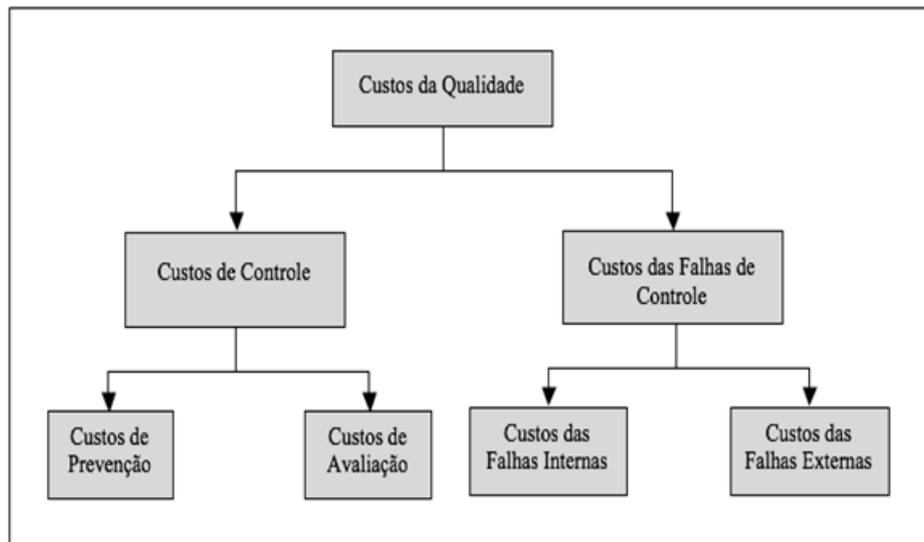


Figura 2 – Classificação dos custos da qualidade

Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

“Pesquisas empíricas revelam que o custo de atrair um novo consumidor é cinco vezes maior do que um custo de manter um consumidor fiel” (MAGALHÃES, 2006, p. 78).

A melhoria contínua é uma prática adotada por empresas e organizações com o intuito de tornar seus resultados cada vez melhores, eficientes e eficazes quer sejam em processos, produtos ou serviços. Este é um processo que não tem fim, uma vez que durante o processo sempre há algo que melhorar.

De acordo com Bessant, Caffyn e Gallagher (2000), a melhoria contínua pode ser definida como o processo que busca uma inovação tanto tecnológica como de novos procedimentos envolvendo todos os setores de uma organização para suprir necessidades e demandas sendo uma inovação focada e sempre contínua sendo assim de forma cíclica.

Seguindo essa linha, temos:

Qualidade Total tem como característica conferir nova ênfase às atividades usuais de uma empresa. É um processo para o aperfeiçoamento contínuo da organização e que indica a necessidade de realizar constantes avaliações do que está sendo feito (CAMARGO, 2011 p.21).



Figura 3 – Elementos habilitadores da melhoria contínua.

Fonte: Adaptado de Jager et al. (2004).

Segundo Chiavenato (2005, p. 209) a busca por melhorias da qualidade requer sempre a implantação de métodos para a melhoria da organização e da prestação de serviços, assim se faz importante a implantação do PDCA. Então:

O PDCA é um método que gerencia as tomadas de decisões de forma a melhorar atividades de uma organização sendo, também, muito explorado na busca da melhoria da performance. Isso faz com que o PDCA seja muito importante e contribua significativamente para a obtenção de melhores resultados (VIEIRA FILHO, 2010, p. 24).

Esse é um dos principais métodos que busca sempre a melhoria contínua de processos, em todos os setores da organização, para tanto é necessário um planejamento das empresas, focando sempre na qualidade de seus serviços e produtos.

Além dos custos, outros fatores que também podem impedir a qualidade de desencadear uma carência de profissionais treinados e qualificados.

A gestão da qualidade total nas organizações depende fundamentalmente da otimização do potencial humano, após esse entendimento inicia-se uma busca incansável da empresas por mão de obra qualificada, sucessivamente profissionais competentes (CHIAVENATO, 2009, p. 98).

Seguindo a linha de Chiavenato, a busca por profissionais qualificados é um dos motivos que mais geram problemas dentro das empresas, este é um fator importante para que possa ser gerado processos de qualidade e visando soluções fáceis para gargalos que possam ser gerados dentro dos processos.

Outro fator determinante para o desequilíbrio da qualidade é a falta de organização em processos e procedimentos, não acompanhando os resultados e dessa forma perdendo foco, para tal faz-se necessário a adaptação de normas e procedimentos a serem seguidos. Dessa maneira a melhoria contínua tem grande importância pois ela propõe ações conjuntas objetivando a melhoria e soluções para tais problemas encontrados, não necessitando de grandes investimentos, mas sim de uma nova abordagem e adaptação dos profissionais (PINTO, 2018).

Como a qualidade requer sempre Chiavenato (2005, p. 209) a busca de melhorias tanto no âmbito organizacional como na prestação de serviços, faz-se importante a implantação do PDCA como método para aprimoramento, então todo procedimento, desde a geração de um produto ou serviço até a aplicação do mesmo deverá ser regido por normas que poderão qualificar o trabalho.

Assim define-se a melhoria contínua como uma cultura que toda empresa deverá consolidar dentro de seus parâmetros visando alcançar um alto nível de desempenho para que possa prestar um serviço ou mesmo um produto de qualidade, se tornando um referencial de qualidade no mercado cada vez mais competitivo.

Para que uma empresa possa se manter competitiva no mercado a meta é buscar novos diferenciais para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000, p.423) “para muitos serviços, a presença global não é mais uma opção, mas uma necessidade se eles desejarem continuar servindo seus clientes”.

3. OS GARGALOS DENTRO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

A qualidade e a adequação de um processo para que não haja interrupções internas e externas é uma das formas que a empresa tem de atender demandas com responsabilidade e principalmente qualidade. Analisando e identificando os instrumentos que melhor atendam às necessidades e expectativas dos seus clientes.

Nesse aspecto observa-se a necessidade de indicadores de qualidade para cada processo para que haja um maior controle de qualidade e uma melhor caracterização de seu processo.

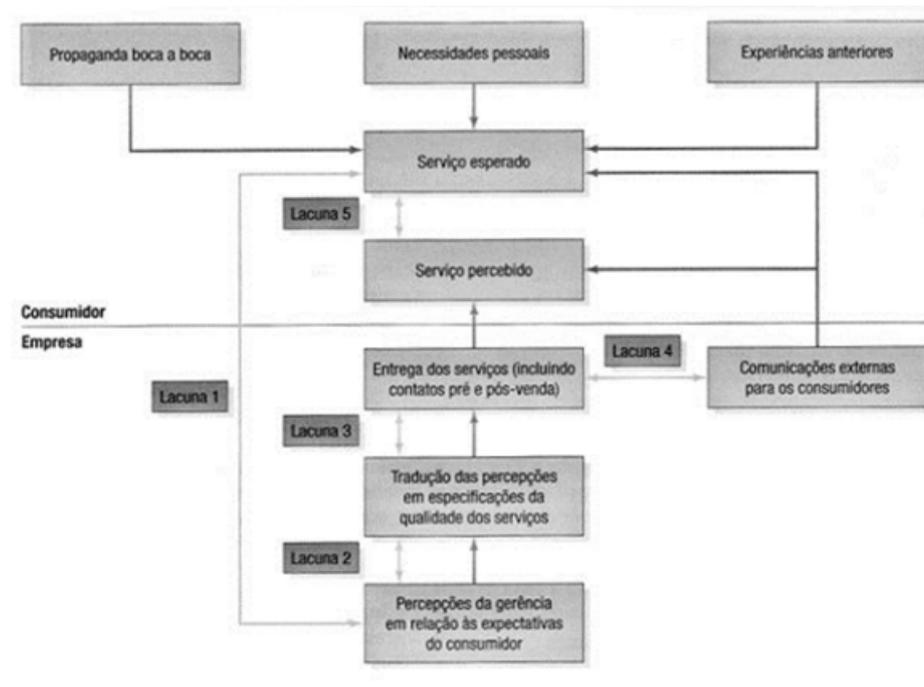


Figura 4 – Modelo de qualidade dos serviços

Fonte: Kotler e Keller (2006, p. 407).

Segundo Luiz Henrique Corrêa e Irineu Giansesi, a qualidade em serviços pode ser definida:

Qualidade em serviços pode ser definida como o grau em que as expectativas do cliente são atendidas, excedidas por sua percepção do serviço prestado (CORRÊA; GIANESI, 1994).

Segundo Hoffman e Bateson (2003) as empresas de qualquer segmento, inclusive as de prestação de serviços devem estabelecer um banco de informações para desenvolver um sistema contendo as informações sobre a qualidade dos serviços, para assim estruturar seus indicadores da qualidade. Sendo assim:

Um processo sistemático de pesquisa, que fornece, em tempo hábil, dados relevantes a gerentes, que os utilizam para tomar decisões. Mais especificamente, esses sistemas usam as medições da qualidade do serviço e da satisfação do cliente em conjunto com outras, obtidas em vários pontos, para avaliar o desempenho geral da empresa. Os componentes de um sistema desses são: relatório solicitado de queixas dos clientes, pesquisa pós-venda, pesquisa de clientes por meio de focus group, comprador misterioso, pesquisa com funcionários e pesquisa sobre a qualidade do serviço no mercado total (HOFFMAN E

BAETESON 2003, p. 377-380).

Com a tentativa de que serviços prestados não sejam efetuados de má qualidade gerando assim gargalos dentro do processo de produção, Parasuraman et al. (1988, p.49) sugere cinco procedimentos que devem ser implantados nas empresas:

- Desenvolver instrumentos de pesquisa para entender as reais necessidades e expectativas (explícitas e implícitas) dos clientes;
- Transformar as necessidades e expectativas do consumidor em projetos de serviço que possam realmente atendê-los;
- Transformar o projeto em especificações adequadas de serviço ou padrões que possam ser implementados (nesta etapa, o benchmarking⁴ é uma técnica recomendada);
- Prestar os serviços em conformidade com as especificações estabelecidas;
- Não criar expectativas que não possam ser atendidas ou cumpridas (gap entre as expectativas do cliente e o atual serviço fornecido).

Segundo Martins e Laugeni (2006, p. 109) dentro desse estudo das características do processo, a empresa deve estabelecer o que precisa ser realizado, fazendo uma análise de como irá proceder para sim poder fazê-lo. Não se tratando de melhorar algo que já existe, mas sim verificar e analisar se o todo esse trabalho é necessário e a melhor forma de realizá-lo.

Um objetivo-chave do desempenho operacional é apresentar resultado consistente para os clientes. A maioria das organizações de serviço relata que confiabilidade é um dos fatores mais significativos para influenciar a satisfação do cliente, em outras palavras “diga o que faz e faça o que diz”. Esta seção considera dois aspectos do controle: A avaliação da capacidade de um processo e o papel dos sistemas da qualidade, como a ISSO 9000. (JOHNSTON; CLARK, 2012, p.200).

Existe casos em que gargalos são bem claros e explícitos (como em uma linha de produção), porém há outros em que é necessário realizar pesquisas e estudos para que tais sejam descobertos (como são em processos administrativos (SCHMENNER, 1999).

Dessa maneira constatando gargalos dentro de um processo de produção quer serviço ou produto, as pessoas de dentro das organizações, devem observar/ver do ponto de vista de um cliente, para observar e tentar satisfazer tais necessidades, uma vez que a filosofia das empresas é tornar a empresa como todo um departamento para melhor atender o cliente (ALBRECHT, 1994).

Segundo Goldratt (2006), uma das maneiras de analisar um sistema produtivo é observar a relação entre o problema e uma corrente, dessa maneira deve-se observar qual dos elos é o mais fraco, dessa maneira deverá haver a substituição do elo que no caso seria o processo ou a maneira que o processo é executado, assim, o processo terá uma maior produtividade ou uma maior fluidez (GOLDRATT, 2006).

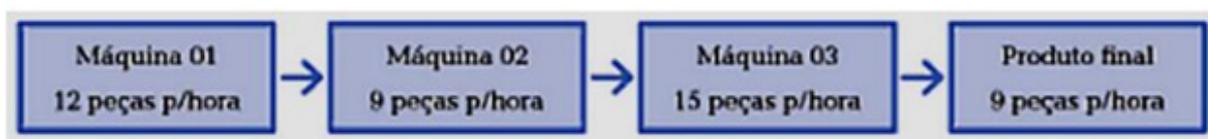


Figura 5 – Exemplo de um gargalo de um sistema.

Fonte: PARANHOS FILHO, 2007, p. 206.

Conforme a imagem, todas as máquinas estão com seu processo produtivo em sua maior capacidade, porém todas as máquinas estão sujeitas as máquinas com menor capacidade produtiva, sendo assim retardando todo o processo produtivo, trazendo incertezas de produção. Então conforme Goldratt (2006), ele cita que não há lugar para incertezas dentro de um processo de produção, para isso ele cita também que há alguns passos a serem seguidos para que o processo não esteja sujeito a gargalos, uma vez que o objetivo de todas as empresas é obtenção de lucro e reduzir custos e despesas.

Então o primeiro passo para desafogar a produção é identificar o gargalo, para assim entender qual a causa que está causando o retrocesso de trabalho ou o desperdício de tempo, Já o segundo passo será como planejar o nivelamento do sistema para que todas as máquinas trabalhem com a mesma quantidade produtiva, seguindo para o terceiro passo, será como colocar em prática a solução encontrada no passo 2. O quarto passo será aumentar a capacidade da restrição, ou seja quer distribuindo o serviço para outros equipamentos ou fazendo a aquisição de novos equipamentos com a capacidade produtiva superior aos já utilizados. Após esses passos deve-se realizar uma nova análise verificando se todos os gargalos foram eliminados, se caso positivo, será necessário acompanhamento dos processos, para que não haja novamente tal situação (GOLDRATT, 2006). Para Tubino:

Uma hora perdida num recurso gargalo é uma perda em todo o sistema produtivo: como os recursos gargalos não possuem tempos ociosos, caso algum problema venha a acontecer com estes recursos, a perda de produção repercutirá em todo o sistema, reduzindo o fluxo (TUBINO, 2009 p.118).

Segundo fala o autor, todas as etapas de uma empresa sofrem as consequências caso seja gerado um gargalo, dessa maneira um melhor planejamento e um desenvolvimento de um plano de ação trará uma ação benéfica para o sistema.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), relatam que é grande a frequência em que algum setor ou processo, funcione bem abaixo da capacidade ideal, enquanto outros setores estão com a média bem acima, dessa maneira vê-se com clareza o setor no qual precisa de intervenção para que haja um equilíbrio no processo.

Há em outros casos gargalos que podem ser difíceis de solucionar, que podem surgir a partir das mudanças dos requisitos do mercado, há outros em que depende exclusivamente de fatores externos, como a procura de produtos ou serviços em que há sazonalidade. Nesses casos por causa das mudanças constantes, ou de forma brusca dificultam suas soluções (CARVALHO, 2004).

4. QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E O PONTO DE SATISFAÇÃO

Conforme Zeithaml e Bitner (2003), serviços, são considerados ações, desempenhos e processos nos quais uma empresa desempenha. Já Kotler (2000), diz que os serviços apresentam 4 características que podem distinguir dos bens, sendo eles a Intangibilidade, a Simultaneidade, a Heterogeneidade e a Perecibilidade. Assim, o controle da qualidade é a forma fundamental para evitar e prevenir que erros sejam cometidos dentro desse processo de transformação de ideia em produto ou serviço. Conforme Feigenbaum:

Qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem e influenciam sobre a satisfação do usuário. (FEI-



GENBAUM, 1994, p.30).

Algumas empresas seguem o alinhamento de que a qualidade não tem ou segue um padrão pré-definido, mas observando os padrões de serviços prestados, as necessidades de clientes tendem a mudar, então fazendo necessário a empresa buscar novas formas de atendimento e principalmente de produto final, tendo em vista a qualidade total do serviço. Para Deming (1990, p.56): “Qualidade é tudo aquilo que melhora o produto no pronto de vista do cliente”.

A qualidade tem em seu aspecto a principal condição para que as empresas alcancem o seu sucesso, sendo que é primordial a existência de um gerenciamento focado no resultado, tornando-se eficiente e cada vez mais eficaz garantindo assim o objetivo que será a realização de suas atividades com total qualidade podendo ser bens ou serviços oferecidos. Com o aumento das exigências por parte dos clientes, a nova cartela de concorrência no mercado e a capacidade de ser ativo e estratégico nas soluções imediatas, tornando-se eficaz e muito eficiente em seu produto ou serviço.

Dessa maneira a busca na solução de problemas e a obtenção de bons resultados otimizados leva a busca do controle da qualidade via PDCA (CAMPOS, 2014).

Segundo Lucinda (2010) as atenções são voltadas ao cliente, levando as organizações a direcionarem seus esforços para a satisfação das necessidades de seus clientes. Assim:

(...) um sistema eficaz de integrar os esforços de desenvolvimento, manutenção e aprimoramento da qualidade para levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos que resultam em plena satisfação do fornecedor. O controle de qualidade total requer a participação de todas as divisões, inclusive marketing, projeto, manufatura, inspeção e expedição (MAXIMIANO, 2017, p. 154).

Ainda nesse aspecto, não só a qualidade dos produtos importa, mas sim a qualidade de toda a gestão passa a ser o principal foco, desde a alta administração, onde vão gerir os recursos necessários para que haja tal desempenho passando por todos os processos para enfim chegar so resultados nos quais os clientes desejam (MAXIMIANO, 2017).

Conforme Ishikawa (1993, p.21) escreve de maneira bem sucinta sobre as fases do ciclo PDCA:

Planejamento (P): Consiste em estabelecer metas e estabelecer o método para alcançar as metas propostas. -Execução (D): Executa as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planejamento e coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo. -Verificação (C): Comparam-se os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano com o objetivo de identificar se o que foi proposto está sendo alcançado. A diferença entre o planejado e o resultado real alcançado constitui um problema a ser resolvido. -Atuação Corretiva (A): Etapa que consiste em atuar (agir, fazer as correções) no processo em função dos resultados obtidos, evitando a repetição do problema e adotando como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido atingida ou agindo sobre as causas do não atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo. Envolve a busca por melhoria contínua até se atingir o padrão, podendo ser necessária capacitação, preenchimento das lacunas de conhecimento necessário à solução do problema, o que culmina na criação de novos conhecimentos e na atualização do padrão (ISHIKAWA, 1993, p.221).

Esse gerenciamento dos processos segue três ações primordiais para a empresa prestar um bom serviço: de planejamento, de controle e melhoramento da qualidade, fazendo assim com que haja uma melhoria contínua da qualidade (FONSECA, 2006).

Já Carvalho (2012), diz que o Ciclo PDCA oferece as informações e ferramentas necessárias para se trabalhar nesse trio. Então no planejamento se prepara todas as metas definindo e traçando estratégias para alcançá-la a partir do ponto de necessidade de seus clientes, então a partir daí se definem os métodos a usar, dar-se-á os treinamentos necessários, para execução das atividades, faz-se a coleta de dados, verifica-se se os resultados estão satisfazendo a necessidade do cliente, além de ações corretivas e a padronização. Já no controle da qualidade todos os procedimentos operacionais e interno devem ser cumpridos, verificando também se os resultados estão satisfazendo as metas estabelecidas, dessa maneira fica mais prático a retirada de regularidade atuando sobre o problema.

Depois de todo esse processo se assertividade sobre a qualidade o ponto de satisfação do cliente entra em cena, segundo Giansesi e Corrêa (1994), a disposição de um serviço para o cliente, engloba desde as informações prestadas do fornecedor para que o cliente possa entender o valor do serviço e o potencial que abrange esse serviço tornando-o essencial. Conforme Zeithaml e Bitner (2003) apresentam na figura 4:

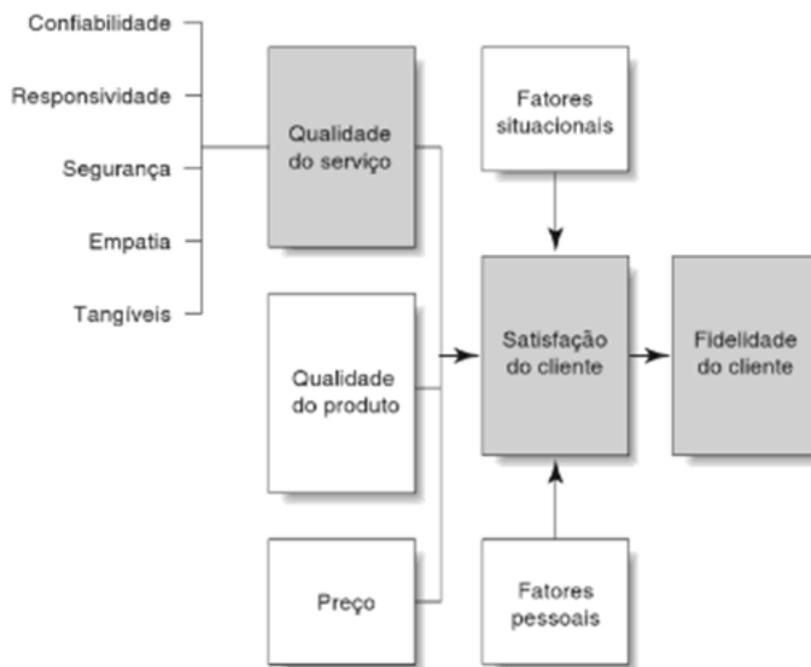


Figura 6 – A satisfação e as percepções do cliente sobre a qualidade do serviço

Fonte: ZEITHAML & BITNER, 2003, p. 78

Como mostra a figura, a qualidade é uma ação coordenada que reflete a percepção do serviço prestado, onde demonstra a confiabilidade do serviço, segurança, confiabilidade, empatia, responsabilidade e os tangíveis, assim percebe-se que a qualidade tem base na confiança do serviço e na credibilidade passada pela empresa.

Ainda segundo Zeithaml e Bitner (2003):

Satisfação é a avaliação do cliente para um produto ou serviço em termos de ele atender as expectativas e necessidades deste cliente. O fracasso em atender estas necessidades e expectativas é entendido como causa de insatisfação com o produto ou serviço (ZEITHAML; BITNER, 2003, p. 78).

Então o que determina a satisfação do cliente, conforme a figura 6, são as características específicas que está contido no produto sendo a qualidade do produto, pela qualidade do serviço, também pelo preço. Além disso fatores pessoais e fatores situacionais que podem influenciar diretamente no ponto de satisfação.

Conforme Dubrin (2001), uma vez que o lado humano também conta no processo de satisfação do cliente, deve-se ressaltar o lado humano para a qualidade, dessa maneira fazer com que os colaboradores, tragam empatia e atitudes positivas para com o cliente, mostrando de que se orgulham do seu trabalho e o fazem com respeito e dedicação. Para isso toda a empresa deve estar comprometida não só com a qualidade, mas também com a qualidade no local de trabalho, sendo fator primordial para que em todos os processos sejam focados na qualidade.

Segundo Kotler (1998, p.53) “satisfação é o sentimento de prazer ou de desapontamento resultante da comparação do desempenho esperado pelo produto ou serviço em relação às expectativas da pessoa”.

A satisfação do cliente vai de acordo com o produto ou serviço recebido, se o desempenho e/ou qualidade estiver de acordo com as necessidades do cliente, ele ficará satisfeito, se ultrapassa o limite de satisfação ele fica encantado, por isso clientes satisfeitos voltam a fazer negócio ou solicitam novas prestações de serviços, e ainda divulgam os serviços de tal empresa, empresas que trabalham com inteligência, tem em suas metas encantar o cliente, dessa maneira demonstrando um trabalho melhor do que foi prometido (KOTLER ; ARMSTRONG, 1999, p. 6).

O cliente é o foco de toda e qualquer empresa, para tanto é necessário que esta saiba como conhecer a fundo o seu cliente e buscar com maior precisão a ideia do seu cliente, desenvolvendo produtos e serviços que estejam de acordo com as necessidades deles.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi compreender e descrever como a qualidade na prestação de serviços é de vital importância para as organizações/empresas, de modo que se utilizou diversas literaturas com base no tema, e observou-se que a qualidade na prestação serviços, está inserida nas empresas e foi baseado nesse tema que procurou-se mostrar como os autores tratavam sobre os vários aspectos desse processo.

Conforme foram definidos os objetivos, foi elaborado no qual tornou-se a base para esse trabalho que foi, a qualidade na prestação de serviços de uma empresa de comunicação. Dessa maneira foi necessário buscar obras nas quais tratassem sobre o tema levando diversas informações encontradas nos materiais pesquisados, sendo assim iniciando sobre a qualidade e seus fatores que interferem na qualidade, mostrando de forma clara e objetiva como os autores abordaram o assunto e percebendo-se que de forma clara e concisa que a qualidade está diretamente ligada aos fatores gestão dentro das organizações.

Continuando, foi mostrado sobre gargalos dentro do processo de produção, onde este assunto se mostra importante até os dias atuais, uma vez que diversos autores tratam o assunto de forma bem singular, mostrando diversos fatores que podem interferir ou mesmo sufocar empresas, desse modo alcançando o objetivo de demonstrar através de figuras como são e embasamento teórico de que forma tratar tais acontecimentos, utilizando ferramentas e desenrolando os processos.

E por fim foi explanado sobre a qualidade na prestação de serviços e o ponto de satisfação, onde se demonstrou como a qualidade está ligada ao cliente, quanto a sua prestação de serviços demonstrando de forma clara os objetivos alcançados por cada autor, respondendo assim questões relevantes sobre a satisfação dos serviços. Sendo assim, pode-se dizer que os objetivos deste estudo foram alcançados com sucesso, concluindo que as ferramentas de qualidade podem de fato melhorar processos e retirar gargalos dentro do processo de produção.

Referências

- ALBRECHT, K. **Revolução nos serviços: como as empresas podem revolucionar a maneira de tratar os seus clientes**. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 1994.
- BESSANT, J., CAFFYN S., GALLAGHER M., **An evolutionary model of continuous improvement behaviour**. Technovation, Vol. 21, 2000.
- CAMARGO, Wellington. **Controle de qualidade total**. Instituto Federal do Paraná. Paraná, 2011.
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: **Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 9 ed. Nova Lima, MG: Editora Falconi, 2014.
- CARVALHO, Ana Maria de Oliveira. **Gestão da qualidade nos serviços assistenciais públicos**. Revista Inovação, v.01, n°01, p.52-70, jan/jun. 2012.
- CHIAVENATO. Idalberto. **Empreendedorismo: Dando asas ao espírito empreendedor**. São Paulo: Saraiva. 2005.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2009.
- CORRÊA, Luíz Henrique; GIANESI, Irineu G.M. Qualidade e Melhoria dos Sistemas de Serviços. In: **Administração Estratégica de Serviço**, São Paulo : Atlas.994 – p.195-207
- CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro, José Olympio, 1994.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. São Paulo: Saraiva, 1990.
- DUBRIN, Andrew J.. **Princípios da Administração**. Tradução Roberto Minadeo. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- ELIAS, A. **Terceirização**. In: **VIII Congresso de Manutenção Semapi**. 1... 2013. São Paulo. Anais...São Paulo: SEMAPI. 2018.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron, 1994.
- FITZSIMMONS, J. A. I; FITZSIMMONS. M. J. **Administração de serviços: operações, estratégias e tecnologia da informação**. Trad. Gustavo Severo Borba. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- FONSECA AVM da, Miyake D. **Uma análise sobre o ciclo PDCA como um método para solução de problemas de qualidade**. Anais. 2006 ;
- GIANESI, Irineu G. N.; CORRÊA. Henrique Luiz. **Administração Estratégica de Serviços: operações para a satisfação do cliente**. São Paulo: Atlas, 1994.
- GOLDRATT, E. M. **A Meta na Prática**. São Paulo: Nobel, 2006.
- HOFFMAN, K. D. e BATESON, J. E. G. **Princípios de marketing de serviços: conceitos, estratégias e casos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- ISHIKAWA, Kauru. **Controle da Qualidade Total: A maneira japonesa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993. 221pg
- JOHNSTON, Robert; CLARK, Graham. **Administração de Operações de Serviços**. 1.ed. Atlas São Paulo, 2012.
- KOTLER, Philip. **Administração de marketing**. 5º ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. 7a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 1999.
- KOTLER, P. (2000). **Administração de Marketing**. 10ª edição, São Paulo, Editora Prentice Hall.



- KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**, 2ª ed. São Paulo, Saraiva, 2006.
- LOBOS, Julio. **Encantando o cliente-externo e interno**. São Paulo: J. Lobos, 1993.
- LUCINDA, M.A.. **Qualidade – Fundamentos e Práticas**. Rio de Janeiro, Brasport, 2010.
- MAGALHÃES, Marcos Felipe. **Explicando Marketing, Simplesmente**. Rio de Janeiro: 2006.
- MAXIMIANO, Antônio César Amaru. **Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital**. 8. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MELO, M. M. D.; SOUZA, F. J. V.; ARAÚJO, A. O. **Custos da qualidade: um estudo em restaurante de grande porte da cidade de Natal – RN. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Anais...** Bento Gonçalves, 2012.
- MARTINS, P. G. e LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- PALADINI, Edson P. (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: 2. ed. Saraiva, 2009.
- PARANHOS FILHO, M. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibplex, 2007.
- PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V.A., BERRY, L.L. **SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality, Journal of Retailing**, vol. 64, nº 1, pp. 12-40, 1988.
- PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2018.
- SCHEMENNER, R. W. **Administração de operações em serviços**. Tradução Lenke Peres. São Paulo: Futura, 1999.
- SLAK, Nigel. CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VERGUEIRO, Waldomiro. **Qualidade de Serviços**. São Paulo: Atlas, 2021.
- VIEIRA FILHO, G. (2010). **Gestão da Qualidade Total: Uma abordagem prática**. 3. ed. Campinas: Alínea.
- ZEITHAML, V., e BITNER, M.J (2003). **Marketing de Serviços: A empresa com foco no cliente**. 2ª Edição. Porto Alegre, Bookman.

57

A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE ESCOPO PARA O SUCESSO DE PROJETOS

*THE IMPORTANCE OF SCOPE MANAGEMENT FOR
PROJECT SUCCESS*

Marcos Paulo Teixeira de Lima
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O presente trabalho visou apresentar o impacto da implantação do Gerenciamento de Escopo (GE) no setor público. O GE consiste em um documento de controle e tomada de decisão o qual define e delimita exatamente o que o projeto deve entregar. Desse modo, é um documento que necessita ser redigido com detalhes e clareza acerca dos trabalhos pertinentes em cada projeto, o que impacta nos resultados dele. Portanto, esta pesquisa se debruçou sobre a seguinte questão: o Gerenciamento de Escopo impacta na eficácia da execução de projetos? Para tanto, se fez necessário compreender a importância do Gerenciamento de Escopo para o desenvolvimento de projetos em empresas públicas, visto o recorte realizado na pesquisa. O presente trabalho consistiu em uma revisão de literatura do tipo qualitativa e descritiva. Foram utilizados como fonte de pesquisa científica artigos, revistas e livros com as seguintes palavras-chave: gestão de projetos, gerenciamento de escopo, empresa pública. Conclui-se que o impacto do GE é notório visto a sua interação com os custos, a qualidade e o tempo dos projetos, que são cruciais para a execução de qualquer projeto, seja no setor público ou privado.

Palavras-chave: Gestão de Projetos. Gerenciamento de Escopo. Empresa Pública

Abstract

This paper aimed to present the impact of implementing Scope Management (SM) in the public sector. GE is a control and decision-making document that defines and delimits exactly what the project must deliver. Thus, it is a document that needs to be written in detail and clearly about the work involved in each project, which impacts its results. Therefore, this research focused on the following question: Does Scope Management impact the effectiveness of project execution? To this end, it was necessary to understand the importance of Scope Management for the development of projects in public companies, given the cutout performed in the research. The present work consists of a qualitative and descriptive literature review. Articles, magazines, and books with the following keywords were used as a source of scientific research: project management, scope management, public enterprise. It is concluded that the impact of GE is notorious since its interaction with costs, quality and time of projects, which are crucial for the execution of any project, whether in the public or private sector.

Keywords: Project Management. Scope Management. Public Company

1. INTRODUÇÃO

A implementação de Gestão de Projetos no setor público possui importantes diferenças em relação ao setor privado. Tais como leis que regem o trabalho público, órgãos de controle, prestação de contas, sua estrutura organizacional e seu trabalho voltado para a sociedade. Desse modo, o presente trabalho visou apresentar o impacto da implantação do Gerenciamento de Escopo (GE) no setor público, dada a sua importância na Gestão de Projetos e em suas respectivas entregas.

Tendo em vista a contribuição que o GE produz no projeto, esta pesquisa é pertinente para ampliar os conhecimentos relacionados ao assunto a fim de possibilitar maior clareza e assertividade quanto ao seu preenchimento. Além de elucidar a importância do Gerenciamento de Escopo para a área de Gerenciamento de Projeto, bem como para a execução de projetos. Isto porque o sucesso de um projeto leva em conta, além do cumprimento de prazos, os custos, riscos e sobretudo a qualidade da entrega.

Sendo assim, o GE consiste em um documento de controle e tomada de decisão o qual define e delimita exatamente o que o projeto deve entregar. Desse modo, é um documento que necessita ser redigido com detalhes e clareza acerca dos trabalhos pertinentes em cada projeto, o que impacta nos resultados dele. Portanto, esta pesquisa se debruçou sobre a seguinte questão: o Gerenciamento de Escopo impacta na eficácia da execução de projetos?

Para tanto, se fez necessário compreender a importância do Gerenciamento de Escopo para o desenvolvimento de projetos em empresas públicas, visto o recorte realizado na pesquisa. E, a fim de alcançar esse objetivo, os caminhos a se seguir foram conceituar sobre o Gerenciamento de Projetos e Gerenciamento de Escopo, estudar as execuções de projeto em empresas públicas e por fim discutir os benefícios gerados pelo desenvolvimento de Escopo.

O presente trabalho consistiu em uma revisão de literatura do tipo qualitativa e descritiva, a qual utilizou como fontes bibliográficas acervos digitais com o objetivo de possibilitar a conceituação e esclarecimento com as interligações, ou mesmo contraposições, de várias fontes e autores. De modo a manter o caráter de cunho científico, foram utilizados apenas livros, dissertações, teses, monografias, revistas e artigos científicos, com as seguintes palavras-chave: gestão de projetos, gerenciamento de escopo, empresa pública.

2. GERENCIAMENTO DE PROJETO (GP)

A execução de projetos está presente na humanidade desde os seus primórdios. Sendo aprimorada ao longo da história para garantir os resultados esperados, como por exemplo a construção das Pirâmides de Gizé por volta de 2.550 a.C., a Grande Muralha da China, os Jardins Suspensos da Babilônia, e até mesmo a chegada do homem à lua em 1969 (CAVALCANTI, 2015; PMBOK, 2017).

Os projetos são considerados ferramentas de mudanças, seja para atender a requisitos regulatórios e legais, pedidos de clientes, criar, melhorar produtos, processos ou serviços (PMBOK, 2017). Desse modo, este consiste em um esforço finito, contendo começo e fim bem delimitados, a fim de atingir um objetivo claro, como as metas estratégicas de uma empresa ou mesmo a corrida até a lua (CAVALCANTI, 2015; PMBOK, 2017).

Conforme observa o PMBOK, as entregas resultantes do cumprimento dos objetivos de um projeto podem ser:

Um produto único que pode ser um componente de outro item, um aprimoramento ou correção de um item ou um novo item final (por exemplo, a correção de um defeito em um item final); Um serviço único ou uma capacidade de realizar um serviço (por exemplo, uma função de negócios que dá suporte à produção ou distribuição); Um resultado único, como um produto ou documento (por exemplo, um projeto de pesquisa que desenvolve o conhecimento que pode ser usado para determinar se uma tendência existe ou se um novo processo beneficiará a sociedade); e Uma combinação única de um ou mais produtos, serviços ou resultados (por exemplo, um aplicativo de software, a documentação associada e serviços de centrais de atendimento (PMBOK, 2017, p 4).

Diante disso, pode-se tomar como exemplo prático a construção de *smartphones*. Para aqueles caracterizados como top de linha e intermediário são realizados diferentes trabalhos, mesmo sendo a mesma fabricante. No primeiro deve-se buscar atender um público mais exigente e que anseia por inovações e mais tecnologia, enquanto no último um público que tem as duas ambições, mas busca custo/benefício maior.

Desse modo, o que distingue um do outro além do público-alvo e o produto em si, é a execução de cada um, isso porque eles possuem um *DNA* distinto nomeado como Escopo, que é o documento que ditará como o projeto entregará cada produto. No exemplo citado pode-se fazer a seguinte pergunta: qual processador utilizar? Ou mesmo qual sensor de câmera utilizar?

Para todas as perguntas, dependendo da resposta o custo, risco, qualidade poderá ser elevado ou não (tríplice restrição). A tríplice restrição “demonstra que o planejamento e o controle do orçamento, cronograma e escopo são imprescindíveis, em qualquer tamanho de projeto” (CAVALCANTI, 2015).

Desse modo, a ação descrita no Escopo, assim como o *DNA*, irá percorrer todos os sistemas subsequentes (áreas de conhecimentos), pois é nesta especificidade que a equipe de projetos irá desenvolver o seu trabalho, tomar decisões e assim percorrer o caminho necessário para a entrega do produto, serviço ou resultado único.

Nesse contexto, um projeto é fator de mudança nas organizações, uma vez que, são responsáveis por levar a organização de um estado a outro conforme observa o PMBOK (2017):

Antes que o projeto comece, a organização é comumente referenciada como estando no estado atual. O resultado desejado da mudança impulsionada pelo projeto é chamado de estado futuro. Para alguns projetos, isso pode envolver a criação de um estado de transição em que várias etapas são planejadas ao longo de um continuum para chegar ao estado futuro. A conclusão bem-sucedida de um projeto resulta na passagem da organização para o estado futuro e o atingimento do objetivo específico (PMBOK, 2017, p 6).

Diante disso, se faz relevante destacar o papel do Gerenciamento de Projeto (GP), dado a importância dele no resultado de um projeto, pois o projeto tem por finalidade realizar algo novo, alterar o que já existe para alcançar resultados melhores, isto requer mudanças, e se faz necessário gerenciar as mudanças que são propostas pelos projetos, de

modo a garantir a sua implantação e padronização.

Definido por Constâncio e Souza Neto (2016), o Gerenciamento de Projeto (GP) é uma sequência dos processos de Iniciação, Planejamento, Execução, Controle e Encerramento como também “o modo de execução, de especialização, de conhecimento e modo operante” das atividades e atingimento dos pré-requisitos de um projeto, sendo o projeto “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” (PMBOK, 2017).

Nesse contexto, em meados do século XX, os gerentes de projeto buscavam reconhecimento do GP como profissão, o que envolveu organizar um acordo sobre o conjunto de conhecimentos relacionados a área de projetos, entretanto os gerentes logo perceberam que a gama de conhecimentos necessitava muito mais do que um livro (PMBOK, 2017).

Assim, através do *Project Management Institute* (PMI) criou-se o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) em 1996, que consiste em um compilado de conhecimentos e boas práticas relacionado a projeto. Este Guia é amplamente aceito nas mais diversas áreas como Engenharia, Tecnologia da Informação e Saúde, a sua proposta é ser um norteador para o profissional de gerenciamento de projeto (PMBOK, 2017).

De acordo com o Guia, o GP se mostra de extrema valia para as organizações criarem valor e obterem benefícios, sobretudo pelo fato de que o ambiente de negócios atual se encontra cada vez mais competitivo e desafiador:

Os líderes organizacionais precisam ser capazes de gerenciar orçamentos cada vez mais apertados, prazos mais curtos, recursos mais escassos e uma tecnologia que muda rapidamente. O ambiente de negócios é dinâmico, com um ritmo acelerado de mudança. Para se manterem competitivas na economia mundial, as empresas estão adotando o gerenciamento de projetos para entregar valor de negócio de forma consistente (PMBOK, 2017, p 11).

Dentro do Guia PMBOK (2017) são apresentadas dez áreas de conhecimento, a saber:

- 1. Gerenciamento da integração do projeto:** Inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades de gerenciamento de projetos nos Grupos de Processos de Gerenciamento de Projetos;
- 2. Gerenciamento do escopo do projeto:** Inclui os processos necessários para assegurar que o projeto contemple todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para que ele termine com sucesso;
- 3. Gerenciamento do cronograma do projeto:** Inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto;
- 4. Gerenciamento dos custos do projeto:** Inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, financiamentos, gerenciamento e controle dos custos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado;
- 5. Gerenciamento da qualidade do projeto:** Inclui os processos para incorporação da política de qualidade da organização com relação ao planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto e do produto para atender as expectativas das partes interessadas;
- 6. Gerenciamento dos recursos do projeto:** Inclui os processos para identificar, ad-



quirir e gerenciar os recursos necessários para a conclusão bem-sucedida do projeto;

- 7. Gerenciamento das comunicações do projeto:** Inclui os processos necessários para assegurar que as informações do projeto sejam planejadas, coletadas, criadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas, gerenciadas, controladas, monitoradas e finalmente organizadas de maneira oportuna e apropriada;
- 8. Gerenciamento dos riscos do projeto:** Inclui os processos de condução de planejamento, identificação e análise de gerenciamento de risco, planejamento de resposta, implementação de resposta e monitoramento de risco em um projeto;
- 9. Gerenciamento das aquisições do projeto:** Inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos, serviços ou resultados externos à equipe do projeto;
- 10. Gerenciamento das partes interessadas do projeto:** Inclui os processos exigidos para identificar as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, analisar as expectativas das partes interessadas e seu impacto no projeto, e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o seu engajamento eficaz nas decisões e execução do projeto (PMBOK, 2017).

Dentre estas áreas se faz necessário uma atenção maior ao Gerenciamento de Escopo, “porque tudo no projeto depende dele: tempo, recursos, custos, riscos etc.”, conforme Conterato (2018). Tal relevância se dá pelo fato de ser no escopo que se incluem os processos necessários para assegurar que o projeto contemple todo o trabalho necessário, e estritamente necessário, para que ele termine com sucesso (PMBOK, 2017).

Nesse contexto, o setor público vem adotando as práticas de gestão, inclusive Gestão de Projetos. A implementação de gestão iniciou-se na formulação e homologação da constituição, que em uma das suas definições criou o Plano Plurianual (PPA), que define o planejamento de políticas públicas para um período de 4 anos com recursos definidos, assim como a definição de um projeto (CAVALCANTI, 2015; KREUTZ; VIEIRA, 2018).

Através da literatura muito se observa a adoção por gestão em empresas públicas, entretanto ela destaca que há muita oportunidade na implementação de gestão e suas ferramentas, como a gestão de projetos, visto a especificidade deste setor que possui muitas partes interessadas, partindo desde a sociedade, o qual as políticas públicas atendem, como os interesses políticos (CARVALHO; PISCOPO, 2014; CAVALCANTI, 2015; KREUTZ; VIEIRA, 2018).

Como citado anteriormente, uma das áreas de conhecimento do GP é o de Gerenciamento de Escopo. A sua interação com as demais áreas se mostra notória, visto que sua especificação demonstra os custos e os trabalhos empreendidos em um determinado tempo para realização de um projeto.

Grande parte de insucessos dos projetos, independente da área de atuação, está ligada à parte inicial do processo, ou seja, à inexistência de um Escopo, ou mesmo uma definição de escopo ineficiente e incorreta. Dessa forma, é muito importante que o Escopo seja bem definido, visto que, nele consta o conjunto de todos os requisitos necessários para a entrega completa de um projeto (CONTERATO, 2018).

Sendo assim, é pertinente destacar que a utilização desta área nos projetos das empresas públicas tende a gerar resultados cada vez mais satisfatórios, visto que muitos projetos na esfera pública têm como característica o estouro na duração e no custo, o que será abordado com maior profundidade adiante.

3. GERENCIAMENTO DE ESCOPO (GE)

De acordo com o PMBOK (2017, p.23), o Gerenciamento de Escopo (GE) “inclui os processos necessários para assegurar que o projeto inclua todo o trabalho, e apenas o necessário, para que termine com sucesso”. Já Maia (2017, p.2) define “como todo o trabalho e entregas necessárias para completar um projeto”.

Nesse contexto, tanto o PMBOK (2017) quanto Maia (2017) concordam que o GE é um processo crucial para a Gestão de Projeto, visto que através dele assegura-se o trabalho a ser empreendido e as suas respectivas entregas, tornando-o essencial para o sucesso do projeto.

O Escopo por sua vez, é “a soma dos produtos, serviços e resultados a serem fornecidos como um projeto” (PMBOK, 2017, p. 708). O qual “inclui a descrição de todo o trabalho necessário para sua conclusão bem-sucedida” (SOTILLE et al., 2019, p. 20). Sendo assim, ele descreve as entregas e trabalhos a serem empreendidos no projeto.

Diante disso, o PMBOK (2017) e Sotille et al. (2019) distinguem os dois tipos de escopo existente, para um preenchimento mais assertivo dos documentos referente ao Gerenciamento de Escopo: o escopo de produto (EPd) e o escopo do projeto (EPj). O primeiro documenta as características e funções de um produto, serviço ou resultado, este último independe de ser parcial ou final. Já o EPj documenta o trabalho a ser empreendido para entregar o escopo do produto.

Retomando o exemplo dos *smartphones*, desenvolvido no capítulo anterior, o EPd documentaria por exemplo o tamanho da tela, a capacidade de armazenamento, utilização de biometria e 5G, enquanto o EPj documentaria o tipo de tela: IPS ou AMOLED, o modelo de armazenamento: UFS 3.0 ou 3.1, sensor biométrico: facial ou digital, e qual *hardware* 5G instalar.

Sendo assim, o Escopo do Produto é voltado para os requisitos do produto, ou seja, o que fazer, enquanto o Escopo do Projeto orienta o trabalho a ser realizado, ou seja o como fazer. Essas distinções são favoráveis para uma boa Declaração de Escopo, o que por vezes ocorre, é a declaração de um está presente no outro e vice-versa (SOTILLE et al., 2019).

No que se refere à Declaração do Escopo do Projeto (DEPj) o PMBOK (2017) define como:

A declaração do escopo do projeto é a descrição do escopo do projeto, principais entregas, premissas e restrições. A declaração do escopo do projeto documenta todo o escopo, incluindo o escopo do projeto e do produto. Descreve as entregas do projeto em detalhes. Ela também fornece um entendimento comum do escopo do projeto entre as partes interessadas do projeto. Pode conter exclusões explícitas do escopo que podem ajudar no gerenciamento das expectativas das partes interessadas (PMBOK, 2017, p. 154).

Nesse contexto, observa-se a importância da DEPj, visto que é ela que permite a realização de um planejamento detalhado e a orientação de trabalho da equipe de projetos. Além disso, tal declaração possibilita avaliar se as solicitações de mudanças estão previstas no Escopo ou ultrapassam os limites do projeto (PMBOK, 2017).

Desse modo, através de sua declaração é possível detalhar as entregas, validá-las com os *stakeholders*, para se obter um acordo documentado para suportar eventuais solicitações de alteração das definições-chave do produto (SOTILLE et al., 2019). Isto permitirá uma execução alinhada com os objetivos esperados, tornando o gerenciamento da equipe

de projeto mais eficiente para coordenar, executar e controlar o que foi validado, e as futuras alterações do escopo, como dito por Maia (2017, p.1) “a única certeza em um projeto é que o escopo irá mudar”.

A partir de sua documentação um dos primeiros passos a seguir é a criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Ela surge exatamente das definições de entregas especificadas no escopo e pode ser compreendida como “o processo de decompor as entregas e o trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis” (PMBOK, 2017, p. 156).

Assim, a sua criação torna possível visualizar todas as atividades e entregas, para alcançar a especificidade necessária para a definição do escopo, como também maior precisão nas estimativas de custo, tempo, recursos e distribuição de responsabilidades (SOTILLE et al., 2019).

Dessa forma, o gerenciamento, a mensuração e acompanhamento do desempenho de cada atividade ou fase do escopo é mais preciso. Visto que a decomposição das entregas e trabalho, garantem maior entendimento e controle acerca do que fazer e como fazer.

A sua estrutura é visualizada de forma hierárquica, sendo o primeiro nível a própria entrega do projeto e os demais níveis são as entregas que servirão de insumo para concluir o primeiro nível, conforme demonstrado na Figura 1.

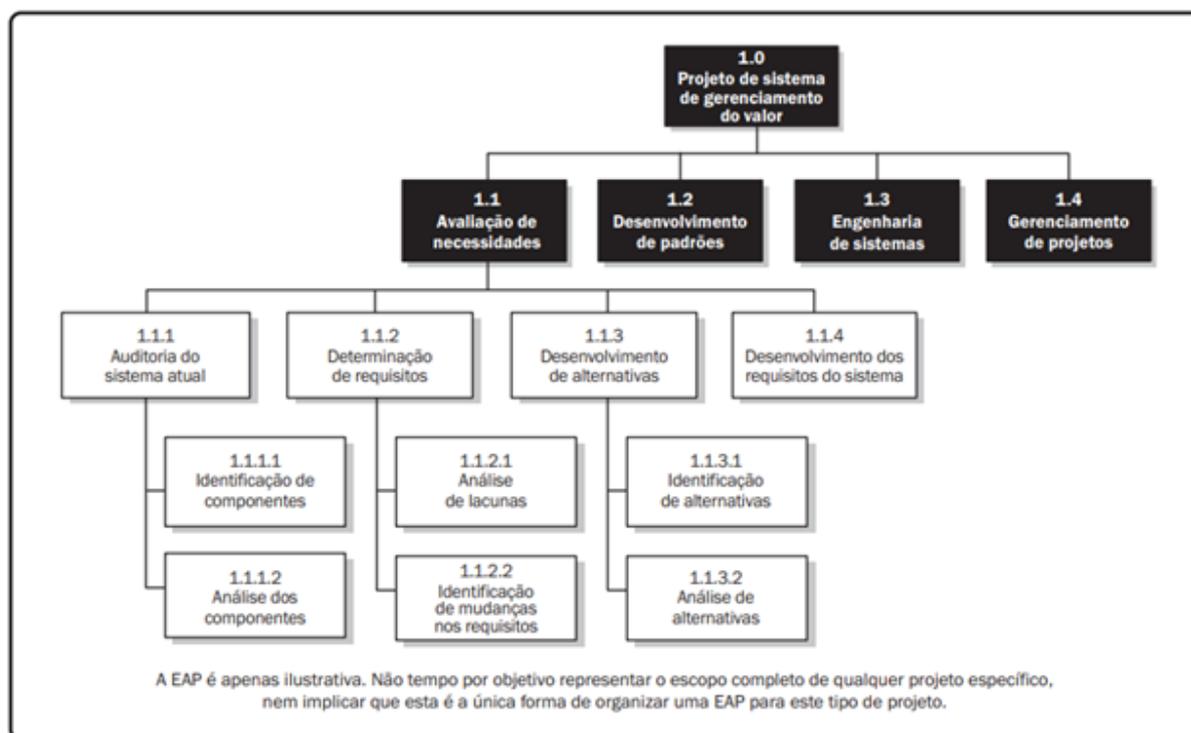


Figura 1 – Estrutura Analítica do Projeto

Fonte: PMBOK (2017, p 158)

Desse modo, a execução das atividades e entregas necessárias do projeto se tornam mais pragmáticas e exequíveis, devido ao seu detalhamento, categorização e hierarquização. Através da EAP é possível maior clareza do que fazer e o como fazer, além de mostrar de forma visual tudo que deverá ser realizado, assim como também as informações descritas no dicionário.

Na sequência cria-se o dicionário da EAP, o qual é um documento que fornece detalhamento e informações das atividades e entregas da EAP. Quaisquer esclarecimentos

relacionados aos componentes da Estrutura, precisam constar no dicionário, pois muitas dúvidas são sanadas através dele, proporcionando melhor direcionamento (PMBOK, 2017; SOTILLE et al., 2019).

Outro produto da EAP é o cronograma do projeto, o qual tem como objetivo planejar a execução de cada atividade descrita anteriormente, e na execução verificar o comportamento real do que se planejou. Essa verificação pode ser realizada por diversas formas, como o Gráfico de Gantt, conforme Figura 2, e a Curva S, conforme Figura 3.

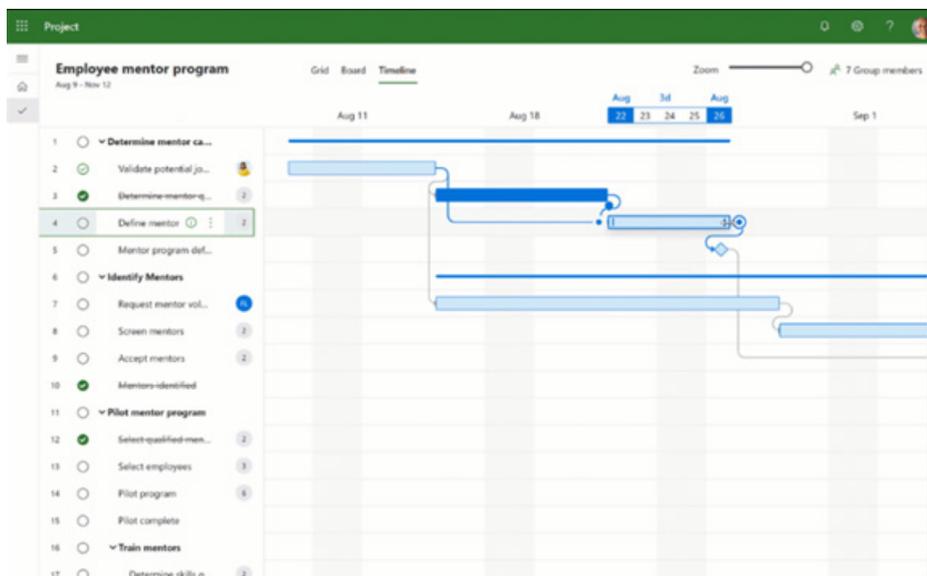


Figura 2 – Gráfico de Gantt

Fonte: Microsoft Project (2022)

O Gráfico de Gantt, conforme demonstrado na Figura 2, é uma ferramenta que demonstra o tempo em barras, na sua visualização é possível mesclar o que foi planejado e executado por cada atividade, desse modo identificando o progresso e quão aderente a execução está com o planejado (JUNQUEIRA et al., 2015).

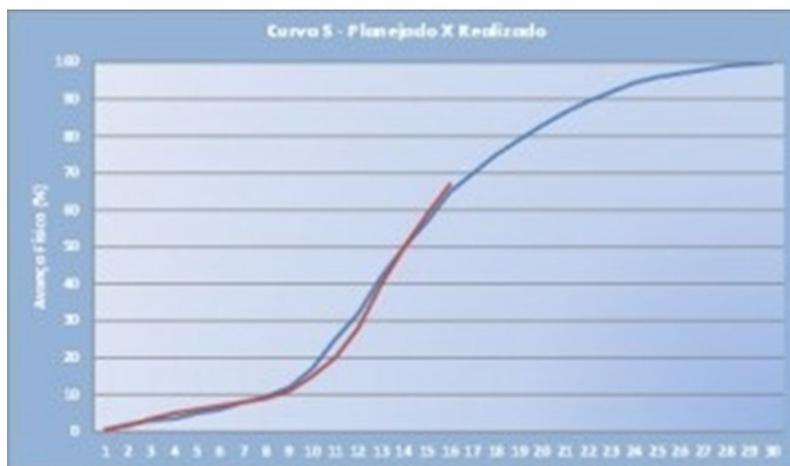


Figura 3 – Curva S planejados (azul) x real (vermelho)

Fonte: Ministério da Infraestrutura.

Outra ferramenta que é utilizada para verificar o comportamento real do que foi planejado é a Curva S, conforme apresentado na Figura 3. Tal ferramenta é capaz de representar os valores acumulado do projeto, sendo o eixo horizontal representando o tempo, e o vertical a quantidade medida no projeto, podendo ser o avanço físico ou mesmo o finan-

ceiro (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2016).

Contudo, o cronograma não é o único produto da EAP, através dela se planeja também os custos e os riscos de cada atividade. A comunicação também pode ser considerada um produto, uma vez que a mesma pode ser realizada sempre que uma entrega for realizada ou mesmo quando ocorrer uma reformulação do escopo.

Portanto, devido a utilização e interação do escopo com outros processos, a sua declaração necessita ser de fácil entendimento e de forma clara, pois a ausência destas características e uma especificidade rasa pode causar prejuízos, tais como orçamentos estourados e duração exacerbada, o que acaba colocando em risco o sucesso do projeto (MAIA, 2017; CONTERATO, 2018).

Dessa maneira se observa que além de apurar as informações necessárias para a formulação do escopo, a mesma deve ser redigida de fácil entendimento, como também validadas com todas as partes interessadas, principalmente o cliente, o qual todo trabalho empreendido é voltado para os seus objetivos.

Na Figura 4 a seguir, verifica-se a ausência destas características e da validação do escopo.



Figura 4 – Definição Inadequada do Escopo

Fonte: Platzi (2019). Acesso em 01 de nov. 2022. Adaptado pelo autor.

Percebe-se que os resultados de um detalhamento claro dos objetivos é a satisfação e fidelidade do cliente (COSTA et al, 2015). No exemplo da figura 4, percebe-se a disparidade que ocorreu dos objetivos do cliente, com o que foi documentado e o que foi entregue, podendo resultar inclusive, além do insucesso do projeto, a negação de pagamento por ele.

Assim, que se refere ao exemplo citado na Figura 4, algumas ações pertinentes poderiam ser realizadas, tais como apurar informações acerca do projeto e suas entregas com o cliente, documentar de forma objetiva, clara e de fácil entendimento, e validar com o cliente e as demais partes interessadas, a declaração do escopo do projeto, assim tornando a execução eficiente e garantindo a satisfação do cliente.

Nesse sentido, como dito por Querubina (2014) planejar não indica prever o futuro e nem tampouco de que tudo ocorrerá de acordo. Desse modo, nem tudo ocorre conforme o planejado. Sendo assim, é possível alterar o Escopo, de modo a atender as necessidades do projeto, nesse caso é necessário a revalidação do escopo alterado, com os *stakeholders*.

Assim, mudanças no escopo em alguns projetos são inevitáveis, conforme aponta a literatura (MAIA, 2017; PMBOK, 2017; SOTILLE et al 2019). Seja por má especificidade, ou mesmo por um novo cenário, “é extremamente importante que sejam comunicadas ao gerente de projetos, aos responsáveis pelo planejamento do escopo, além dos *stakehol-*

ders” (MAIA, 2017, p. 5).

Ademais, a comunicação é primordial em todo projeto, e a sua atuação na alteração do Escopo também. Como visto anteriormente, a declaração é um acordo documentado, com as definições-chave do produto, qualquer alteração quanto a este documento deverá ser comunicada a todas as partes interessadas, os *stakeholders*, assim como também a validação do escopo reformulado.

Os impactos da reformulação do escopo podem interferir no custo, no tempo e na qualidade do projeto, uma vez que as alterações de um impactam diretamente no outro. Quanto mais tardio forem estas reformulações, maiores os impactos gerados, seja no custo ou mesmo na duração.

Dependendo da fase em que são solicitadas as mudanças no escopo do projeto, estas podem impactar, de diferentes maneiras, os custos e o cronograma dele. Quando a solicitação de mudança ocorre na fase de iniciação, seu impacto será menor, visto que, o cronograma e os custos estimados ainda não foram finalizados. Ao longo do projeto essas mudanças terão um impacto maior exigindo um planejamento adicional, gerando aumento nos custos e atraso no cronograma (MAIA, 2017, p. 5).

Além disso, deve-se levar em consideração também o clima organizacional, pois “mudanças realizadas tardiamente no ciclo de vida de um projeto podem gerar sentimentos negativos [...] sobre a dinâmica da equipe, o trabalho em equipe, a moral”, conforme Maia (2017, p. 5), o que interfere no resultado esperado.

Sendo assim, vale destacar que o Escopo do Projeto, traz à luz a Estrutura Analítica do Projeto e o seu Dicionário, como também o cronograma, os custos, as restrições do projeto e os riscos, que se configuram como peças-chave para gerenciar e controlar o que foi planejado e acordado (PMBOK, 2017).

Nesse contexto, é pertinente destacar o papel das partes interessadas *stakeholders*, no Gerenciamento do Escopo. Isso porque elas se mostram uma importante esfera a ser considerada, uma vez que toda a formulação do escopo é embasada nas coletas e análises das especificações solicitadas por elas, que por fim aprovam a declaração do escopo do projeto.

A sua atuação é ímpar na esfera pública, por se tratar de um atendimento mais amplo: a sociedade. A gama dos *stakeholders* também é muito mais vasta, além de existir interesses políticos e de campanha eleitoral que muitas vezes não chegam a um consenso, prejudicando o desenvolvimento de projetos que beneficiariam a população (RORATO e DIAS, 2011; CAVALCANTI, 2015; CARVALHO e PISCOPO, 2014; KREUTZ e VIEIRA, 2018).

No que se refere a uma boa formulação do Escopo, os resultados apresentados devem ser uma execução condizente com a solicitação do cliente, gerando satisfação e fidelidade dele. Mas caso necessário, a alteração no escopo é algo factível de ocorrer, entretanto deve-se investir em uma boa formulação do escopo visto os riscos que sua alteração pode implicar nos custos, no cronograma, na qualidade e no clima organizacional com a equipe.

Portanto, a partir dos conceitos apresentados, observa-se que a função primordial do GE está relacionada com a delimitação e o controle do que será ou não incluído no projeto, a fim de atingir os resultados esperados, como também sendo um agente de integração com outros processos.

4. GESTÃO DE PROJETOS EM EMPRESAS PÚBLICAS

As empresas públicas, são definidas pela Lei N° 13.303, de 30 de junho de 2016 no Art. 3° como:

A entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, com criação autorizada por lei e com patrimônio próprio, cujo capital social é integralmente detido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios (BRASIL, 2016, art. 3).

Elas também podem ser compreendidas como empresas governamentais que produzem ou não serviços sociais ou intermediários coletivos, e a propriedade governamental é maior que 10%, conforme Jones (1982). Ambas as definições se complementam, pois o capital social ou mesmo a propriedade são intrinsecamente na sua totalidade ou parcial detido pelo Estado, seja a nível Federal ou mesmo a Municipal.

Nesse contexto, o surgimento da Gestão de Projetos em Empresas Públicas no Brasil surgiu juntamente com a Constituição Federal de 1988, a qual instituiu o Planejamento Plurianual (PPA). Este planejamento embasa os cidadãos a cobrarem o cumprimento dos compromissos que o Estado estabelece no período de quatro anos, através de metas e objetivos, com orçamentos definidos, levando ao atingimento dos programas do Governo (CAVALCANTI, 2015).

Através da Constituição e do PPA o setor público adentrou aos modelos de gestão que antes se mostrava alheio, possibilitando assim a disseminação dos conceitos de gestão em empresas públicas. Dessa forma obteve-se uma modernização no segmento, como a busca por atingir os resultados esperados definidos pelo mapa estratégico de cada empresa e a sua contribuição nas políticas públicas e compromissos firmados pelo Estado no período de quatro anos (RORATO; DIAS, 2011; CAVALCANTI, 2015).

No ano de 1994, o Governo Federal propôs algumas reformas financeiras, políticas, fiscais e administrativas, adotando o Sistema de Gerenciamento do Planejamento, para medir a eficiência e eficácia exigidos pelas reformas. Contudo, a sua utilização não teve êxito esperado, devido ao baixo monitoramento dos projetos de programas e políticas públicas, que conseqüentemente afetou a eficiência e eficácia dos mesmos (CAVALCANTI, 2015).

Este é um reflexo da maturidade que o setor público tinha e possui em relação a gestão de projetos, o que acaba gerando “resultados negativos em seus mais variados tipos de projetos”, de acordo com Kreutz e Vieira (2018, p. 2). Assim afetando o atendimento das necessidades da sociedade, e, portanto, tendo efeito negativo para o Estado, visto que este é o responsável por aplicar as políticas públicas (CAVALCANTI, 2015).

Compreende-se Estado o trabalho em conjunto dos três poderes: Legislativo, Executivo e Judiciário, juntos são responsáveis pela criação e execução das políticas públicas, e estas são as ações e programas que visam garantir e pôr em prática direitos previstos na Constituição Federal e em leis, os demais direitos não previsto em leis também são garantidos por meio das políticas públicas (SEGIPE, 2018).

Dessa maneira, observa-se que apenas adoção de gestão de projetos por si só acaba não gerando resultados desejáveis, a sua maturidade no setor público precisa ganhar cada vez mais espaço, visto que, conforme observa Cavalcanti (2015, p.3), a “forma de se obter resultados mais abrangentes das políticas é por meio da melhoria da execução de projetos, advinda de técnicas de gestão apropriadas”.

Já Archibald e Prado (2015) destacam, que a maturidade na gestão de projeto neste

segmento em uma escala de 1 a 5 é de apenas 2,5 pontos, evidenciando a oportunidade de se trabalhar no aperfeiçoamento da implantação e continuidade da gestão de projeto na esfera pública, e por conseguinte em empresas públicas.

Diante disso, cabe destacar estas diferenças que o setor público possui em relação ao setor privado, tais como: as características sociais dos projetos; a obediência às Leis orçamentárias e de contratação; as normatizações; múltiplos órgãos de controle no âmbito governamental; a transparência dos gastos à sociedade e a *accountability* no aparo de governança pública (CAVALCANTI, 2015; KREUTZ e VIEIRA, 2018).

A implantação de GP no setor público institui um considerável processo para a efetuação da Nova Gestão Pública, ato que ganhou força na década de 90 para responder às leis, à sociedade, e medidas do próprio governo, as quais passaram a demandar transparência nos custos e economicidade, na gestão, e na efetividade do uso dos recursos públicos, além de aumentar a qualidade de vida e reduzir as desigualdades sociais (CARVALHO; PISCOPO, 2014).

Neste segmento a literatura ressalta as oportunidades em aumentar a maturidade e o nível de gestão de projeto, e um dos motivos é a sua peculiaridade perante o setor privado. Entretanto, a implementação de metodologias de gestão de projetos em organizações públicas apresenta especificidades importantes. Ademais, por apresentarem um objetivo comum de atendimento aos interesses da sociedade, existe uma necessidade de governança com foco em transparência (CRAWFORD; HELM, 2009; KREUTZ; VIEIRA, 2018).

Os vieses dos projetos públicos geralmente acabam sendo políticos, os quais ficam dependentes ao controle social que comumente é exercido por vezes pela mídia e *stakeholders*, são regidos pelas leis governamentais e estão a mercê da pressão pública (KWAK; ANBARI, 2012; AZMAN et al., 2013).

Quanto às leis orçamentárias estas são: o Plano Plurianual (PPA) que estabelece um planejamento de políticas públicas com custos definidos num período de 4 anos. Conforme previsto no art.165º da Constituição Federal e regulamentado pelo Decreto 2.829, de 29 de outubro de 1998:

§ 1º A lei que instituir o plano plurianual estabelecerá, de forma regionalizada, as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada (BRASIL, 1998, art. 165).

A Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) que define as metas e prioridades para o exercício seguinte. Conforme prevista no art.165º da Constituição Federal, de 1998:

§ 2º A lei de diretrizes orçamentárias compreenderá as metas e prioridades da administração pública federal, estabelecerá as diretrizes de política fiscal e respectivas metas, em consonância com trajetória sustentável da dívida pública, orientará a elaboração da lei orçamentária anual, disporá sobre as alterações na legislação tributária e estabelecerá a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento (BRASIL, 1998, art. 165).



Já a Lei Orçamentária Anual (LOA) estima as receitas e fixa os gastos do exercício seguinte. Assim prevista no art.165º da Constituição Federal e regulamentado pelo Decreto 2.829, de 29 de outubro de 1998:

§ 5º A lei orçamentária anual compreenderá:

I - o orçamento fiscal referente aos Poderes da União, seus fundos, órgãos e entidades da administração direta e indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo Poder Público;

II - o orçamento de investimento das empresas em que a União, direta ou indiretamente, detenha a maioria do capital social com direito a voto;

III - o orçamento da seguridade social, abrangendo todas as entidades e órgãos a ela vinculados, da administração direta ou indireta, bem como os fundos e fundações instituídos e mantidos pelo Poder Público (BRASIL, 1998, art. 165).

Tais leis devem ser levadas em consideração ao iniciar e aprovar projetos na esfera pública, tanto por questões orçamentárias, como por metas estabelecidas, algumas vezes criadas por leis. Como exemplo de meta, toma-se o exemplo da universalização de atendimento de água, coleta e tratamento de esgoto, que define a universalização de atendimento de água em 99% e de esgotamento sanitário em 90% até dezembro de 2033 (BRASIL, 2020).

Projetos como a perfuração de poços, captação de recursos hídricos, criações de Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações Elevatórias de Esgoto e Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), seriam projetos que viabilizaram a satisfação do cliente como também o atendimento a lei e as metas por ela criadas.

Dessa forma e conforme o exposto nos capítulos anteriores, o projeto transporta uma empresa de um lugar para um outro, trazendo consigo um resultado único. No exemplo citado, foram apontados apenas alguns exemplos, entretanto os caminhos para se alcançar o resultado esperado são diversos. A Gestão de Projetos se mostra uma grande aliada para se atingir as metas que as empresas do saneamento buscam.

Visto que atualmente as empresas privadas para continuarem competitivas, vem adotando cada vez mais a GP. Assim como uma forma das empresas de saneamento se tornarem mais competitivas, com as diretrizes do marco regulatório, um dos caminhos a ser considerado é a aplicação de Gestão de Projetos e suas áreas de conhecimento. Desse modo como já apontado pela literatura, os projetos têm essa característica de transportar as empresas para um lugar esperado (PMBOK, 2017).

Para transportá-las é preciso entender quais os objetivos e em quanto tempo. Tomando como o exemplo do marco regulatório, as empresas possuem um *deadline* de 10 anos, se iniciarem suas ações a partir de 2023, para atingir o que foi especificado. Ou seja, pode-se imaginar a seguinte analogia: o marco regulatório é como um cliente que especificou as entregas a serem realizadas e o produto.

Entretanto é preciso que os projetos entejam alinhados com objetivos estratégicos da empresa, para que sua visão estratégica seja alcançada. No exemplo das companhias a visão estratégica majoritária de todas é a universalização do saneamento, para atender mais pessoas como também a lei.

Na SUDENE, Cavalcanti (2015, p.73), percebeu que houve “a desvinculação entre os objetivos e finalidade do órgão e os projetos executados [...] não utilizavam as melhores

práticas para o gerenciamento de projetos”, o que acarretou atrasos e estouros nos custos.

Segundo Cavalcanti (2015):

Os principais entraves encontrados estavam relacionados à falta de padronização dos processos de execução de projetos, falta do escopo do projeto e do produto, ausência do detalhamento da EAP, e consequente desmembramento, falta das estimativas de tempo, ausência do diagrama de rede e caminho crítico, estimativas realizadas apenas para os custos relativos ao que vai ser comprado/contratado, mas não para o que será realizado, falta da indicação da equipe do projeto e das competências e autoridade do gerente (CAVALCANTI, 2015, p. 73).

Neste cenário da SUDENE vale destacar as consequências, como já visto nos capítulos anteriores, que a ausência do escopo tende a provocar. Uma delas foi um detalhamento superficial da EAP, ausência do Cronograma e uma má estimativa de custos do projeto.

Como informado no capítulo anterior a definição do escopo permeia outras áreas de conhecimento como o custo, tempo e a qualidade. E a sua ausência ou má formulação tende a gerar resultados insatisfatórios, visto que não se têm um documento que regimenta o trabalho a ser empreendido.

Na esfera pública é entendido as suas especificidades perante o privado, entretanto se faz necessário ter um melhor planejamento e utilização das melhores práticas na gestão de projetos, como o gerenciamento do escopo, que são ferramentas fundamentais para o atingimento dos objetivos das políticas públicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos são ferramentas de mudanças, seja para criação de um novo produto, para adequação a uma lei, como também prestar um serviço. A sua utilização permeia diversas áreas de atuação inclusive em empresas públicas, a qual contribui no atingimento dos objetivos das políticas públicas.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi elucidar a importância do gerenciamento de escopo na gestão de projetos, assim como a sua importância nos projetos em empresas públicas, as quais mostram ainda pouca maturidade de gestão de projetos e aplicação das áreas de conhecimento conforme exposto no decorrer do trabalho.

Para tanto, mostrou-se a importância da gestão de projetos, que nos últimos anos tem ganhado espaço no setor privado e aos poucos no setor público. A sua utilização nos negócios seja ele de qualquer segmento tende a gerar maior competitividade às empresas que se utilizam dela, e assim agregando maior valor e melhores resultados.

Desse modo, o gerenciamento de escopo se mostra uma área de conhecimento crucial, pois ela é responsável pela tríplice restrição dos projetos. Nele é realizado a formulação do escopo do produto e do projeto, que define exatamente qual será o trabalho empreendido, como também o que não será realizado, exclusão do escopo. Além disto, como mencionado ele está ligado diretamente com a tríplice restrição: a qualidade, o custo e o tempo.

A sua especificidade deve ser clara a fim de manter esta restrição intacta, embora seja possível alterações no escopo. No entanto, uma má especificidade tende a causar maiores alterações na execução do projeto, e assim por consequência alterando também os custos,



o tempo e a qualidade, podendo inclusive até gerar insatisfação pelo cliente.

Nesse contexto, a aplicação de técnicas de gestão no âmbito público tem ganhado cada vez mais espaço, contudo a sua maturidade na área ainda tem grande oportunidade se comparada com o setor privado, mesmo com as suas especificidades como as leis orçamentárias que o privado não possui.

As empresas públicas do saneamento têm um marco regulatório de saneamento a cumprir, uma das estratégias seria a utilização e maturação da gestão de projetos, e uma atenção quanto a definição do escopo, como a própria definição de projeto diz: o projeto é uma ferramenta de mudança.

Por outro lado, mesmo com insucesso apontado pelo caso da SUDENE, é possível extrair uma contribuição positiva para as empresas públicas, sendo uma delas o desenho do fluxo de processo e a criação de um escopo. Visto que, foi apontado que um dos entraves para a execução de projeto na referida empresa era a ausência de uma definição de escopo.

Diante disso, a aplicação das técnicas, tais quais abordadas neste trabalho, possibilitam as empresas públicas criarem projetos cada vez mais certos, do planejamento inicial até a sua entrega. Logo, atendendo de forma mais eficaz a população que se beneficia das políticas públicas, utilizando os recursos públicos de maneira mais eficiente e transparente e, por consequência, podendo contribuir para a melhoria da imagem institucional.

Portanto, visto que esta pesquisa se debruçou sobre a seguinte questão: o Gerenciamento de Escopo impacta na eficácia da execução de projetos? Conclui-se que o seu impacto é notório, visto a sua interação com os custos, a qualidade e o tempo dos projetos, restrições que são cruciais para a execução de qualquer projeto, seja no setor público ou privado.

Cabe salientar que, o referido trabalho não se encerra nele, todavia, soma-se as recentes pesquisas na área de gestão de projetos, um campo de investigação vasto e profundo. Essa temática guarda uma singular importância devido a sua estreita correlação com as ações exitosas de empresas.

Ademais, ressalta-se a necessidade de envidar mais esforços na ampliação de estudos nessa área, de modo a colaborar para maior clareza sobre o Gerenciamento de Escopo e as suas contribuições, e potencializar, tanto a execução, quanto a conclusão dos projetos, para que se alcance os resultados esperados.

Por fim, é importante que se compreenda que planejamento e monitoramento são elementos inegociáveis dentro de qualquer empresa, pois a sua ausência aumenta notadamente as possibilidades de uma execução falha e divergente dos objetivos pré-estabelecidos. Desse modo, o GE se propõe exatamente isto, planejar e definir o que deverá ser realizado, bem como, verificar a aderência entre o planejado (declaração do escopo) e o executado, mitigando as falhas e amplificando as possibilidades de sucesso.

Referências

ARCHIBALD, Russel D. & PRADO, Darci. **Pesquisa sobre maturidade em gerenciamento de projetos:** Governo a Administração Direta e Indireta, 2015. Disponível em: <<http://www.maturityresearch.com/novosite/2014/download/2/Governo/RelatorioMaturidade2014/Governo/Parte/A/Indicadores.pdf>>. Acessado em fev. de 2018.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SERGIPE. **Políticas Públicas:** o que são e para que existem. al.se.Sergipe, 2018. Disponível em: <https://al.se>.

leg.br/politicas-publicas-o-que-sao-e-para-que-existem/. Acesso em: 9 nov. 2022.
 AZMAN, M. A.; ABDUL-SAMAD, Z.; ISMAIL, S. The accuracy of preliminary cost estimates in Public Works Department (PWD) of Peninsular Malaysia. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 994–1005, 2013.

BRASIL. **Constituição**. República Federativa do Brasil de 1988. Artigo 165. Brasília, DF. Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 17 nov. 2022.

BRASIL. Presidência da república. Lei. 14026, de 14 de julho de 2020. **Diário Oficial da União**, Distrito Federal, 15 de julho de 2020, ano 2020.

CARVALHO, Kahan Elizabeth Monteiro; PISCOPO, Marcos Roberto. FATORES DE SUCESSO DA IMPLANTAÇÃO DE UM PMO: Um Caso na Administração Pública. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 14, n. 3, p. 56-78, set./dez. 2014

CAVALCANTI, FREDERICO AUGUSTO DE ARAÚJO. **APLICAÇÃO DAS MELHORES PRÁTICAS NA EXECUÇÃO DE PROJETOS NO SERVIÇO PÚBLICO: o caso da sudene**. Recife, f. 82, 2015. 78 p Trabalho de Conclusão de Curso (MBA EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS) - Fundação Getúlio Vargas, Recife, 2015.

CONSTÂNCIO. Flávio Lima; SOUZA NETO, João. CORRELAÇÃO ENTRE O NÍVEL DE ENGAJAMENTO DAS EQUIPES DE PROJETO E O DESEMPENHO EM UMA EMPRESA PÚBLICA ESTRUTURADA POR PROJETOS. **Revista de Gestão e Projetos – GeP**. São Paulo. Vol. 7, N. 2. P. 16 – 33. Maio/Agosto. 2016.

CONTERATO, FERNANDA CANESIN GOMES. **Gerenciamento de escopo de projeto de arquitetura em edifícios de saúde**. Ribeirão Preto – SP, f. 150, 2018. 148 p Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Gestão de Organizações) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP, 2018.

DA COSTA, Cintia Uehara; NAKATA, Yuriko Uehara; DA SILVEIRA CALSANI, Juliana Rissi. QUALIDADE NO ATENDIMENTO: a influência do bom atendimento para conquistar os clientes. **Rev. Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v.1, n.1, p.54-65, 2013.

CRAWFORD, Lynn H; HELM, Jane. GOVERNMENT AND GOVERNANCE: The value of project management in the public sector. **Project Management Journal**. Volume 40, Issue 1, pages 73–87, March 2009.

JONES, Leroy. **DEFINIÇÃO E TAXIONOMIA DA EMPRESA PÚBLICA**. Repositório FGV de periódicos e revistas. 23 p. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/11325/10288>. Acesso em: 3 nov. 2022.

INSTITUTE, PMI PROJECT MANAGEMENT. **UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS (GUIA PMBOK®)**. Saraiva Educação S.A., v. 3, 2017.

JUNQUEIRA, Murilo Nascimento *et al*. UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA GRÁFICO DE GANTT NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS DE FRANCA-SP. *In: Encontro Nacional De Engenharia De Producao*, N. Xxxv. 2015, Fortaleza-Ce. 15p.

KREUTZ, Rafael Rudolfo; VIEIRA, Kelmara Mendes. A GESTÃO DE PROJETOS NO SETOR PÚBLICO: OS DESAFIOS DE SUAS ESPECIFICIDADES. **Revista de Gestão Pública**, Santa Maria, 2018.

MAIA, RAFAEL PORTO. A IMPORTÂNCIA DE UM ESCOPO BEM DEFINIDO NO GERENCIAMENTO DO PROJETO. **Pós-graduação GESTÃO DE PROJETOS - Turma nº 164**, OUT 2017.

MICROSOFT PROJECT. **Microsoft**, 2022. Disponível em: < <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/project/project-management-software>>. Acesso em: 04 de nov. 2022.

QUERUBINA, Shirlei. **Planejamento X Execução ou Planejamento & Execução: Qual o seu dilema?** PMKB. 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/planejamento-x-execucao-ou-planejamento-execucao/>. Acesso em: 1 nov. 2022

RORATO, Rodrigo; DIAS, Evandro Dotto. Fatores de Risco no Gerenciamento de Projetos em Instituições Públicas. *In: VIII SEGET – SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, n. 8. 2011, Santa Maria, 2011.

SOTILLE, Mauro Afonso; MENEZES. *et al*. **Gerenciamento do Escopo em Projeto**. Rio de Janeiro: FGV, 2019.

58

ERGONOMIA E A INTERAÇÃO COM MÚLTIPLAS ÁREAS NA BUSCA DA OTIMIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO

*ERGONOMICS AND THE INTERACTION WITH MULTIPLE
AREAS IN THE SEARCH FOR THE OPTIMIZATION OF THE
WORK ENVIRONMENT*

Valéria Barros dos Santos

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A importância da higiene do trabalho parte do entendimento crucial de que o homem é a principal força executora das funções existentes dentro de uma organização. Desse modo, revelou-se a introdução do conceito de Ergonomia em um contexto revolucionário no que tange à evolução dos meios de produção e a necessidade constante de otimização das práticas laborais. Diante disso, observou-se a necessidade de elucidar questões acerca dos fatores primordiais para que a produtividade de uma empresa não sofresse impactos devido a uma gestão ergonômica falha, que negligencia as limitações humanas perante os processos/máquinas do sistema operário. Nesse sentido, a pesquisa objetivou compreender as particularidades fundamentais que integram a Ergonomia, bem como sua constituição transdisciplinar no aspecto de sua funcionalidade. A partir de uma meticulosa revisão bibliográfica, fora possível debater tópicos inerentes ao posto de trabalho, traçando as normas que regem a Ergonomia, suas áreas de atuação e, bem como, os campos de saberes a qual seu estudo não se restringe, estabelecendo parâmetros para a obtenção de uma relação saudável entre os diversos setores organizacionais, assim como os fatores implícitos que geram a satisfação do colaborador. Pondera-se, desta forma, que a Ergonomia, quanto ciência do trabalho, apresenta-se como uma ferramenta interativa e corretiva, cuja implantação oferece resultados além dos substanciais, provendo a adequação responsável dos meios de produção ao bem-estar físico e psicossocial do indivíduo.

Palavras-chave: Ergonomia, Otimização, Transdisciplinaridade.

Abstract

The importance of hygiene at work starts from the crucial understanding that the man is the main executing force of the existing functions within an organization. In this way, the introduction of the Ergonomics concept was revealed in a revolutionary context regarding the evolution of the means of production and the constant need to optimize work practices. In view of this, there was a need to elucidate questions about the primary factors so that the productivity of a company would not suffer impacts due to a faulty ergonomic management, which neglects human limitations in the face of the processes/machines of the worker system. In this sense, the research aimed to understand the fundamental particularities that integrate Ergonomics, as well as its transdisciplinary constitution in terms of its functionality. From a meticulous bibliographic review, it was possible to debate topics inherent to the job, outlining the norms that govern Ergonomics, its areas of activity and, as well as the fields of knowledge to which its study is not restricted, establishing parameters for the achievement of a healthy relationship between the various organizational sectors, as well as the implicit factors that generate employee satisfaction. In this way, it is considered that Ergonomics, as a science of work, presents itself as an interactive and corrective tool, whose implementation offers results beyond the substantial, providing the responsible adequacy of the means of production to the physical and psychosocial well-being of the individual.

Keywords: Ergonomics, Optimization, Transdisciplinarity



1. INTRODUÇÃO

Inicialmente, o trabalho era descrito apenas como um fator indispensável para a subsistência humana, sendo tal característica observada, por exemplo, na estruturação primitiva das civilizações, por meio de atividades como caça, pesca e cultivo de alimentos. Entretanto, esse sentido evoluiu com o desenvolvimento da sociedade e modernização dos meios de produção, mudanças desencadeadas pela Primeira Revolução Industrial e que refletiram no homem a necessidade de obter suas conquistas pessoais e profissionais mesmo inserido em um ambiente onde constantemente interage com os sistemas operatórios ligados ao posto que ocupa.

Todavia, é válido apontar que a força de trabalho humana, antes de sofrer qualquer impacto transformador na maneira como era empregada nas fábricas, fora acometida por alguns percalços ao longo da história, no que concerne à desvalorização dos aspectos subjetivos relacionados ao indivíduo, mediante questões que surgiram em decorrência às condições patogênicas enfrentadas nas atividades laborativas. Sendo assim, a necessidade de organizar o espaço de trabalho tornou-se cada vez mais importante, no que tange à manutenção do bom desempenho do colaborador dentro das organizações, atrelada ao quão satisfeito e seguro ele se sentisse na realização do seu ofício. Para tanto, o estudo desta pesquisa concentrou-se em debater tópicos importantes quanto à ciência do trabalho, isto é, a Ergonomia e o impacto gerado por sua implantação.

Partindo do exposto, tomou-se como pontapé inicial o entendimento de que a eficiência das empresas decorre das atividades desempenhadas por pessoas, sendo assim, abordou-se como tema “A relevância da Ergonomia no ambiente laboral como elemento preponderante no rendimento do colaborador dentro das organizações”, intercalado ao intuito motriz que esta pesquisa buscou em sua elaboração, embasado na atenção objetiva sobre a implantação dos mecanismos oferecidos pela Ergonomia no tocante domínio de suas atuações e transdisciplinaridade, visando, desta forma, compreender sua aplicabilidade e as ferramentas de auxílio corretivo à gargalos existentes nos postos de ofício e que prejudicam a realização do trabalho com segurança. Por esse motivo, pretendeu-se deixar como contribuição para a sociedade um alerta acerca do dever que as organizações possuem em propiciarem condições salubres nas atividades laborativas, bem como as vantagens que a preocupação com a qualidade de vida do colaborador exerce sobre os resultados corporativos.

É nessa perspectiva, pautada na relação homem-máquina-trabalho, que o problema de pesquisa desenvolvido delimitou-se ao seguinte questionamento: “Quais os fatores devem ser levados em consideração para que a produtividade de uma empresa não seja afetada por uma má gestão ergonômica?”, tecendo, a partir desse ponto, elementos imprescindíveis para o alcance das boas práticas laborais referente ao bem estar do colaborador, visto que este, em interação constante com os elementos do sistema que o rodeia, corre o risco frequente de sofrer desgastes diários que, se negligenciados, acarretam em inconvenientes maiores como doenças ocupacionais.

Nessa ótica, delineou-se a composição da pesquisa através do objetivo geral, tendo em seu repertório: “Compreender as particularidades fundamentais que integram a Ergonomia, bem como sua constituição transdisciplinar no aspecto de sua funcionalidade”, cujo desenvolvimento deste, organizou-se em três partes, associados aos seguintes objetivos específicos do estudo: O capítulo 1 preocupou-se em salientar a norma regulamentadora (NR-17) responsável pela adaptação das condições de trabalho; o capítulo 2 buscou

abordar os conceitos de Macroergonomia e Microergonomia; e, por último, o capítulo 3 propôs definir os aspectos da Ergonomia Física, Cognitiva e Organizacional e as consequências oriundas de agentes nocivos à saúde do colaborador.

A elaboração da pesquisa em questão apresentou como metodologia viés de revisão bibliográfica, baseando-se em obras publicadas que oferecem discussões acerca do tópico regente deste trabalho: a Ergonomia. Sendo assim, para aprofundamento, contou-se com artigos científicos, e-books e livros do período compreendido nas últimas duas décadas, tendo o suporte crível de estudos importantes dedicados à higiene e segurança do colaborador feitos por autores como Marta Cristina Wachowicz, Mara Queiroga Camisassa, Ubirajara Mattos e Francisco Másculo. O acesso às obras de apoio partiram de sites com foco acadêmico e acervos bibliográficos tanto digitais quanto físicos, onde este último foi disponibilizado pela instituição de ensino, implementando os conteúdos a serem percorridos nesta pesquisa. Portanto, as palavras-chaves utilizadas para as buscas foram: Ergonomia, Otimização, Transdisciplinaridade.

2. CONHECENDO OS ATRIBUTOS DA NORMA REGULAMENTADORA NR-17

A Ergonomia é o campo científico fundamental dentro das organizações, visto que, segundo consta em Júlia Abrahão *et al.* (2009), a etimologia da palavra, de origem grega, parte do termo ergo, referente ao trabalho, e nomos associado às regras/leis instituídas para o melhoramento das condições avaliadas nesse âmbito. À vista disso, é necessário entender que a introdução de regulamentos nas atividades laborais existem como ferramentas significativas para amparar o bem estar e satisfação do colaborador, garantindo assim sua eminente produtividade.

Dentro desse contexto, como assinalado por Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011), o surgimento da ideia de trabalho na sociedade trouxe consigo agravos iminentes a respeito da integridade física e psicossocial do colaborador, exposto a riscos incalculáveis e doenças ocupacionais no ambiente laboral. Todavia, os autores afirmam que questões como higiene e segurança do trabalho só vieram a disseminar relevância na história da humanidade após a explosão da Revolução Industrial, no final do século XVIII, tornando explícito as jornadas insalubres e condições degradantes a qual o trabalhador vivia.

Questões como essa fizeram prevalecer debates a respeito da forma como era induzido o homem aos processos operatórios da labuta, principalmente após a modernização dos sistemas de trabalho, o que pôs em xeque a necessidade de implantar intervenções legislativas, intercaladas ao objetivo conciso de eliminar e/ou minimizar os fatores pertinentes à riscos ocupacionais (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Sendo assim, segundo pontua Marta Cristina Wachowicz (2013), o foco na Ergonomia, dentro da higiene e segurança do trabalho, tem como peça fundamental a adaptação do trabalho ao ser humano, primando por seu desempenho eficiente e otimização de seu bem-estar. Desta forma, para mediação de tal ferramenta, o profissional chamado ergonômista é o principal responsável por contribuir na interpretação dos sistemas operacionais, no estudo das limitações do homem e adoção de medidas preventivas, a fim de capacitar o ambiente laboral a atender, com êxito, as habilidades e características psicofisiológicas dos colaboradores.

Partindo do que fora exposto, Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011) ressaltam a criação da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), órgão, sem fins lucrativos, responsável por estudar e aperfeiçoar as práticas laborativas, bem como certificar profissio-



nais para atuarem na área de investigação e elaboração de projetos ergonômicos, atribuindo-lhes qualidade e competência técnica. Ainda na literatura, os autores apontam que as normas regulamentadoras referentes à Segurança e Saúde no trabalho, no âmbito nacional, só se consolidaram a partir da década de 70, mediante a necessidade de imposição obrigatória de regimentos para conterem o grande número de acidentes e doenças ocupacionais.

Nesse contexto o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e a Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), (2002), apresentam a única norma regulamentadora (NR-17) com legitimidade congruente aos objetivos gerais da Ergonomia, declarando sua importância no seguinte recorte, associado ao primeiro item do regulamento:

17.1. Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (MTE; SIT, 2002, p. 12).

A partir de então, segundo consta em Wachowicz (2013), as intervenções feitas no campo ergonômico dentro das empresas passaram a ser embasadas em requisitos normativos, isto é, os empregadores, através de uma ferramenta chamada de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), são levados a fazerem uma avaliação dos meios físicos de execução das tarefas para, assim, proporcionarem as condições mínimas estabelecidas pela legislação que ampara a Ergonomia, como frisado no seguinte subitem da norma:

17.1.2. Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, as condições de trabalho, conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora (MTE; SIT, 2002, p. 63).

Como apresentado por Mara Queiroga Camisassa (2016), a NR-17 estrutura-se de maneira em que sua compreensão, acerca do ritmo estabelecido nas atividades, parte de dois aspectos cruciais atribuídos ao trabalho, segundo detalhado no esquema abaixo:

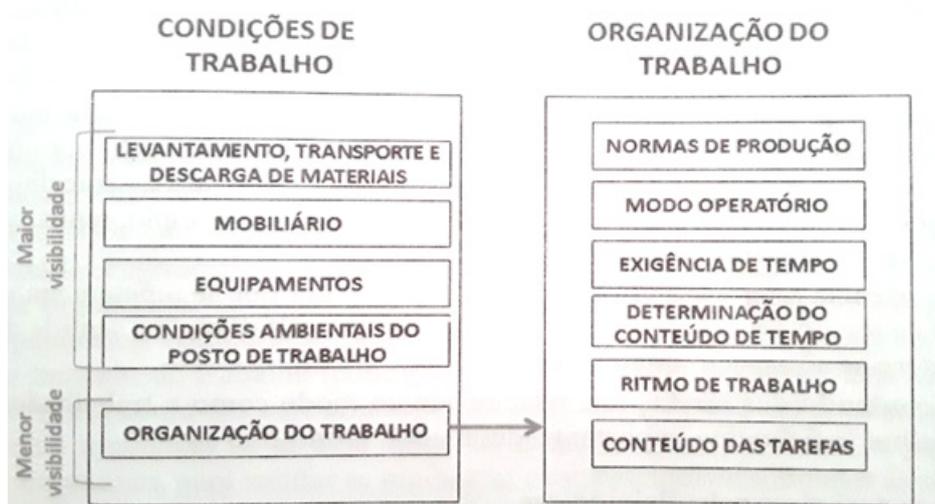


Figura 1 - Condições e Organização do Trabalho na NR-17

Fonte: Adaptado de Camisassa (2016, p. 493)

Correlacionando a figura acima ao exposto no subitem 17.2.2, da norma regulamentadora 17, apresentada pelo manual do MTE e SIT (2002, p. 27), as diretrizes atreladas às condições de trabalho no tocante levantamento, transporte e descarga individual de materiais definem em sua redação que: “Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou segurança.”

Dito isto, Camisassa (2016, p. 498), ressalta que para tal afirmação exige que sejam levados em consideração as características físicas do colaborador, e isto pode ser resolvido através do “critério de avaliação para o levantamento manual de cargas”, a partir de cálculos contando com indicadores como o “Limite de Peso Recomendado e o Índice de Levantamento”. Todavia, Camisassa (2016) destaca também a necessidade de que todo colaborador seja instruído antes de desempenhar qualquer ofício, com auxílio de métodos facilitadores que possam contribuir na prevenção de acidentes e riscos ergonômicos. Sendo assim, é pontuado através da norma, pelo MET e SIT (2002), precisamente no subitem 17.2.5, que o peso máximo para mulheres e jovens em tarefas que exigem transporte manual de cargas, deve ser inferior ao que os homens naturalmente podem admitir.

Quanto ao aspecto Mobiliário dos postos de trabalho, o item 17.3 do manual normativo, através do MET e SIT (2002), estabelece os parâmetros a serem adotados para o atendimento das características antropométricas do colaborador. Isto é, tal regimento pontua a necessidade de adaptação do mobiliário quanto às limitações humanas, analisando o modo como este executa suas tarefas (com pedais, sentado ou em pé), a fim de proporcionar conforto e segurança no que se refere as posturas adotadas e fatores pertinentes ao seu aspecto físico.

A figura 2 demonstra a aplicação da NR-17 no tocante Mobiliário dos postos de trabalho, tendo em vista a manutenção da postura do colaborador nos assentos e sua interação com os meios físicos do ofício:

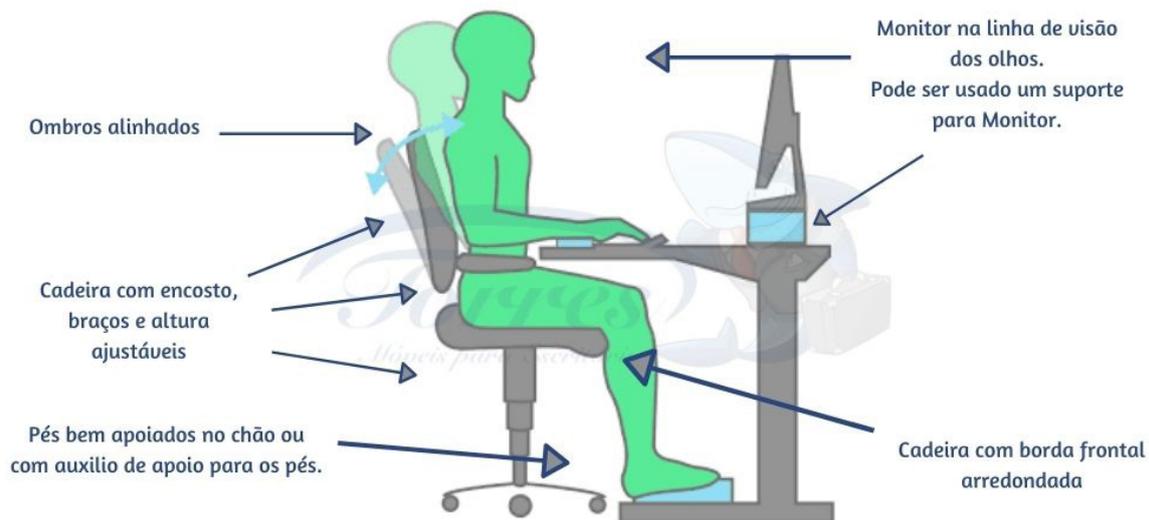


Figura 2 - Ergonomia no local de trabalho

Fonte: Torres Móveis.

Portanto, como demonstrado brevemente na figura acima, o manual da NR-17 tece as adequações necessárias acerca dos Equipamentos dos postos de trabalho, item 17.4 da norma, citando que, na subdivisão posterior: 17.4.1. Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características psicofisiológicas dos tra-

balhadores e à natureza do trabalho a ser executado (MTE; SIT, 2002, p. 65).

Deste modo, assim como consta em Camisassa (2016, p. 503), é indicado, para funções que envolvam processamento eletrônico, ajuste “[...] da tela do equipamento à iluminação do ambiente [...], proporcionando corretos ângulos de visibilidade ao trabalhador”. Sendo assim, a autora e o manual de aplicação do MET e SIT (2002) apontam que os elementos utilizados na realização das tarefas requerem medidas apropriadas quanto aos reflexos, a coordenação motora, postura e execução dos movimentos apresentados pelos colaboradores nas atividades desempenhadas.

Sendo assim, no item 17.6 da norma, pelo manual do MET e SIT (2002), é possível identificar os aspectos que são voltados quanto à Organização do trabalho, dispondo, ao longo dos subitens, parâmetros também relacionados à execução de tarefas de processamento eletrônico, trazendo à vista determinações sobre o que os empregadores não podem exigir quanto as atividades que envolvam digitação, assim como aborda em sua redação as pausas para descanso a qual os colaboradores necessitam, estando no exercício da função, e ao retorno gradativo destes aos postos de trabalho, após um determinado tempo de afastamento.

No tocante salubridade, ressalta-se o item 17.5 que compreende as Condições ambientais de trabalho, cuja especificação é destacada pelo seguinte recorte do manual da NR-17:

17.5.2. Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto: [...] (MET; SIT, 2002, p. 39).

Atrelado ao exposto, o MET e SIT (2002) consideram como “condições de conforto” os níveis de ruído, índice de temperatura efetiva, velocidade do ar, umidade relativa do ar, e os índices de iluminação, discorridos pelo regimento com a finalidade de promover condições satisfatórias de trabalho, auxiliado por outras normas regulamentadoras como a NR-15, para a adesão dos procedimentos.

Segue abaixo, em figura, os níveis aceitáveis contidos no subitem 17.5.2 da NR-17:

ITEM NORMATIVO (NR-17)	CONDIÇÕES DE TRABALHO	NÍVEIS ACEITÁVEIS
17.5.2.1	Ruído	65 dB
	Temperatura	20 °C e 23 °C
	Velocidade do ar	Não superior a 0,75 m/s
	Umidade relativa do ar	Não inferior a 40%

Quadro 1 - Tolerância admitida às condições ambientais de trabalho

Fonte: Adaptado de Camisassa (2016, p. 504)

Através dos dados acima, Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011), destacam a importância que o monitoramento da salubridade, no ambiente de trabalho, possui, pois, independente da natureza do ofício desempenhado, o colaborador precisa reconhecer os riscos de periculosidade envolvidos e o empregador tem, por obrigação, garantir, através das normas, que a qualidade de vida de seu empregado não seja comprometida, com um adendo interligado ao rendimento deste na organização.

A respeito dos Anexos I e II, adicionados à NR-17 em 2007, Camisassa (2016) pontua, respectivamente, os seguintes aspectos quanto ao âmbito de ofício: Trabalho dos operadores de Checkout e Trabalho em Teletendimento/Telemarketing. Para as funções específicas acrescentadas no regulamento, são atribuídos requisitos ao modo operatório e aos elementos utilizados para executá-lo.

O Anexo I do regulamento ergonômico, segundo pontuado por Camisassa (2016, p. 508), contém como informação inicial a descrição das atividades exercidas pelos operadores de checkout, “responsáveis pelo registro das compras dos consumidores [...]”, o que os coloca em contato direto e constante com os clientes. Visa-se, desta maneira, através do Anexo, regulamentar as operações realizadas que afetam expressivamente a qualidade de vida do colaborador, resguardando-o do uso de força indevida na manipulação de mercadorias, do mobiliário incorreto quanto às suas condições físicas, e a necessidade da realização de treinamentos para evitar riscos ergonômicos, bem como exige-se atenção à acerca de suas características psicossociais, a fim de evitar transtornos morais no ambiente de trabalho.

Ainda por Camisassa (2016), o Anexo II, da NR-17, apresenta determinações acerca do Trabalho em Teletendimento/Telemarketing, cujo contato com o cliente ocorre por via telefônica ou mensagens. Esse tipo de serviço apresenta uma série de riscos que comprometem à integridade física e psicossocial do colaborador, visto que a ideia de produtividade exigida pela empresa, muitas vezes, parte da aceleração no ritmo da execução das tarefas e da pressão imposta à necessidade de bater metas, acarretando fadiga muscular (dependendo de como o trabalho é realizado) e esgotamento emocional.

Concomitante a isto, Camisassa (2016) também exprime, através da NR-17, que fatores como assentos, mobiliário de trabalho, dispositivos de operação (como os fones de ouvido-headsets) e repouso devem ser avaliados ao tipo de ofício constado no Anexo II, obedecendo às limitações humanas. Além do mais, vale ao empregador executar a capacitação dos colaboradores de forma periódica e prover condições ambientais adequadas, realizando diagnósticos ergonômicos para o implante de melhorias na organização.

3. ERGONOMIA EM UMA VISÃO MACRO E MICRO

Como pontuado por Júlia Abrahão *et al.* (2009), os vestígios históricos da evolução da consciência humana acerca das adaptações de ferramentas e artefatos, em detrimento das próprias necessidades, já apontava indícios de que a construção destes objetos primavam, além da eficiência de sua utilização, o respeito às características antropométricas apresentadas por quem as manuseariam.

Avançando na linha do tempo, o homem, na era da produção manufatureira, buscava intimamente melhorar as condições a qual via-se inserido, isso porque a preocupação consigo e com os sistemas que criava trazia um certo apuro tangível em relação aos elementos usados, para que estes não viessem a comprometer sua segurança no exercício da labuta. No entanto, esse pensamento disciplinar esfacelou-se em decorrência da revolução industrial e de suas imposições negativas às atividades condicionadas ao operário, questões como a higiene e saúde ocupacional passaram a ser o centro de abordagens no que se refere à relação insalubre a qual o homem possuía com os meios de ofício da época, promovendo, assim, impactos no entendimento do trabalho e da necessidade de reformulação do sistema produtivo, isto é, o surgimento de melhores práticas laborais, bem como uma visão mais ampla acerca da Ergonomia no contexto organizacional (IIDA, 2005).



Mediante a discussão, segundo Marta Cristina Wachowicz (2013), a introdução da ideia de Ciência do Trabalho trouxe consigo estudos voltados aos mais variados ambientes de ofício e suas minúcias quanto aos aspectos microergonômicos, assim como a interação do homem em enfoques macroergonômicos dentro das organizações, o que permitiu uma abordagem holística à implantação da Ergonomia.

Em Lida (2005), a macroergonomia refere-se a um estágio mais atual da informatização, não restringindo-se somente ao sistema homem-máquina, mas, além disso, apresenta como foco transdisciplinar a avaliação da interface do trabalho de modo geral, adicionando a ele aspectos como a harmonização dos elementos implícitos no ambiente organizacional, tangendo as características psicossociais dos colaboradores, a relação entre estes na cooperação para o alcance da produtividade, o reconhecimento das diferenças existentes entre os indivíduos, bem como os agentes externos que atuam sobre o comportamento destes, da equipe e da empresa. Dessa forma, Lida (2005) acentua que a macroergonomia traz o entendimento de que trabalhar apenas com uma visão fragmentada do todo interfere na promoção do bem-estar do colaborador, do mesmo modo em que questões associadas à falha nas atividades laborativas os tornam mais suscetíveis aos riscos, cujo desenvolvimento das entidades organizacionais é afetado pela falta de uma política ergonômica mais sólida, sadia e integrada.

Ademais, Raquel de Oliveira Bugliani (2007), em seus estudos, identifica a macroergonomia como uma quarta fase ergonômica oriunda do aprimoramento da tecnologia homem, máquina, ambiente e organização, conectando-os, deste modo, tal qual um sistema informacional, com o objetivo macro de otimizar as células do trabalho e as complexidades existentes nos níveis operacionais.

Bugliani (2007) ainda aponta que uma interligação eficiente gerada entre os setores organizacionais, no âmbito global, favorece a detecção de problemas e o planejamento de soluções para estes promovendo o engajamento ativo dos colaboradores, com a finalidade em proporcioná-los experiências significativas quanto às intervenções ergonômicas dentro das empresas.

Quanto ao aspecto microergonômico, a definição apresentada por Wachowicz (2013) remete às questões específicas do ambiente laboral, isto é, com enfoque metodológico mais restrito em relação à adaptação do trabalho ao homem, abordando aspectos físico-ambientais, características antropométricas e fisiológicas (em relação ao esforço atribuído nas tarefas), higiene ocupacional, interatividade com os elementos de ofício, tal como mobiliário e as posturas adotadas na execução de diferentes funções.

Ainda no nível microergonômico, Lida (2005) destaca que a antropometria aqui referida designa-se às medidas físicas apresentadas por cada indivíduo, isto é, as particularidades morfológicas e fisiológicas deste, evidenciando que os postos de ofício não devem tratar as limitações dos colaboradores como iguais, sendo assim, é importante levar em consideração, também, as diferenças biológicas entre homens e mulheres quanto à situação de trabalho que os envolvem. A figura 3 exemplifica algumas variações corporais e as proporções existentes nelas.

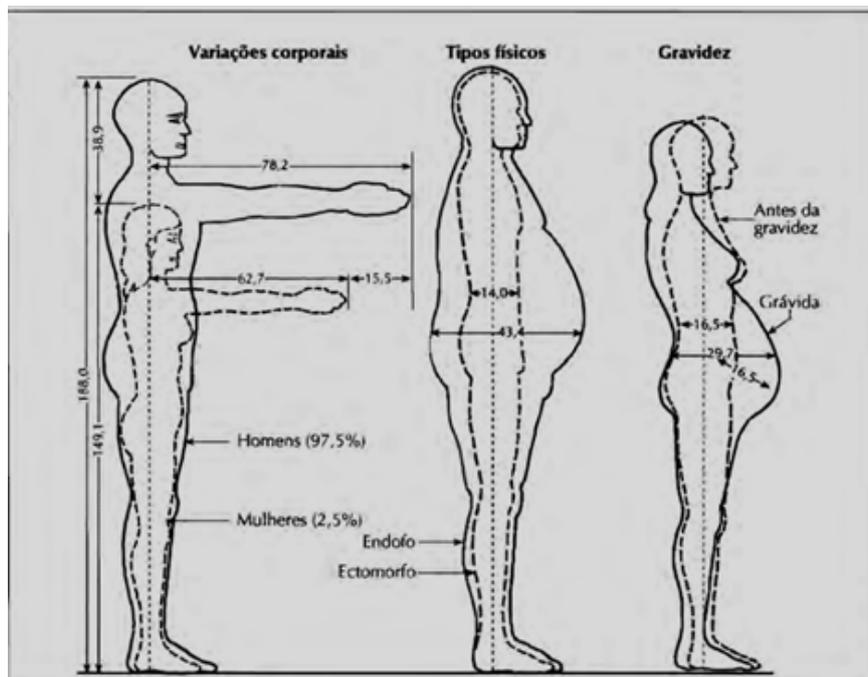


Figura 3- Variações extremas do corpo humano
 Fonte: Diffrient et. al. (1974, apud Iida, 2005, p. 105)

Observa-se, portanto, as variações das medidas corporais entre os sexos (feminino e masculino), pontuando inicialmente as diferenças existentes entre as estaturas de ambos e a composição dos membros, relativamente maiores e mais alongados nos homens, comparado às mulheres que apresentam os segmentos do corpo de forma estreita, com o tórax menor e mais arredondado, além disso, é importante salientar que a antropometria feminina pode mudar, isto em casos reversíveis/temporários, como na gravidez. Outro destaque possível está nas distinções quanto aos tipos físicos básicos: ectomorfo, mesomorfo e endomorfo; medidas estas que influenciam diretamente no dimensionamento individual dos postos de trabalho, a fim de proporcionar melhores experiências e satisfação no ofício, adequando-o através do auxílio de métodos oferecidos por outras áreas de conhecimento, a qual a Ergonomia não se limita em buscar (IIDA, 2005).

Permanecendo nesta ótica de estudo microergonômico, Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011) fazem um adendo importante quanto à incidência de repetitividade de movimentos na execução de tarefas, salientando a necessidade de adequação da postura do colaborador, bem como aos aspectos que permeiam as condições ambientais no desempenho deste, resguardado pelas atribuições da norma regulamentadora 17.

De acordo com Hendrick (1995, apud Iida, 2005, p. 18), essa análise do subsistema ergonômico micro, embora apresente uma ótica mais limitada quanto ao posto de trabalho, não impede que haja melhorias ao ser adotada, porém, esses resultados apresentam-se de forma mediana comparado à macroergonomia e toda a composição geral que sua aplicabilidade possui dentro das empresas.

Todavia, ainda em Hendrick (1995, apud Bugliani, 2007, p. 10), frisa-se que o desempenho conjunto da macro e microergonomia entrega resultados expressivamente positivos, portanto ambos os aspectos não podem ser trabalhados de forma isolada no contexto organizacional, já que na perspectiva geral a estruturação das empresas depende do equilíbrio cooperativo dos níveis macro e micro.

4. OS ASPECTOS DAS TRÊS ÁREAS DE ATUAÇÃO DA ERGONOMIA E AS PATOLOGIAS RELATIVAS AO TRABALHO

Os benefícios que rodeiam a Ergonomia projetam significância ao campo estudado, pois sua atuação vai muito além do que apenas melhorar substancialmente os espaços de trabalho, ainda que isto seja de grande valia. Como análise mais apurada do que ocorre dentro das organizações, há três domínios fundamentais relacionados à Ergonomia que devem ser citados. São eles: o físico (voltado à atividade física), Cognitivo (relacionado aos processos mentais no ambiente laboral) e organizacional (trabalha com processos sócio-técnicos, diretrizes organizacionais, gerenciamento de relações), (IIDA, 2005).

Sendo assim, o primeiro aspecto ergonômico a ser abordado refere-se ao domínio físico do trabalho que, para uma definição mais aprofundada, Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011) o descreve como sendo a observância entre a natureza das atividades laborais em relação às características fisiológicas, antropométricas e biomecânicas inerentes à anatomia humana.

Em complemento ao exposto, Mara Queiroga Camisassa (2016), apresenta a ergonomia física quanto ao estudo da postura desempenhada no trabalho. Isto é, os processos laborativos relacionados ao ritmo, movimento e manuseio de materiais produzem foco sobre a desenvoltura física do trabalhador, destacando os riscos advindos, sobretudo, pelo esforço excessivo em determinadas tarefas como, por exemplo, fadigas musculares e alterações que causam inconveniência ao sistema fisiológico.

Quanto à fisiologia humana na ergonomia, Júlia Abrahão *et al.* (2009, p. 105) aponta que fatores ambientais como “[...] iluminação, ruído e temperatura [...]”, com adição das vibrações, apresentam variáveis que atuam diretamente nos “[...] processos perceptivos humanos” e, que, se não adequados de acordo com a ambientação desencadeiam sobrecargas sensoriais e cognitivas ao colaborador, após este reagir de forma negativa a esses estímulos artificiais que o tornam passível a erros e conseqüentemente apto à doenças ocupacionais. Deste modo, é necessário que a execução das atividades operatórias consista na ponderação dos processos biológicos do indivíduo para que haja a compreensão de suas capacidades e a promoção de seu bem-estar físico no âmbito do trabalho.

As características antropométricas, já citadas no desenvolvimento desta pesquisa, relacionam-se ao dimensionamento individual dos colaboradores quanto aos postos de trabalho. Como abordado em Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011), a antropometria, no aspecto físico-ergonômico, destaca que o tamanho e as proporções corporais dos indivíduos apresentam distinções entre si. Por isso, as medidas físicas aqui tratadas devem ser corretamente verificadas quanto à adequação dos postos de trabalho ao homem.

Mattos e Másculo (2011) examinam também a incidência de efeitos negativos que a inadequação do dimensionamento provoca no colaborador, levando em pauta a ocorrência de complicações físicas como as lesões por esforços repetitivos (LER) e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Sendo assim, os autores discutem conformações voltadas à estatura do indivíduo, a levantamentos, regulagem de assentos e bancadas, acomodação das pernas e joelhos, bem como fatores referentes ao sexo, idade e deficiências físicas.

No que tange a biomecânica ocupacional, lida (2005) evidencia o termo como sendo o estudo dos movimentos realizados pelo homem na execução das tarefas, tendo em vista as conseqüências que a natureza desta acarreta sobre o comportamento do sistema musculoesquelético do indivíduo.

Mattos e Másculo (2011) reforçam que a biomecânica avalia questões posturais e as

aplicações de força no trabalho, focando nas determinações de segmentos internos do corpo humano, como os impactos que movimentos repetitivos e atritos de tendões ocasionam nos ossos, articulações e músculos.

Quanto a manutenção da postura ocupacional, Mattos e Másculo (2011) apresentam o trabalho rítmico e estático a qual o corpo pode assumir, dependendo da atividade realizada pelo indivíduo. Respectivamente, os autores ressaltam que o primeiro relaciona-se às ações dinâmicas que os músculos operam na contração e extensão, e o segundo volta-se à inatividade prolongada da musculatura, o que requer um pouco mais de atenção, pois esse tipo de trabalho restringe a circulação sanguínea pelos tecidos, levando o corpo a enfrentar condições desconfortáveis de tensão e fadiga. No Quadro 2 é possível observar alguns tipos de posturas inadequadas e as consequências geradas a algumas partes do corpo.

POSTURA	RISCO DE DORES
Em pé	Pés e pernas (varizes)
Sentado sem encosto	Músculos extensores da costa
Assento muito alto	Membros inferiores (pernas, joelhos, pés)
Assento muito baixo	Costas e pescoço
Braços em elevação	Ombros e braços
Manejo inadequado	Antebraço, punho

Quadro 2 – Assunção de posturas e os riscos de dores nos segmentos corporais

Fonte: Adaptado de Ubirajara Mattos e Francisco Másculo (2011, p. 332)

Iida (2005) declara em sua literatura que há três tipos básicos de postura que o corpo pode assumir: a deitada, sentada e em pé. Dependendo da natureza do trabalho, o autor destaca que os esforços atribuídos na musculatura tendem a incidir riscos graves à integridade física do colaborador, isso, principalmente, se não for constatado, junto a este, a adequação dos postos de ofício, assim como, também, a ocorrência de projetos inapropriados de máquinas, assentos e bancadas que interferem diretamente nas boas práticas laborais.

Partindo para o aspecto cognitivo, Wachowicz (2013, p. 109) declara que “Essa é uma das áreas da ergonomia de maior dificuldade de compreensão e aplicabilidade por parte de alguns empregadores.”; isto ocorre porque cada indivíduo possui um ritmo diferente no que se refere à forma de pensar, aquisição de conhecimento e processamento das informações nas atividades laborais. Sendo assim, a carga mental demandada no ambiente de trabalho e os processos perceptivos oriundos deste requerem uma atenção cautelosa, visto que incidem diretamente na produtividade do colaborador dentro das empresas.

Mattos e Másculo (2011) identificam a ergonomia cognitiva como sendo a interação do homem com os elementos do sistema ao seu redor e os estímulos que estes propiciam para que haja o processamento das informações e a posterior tomada de decisão. Ainda nesta ótica, os autores afirmam que o grande fluxo de informações, geradas sobre a capacidade fisiológica do colaborador, sobrecarrega a capacidade mental deste em lidar com a percepção de estímulos e a entrega de respostas motoras ao sistema.

Os aspectos voltados à ergonomia organizacional, segundo Iida (2005), aponta que o conceito desta área não se delimita apenas na perspectiva entre o homem e a máquina, mas flui por toda a estrutura que concerne as organizações, sendo, deste modo, um componente crucial dos estudos macroergonômicos. De modo complementar, ainda é citado pelo autor a importância da criação de um ambiente psicossocial cooperativo, que expresse uma cultura interna empenhada em alavancar o sentimento de estima do colaborador,

pois a eficiência de resultados organizacionais parte da consequência do quão o homem se sente confortável realizando sua função.

Em prol disto, Lida (2005) cita alguns fatores preponderantes dentro das empresas a que se deve examinar quanto a interferência que provocam na assiduidade do colaborador, como por exemplo, o estresse, um estímulo decorrente de circunstâncias ameaçadoras no âmbito laboral que desencadeiam no organismo uma adrenalina desenfreada para mantê-lo em constante alerta, ocasionando, posteriormente, efeitos físicos e psicológicos prejudiciais, como a ansiedade e depressão. Outro ponto destacado pelo autor é a fadiga e monotonia causadas pelo ritmo do trabalho, seja ele intenso ou repetitivo, reduzindo a satisfação dos operários e comprometendo a atenção destes no desempenho laborativo.

Tratando-se de motivação humana dentro da ergonomia organizacional, Christophe Dejourns *et. al.* (2011) traz um enfoque interessante no que se refere ao comportamento do indivíduo e a excitação que este recebe ligado aos estímulos sensoriais do sistema que o rodeia, sendo responsáveis notadamente na predisposição para satisfazer seus anseios. Dentro da ótica corporativa, Lida (2005) alega que a interação entre motivação e habilidade, isto é, vontade e experiência, acarreta o que se conhece por trabalho. Fatores motivacionais ajudam o colaborador no estabelecimento de metas, na otimização do desempenho individual e coletivo, nas recompensas atribuídas pela execução do ofício e no aperfeiçoamento pessoal.

Em virtude ao panorama gerencial das empresas, Lida (2005) destaca que para haver o dinamismo dentro das organizações, faz-se necessário que algumas medidas sejam implantadas na administração dos recursos do trabalho, como o treinamento sistemático para redução de inseguranças do colaborador, a adoção de exercícios físicos como a ginástica laboral para o relaxamento das tensões musculares, a necessidade de garantir a socialização entre os funcionários, evitando o isolamento entre eles e, por fim, a dada assistência a estes no ambiente laboral quando algum imprevisto for despontado. Sendo assim, o autor finaliza enfatizando a importância que as aplicações ergonômicas destinam ao progresso das empresas, bem como as qualidades substanciais que promovem aos indivíduos do sistema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a motivação em torno deste trabalho surgiu da necessidade de elucidar os parâmetros que envolvem a Ergonomia incorporada à segurança e bem-estar do colaborador, reafirmando-a, em seu campo de estudo, como uma ciência imprescindível na aplicação de boas práticas laborais dentro das organizações, ao ser intercalada à otimização quanto ao desempenho empregado pelos indivíduos. Em virtude disto, a referente pesquisa, ao longo de sua trajetória, buscou esclarecer um questionamento proposto no início de seu desenvolvimento, tomando como ponto de partida a indagação acerca de quais fatores deviam ser levados em consideração para que a produtividade de uma empresa não fosse afetada por uma má gestão ergonômica. Sendo assim, traçou-se caminhos a partir de um objetivo primário, que estabeleceu a “compreensão das partes fundamentais que englobam a Ergonomia e sua interação constante com outras áreas do conhecimento”, observando-se, deste modo, que seu aperfeiçoamento efetua-se por intermédio de algumas ferramentas em amparo ao sistema homem-máquina-trabalho, operando-o de forma eficiente em toda cadeia laborativa. Portanto, para lapidar a ideia central, fora estabelecido três objetivos específicos, delimitando-os através de capítulos, cuja metodologia, cunhada em uma revisão bibliográfica, permitiu que fossem explorados de acordo com

suas propriedades e a notoriedade que suas definições apresentam quando introduzidas nas empresas.

À vista disso, como resultado inicial, atrelado aos objetivos específicos desta pesquisa, a elaboração do Capítulo 2 enfatizou os atributos normativos da Ergonomia, declarando que a implantação desta, dentro das organizações, deve ocorrer por intermédio da NR-17, norma responsável por garantir as diretrizes essenciais para a realização das boas práticas laborais. Nesse contexto, a abordagem apresentada teve como levante declarar que ações de caráter legislativo incidem, primordialmente, na regulação e promoção de condições favoráveis de trabalho ao indivíduo, independente de qual natureza for, destacando nos itens da norma pontos cruciais como a organização dos segmentos das tarefas envolvidas, tanto que em 2007 dois anexos passaram a complementar a NR-17, mediante a necessidade de amparar duas áreas específicas voltados ao Trabalho dos operadores de Checkout e Trabalho em teleatendimento/Telemarketing, visto que seus aspectos laborativos requerem atenção minuciosa quanto aos fatores psicofisiológicos. A âmbito nacional, embora citado superficialmente, observou-se que a associação da ABERGO surgiu como importante ferramenta no desenvolvimento científico da Ergonomia, bem como favoreceu a capacitação de profissionais na área para fomentar o estudo de melhorias relacionado aos postos de trabalho. Desse modo, em um panorama geral, a legitimidade da NR-17 reafirma, sobretudo, o dever que as empresas possuem quanto à existência de uma relação saudável entre o homem, os instrumentos de trabalho e o ambiente a qual interage constantemente, tendo em vista que a implantação de métodos corretivos e regimentados só é possível se há uma condução responsável.

O Capítulo 3 apresentou a definição dos aspectos pertinentes à macroergonomia e microergonomia, oferecendo uma perspectiva acerca das características apresentadas por elas, bem como questões pontuais que as envolvem dentro de um contexto organizacional, onde a Ergonomia passa a ramificar-se por toda a estrutura corporativa, não restringindo-se somente ao ambiente físico. Destacou-se também a importância de estudar os postos de trabalho numa visão micro, no que tange ao seu cerceamento no estudo metodológico relacionado à interface homem e máquina, enfatizando a diferença entre os indivíduos e os fatores de capacidade laboral, assim como a correlação existente entre a abrangência macroergonômica e as singularidades que compõe a microergonomia, o que indica prontamente que a compreensão de ambos os campos é crucial a fim de que seja concebido uma interconexão ergonômica nas camadas que compõe as empresas para obtenção de resultados satisfatórios, intercalados à uma boa comunicação e uma gestão integrada de pessoas e processos.

A abordagem do Capítulo 4 partiu do entendimento inicial dos três domínios que regem a Ergonomia (física, cognitiva e organizacional), com uma passagem importante sobre as patologias oriundas à redução de produtividade no trabalho, devido aos problemas encontrados no posto de ofício que comprometem à qualidade de vida do colaborador, necessitando, desse modo, de uma intervenção ergonômica perspicaz e participativa, no que se refere ao indivíduo, aos equipamentos utilizados, condições ambientais enfrentadas e posturas adotadas na realização de determinadas tarefas. Evidenciou-se, também, no Capítulo 3, como o alinhamento de diferentes campos de saberes, tais como a antropometria e anatomia humana, agregam na resolução de inconformidades, levando em consideração a análise individual para que seja implantado uma boa prática ergonômica. Sendo assim, os aspectos de higiene do trabalho discorridos nesta seção desencadearam a necessidade de atenção aos fatores que infligem a segurança do colaborador, no que se refere às condições inapropriadas, situações que geram desconforto e ao mau direcionamento das atividades exercidas, portanto, tais pontos demandam um diagnóstico apu-



rado, percorrendo a cadeia produtiva de modo a corrigir os gargalos ocasionadores de doenças ocupacionais que afetam diretamente a harmonia do trabalho e o desempenho empregado pelo colaborador.

Encerra-se, deste modo, assinalando que o alinhamento dos objetivos desta pesquisa contribuíram para o alcance do que fora proposto no início de sua formulação. A assimilação dos conceitos abordados aqui, são de natureza sublime e realçam que o investimento em boas práticas laborais projetam resultados encadeados por todo o sistema de trabalho, a otimização dos processos depende intrinsecamente que a integridade física e psicossocial do indivíduo seja preservada, destacando que a garantia dos parâmetros citados nesta pesquisa são primordiais para que o colaborador não se enxergue como uma máquina, mas sim como a engrenagem fundamental e versátil de um sistema complexo, a qual possa sentir-se satisfeito e motivado pela organização, no desenvolvimento de suas habilidades e competências.

Referências

- ABRAHÃO, Júlia Issy. *et al.* **Introdução à Ergonomia**: da prática à teoria. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- BUGLIANI, Raquel de Oliveira. **Macroergonomia: um panorama do cenário brasileiro**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação; Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.
- CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e saúde no trabalho**: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2016.
- DEJOURS, Christophe; ABDOUCHELI, Elisabeth; JAYET, Christian. **Psicodinâmica do trabalho**: contribuições da Escola Dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho. São Paulo: Atlas S. A., 2011.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.
- MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira; MÁSCULO, Francisco Soares. **Higiene e segurança do trabalho**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- MTE; SIT. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2. ed. Brasília: MTE; SIT, 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/escola/e-biblioteca/manual-de-aplicacao-da-nr-17-ano-2002.pdf/view>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- Torres móveis. **A norma NR17 e a Ergonomia**. [S.l.]. Disponível em: <https://torresmoveis.com.br/norma-nr17-e-ergonomia/>. Acesso em: 18 out. 2022.
- WACHOWICZ, Marta Cristina. **Ergonomia**. Paraná: Rede e-Tec Brasil, 2013.

59

A TECNOLOGIA ALIADA AO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS, NO ENFOQUE SUSTENTABILIDADE E REDUÇÃO DE CUSTO

*TECHNOLOGY ALLIED TO THE DEVELOPMENT
OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS, WITH A FOCUS ON
SUSTAINABILITY AND COST REDUCTION*

Ruimara Alves Nascimento
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O presente trabalho apresentou uma revisão de literatura sobre a tecnologia aliada ao desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos, no enfoque sustentabilidade e redução de custo. Visou demonstrar a eficiência da utilização de fontes renováveis na redução de consumo e o papel da tecnologia em prol desse projeto. Para construção deste estudo, foi utilizada a Pesquisa Bibliográfica como metodologia, teve como abrangência tópicos que possibilitaram um conhecimento mais aprofundado do tema sugerido, como: Analisar os conceitos gerais e o funcionamento das placas fotovoltaicos; conhecer às vantagens e desvantagens na obtenção do projeto de placas solares e impacto ao meio ambiente; e, por fim, a contribuição da tecnologia na conversão de energias renováveis. Buscou-se enfatizar o resultado benéfico oferecido pelas fontes renováveis a natureza, e usuários na geração crédito nas concessionárias de energia e na redução de custo na fatura final do consumidor, além de se tratar de uma energia considerada limpa, que em comparação a utilização dos recursos hídricos que tem se tornado cada vez mais escasso, por desperdícios em hidrelétricas, indústrias entre outros fatores que influenciam nessa escassez. Tendo em vista que a energia solar tem sido vista como algo promissor e vantajoso para o mercado sendo uma alternativa sustentável e renovável.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Redução de Custo, Sistema Fotovoltaico, Energia Solar.

Abstract

This paper presents a literature review on technology combined with the development of photovoltaic systems, focusing on sustainability and cost reduction. Aiming to demonstrate the efficiency of using renewable sources in reducing consumption and the role of technology in favor of this project. For the construction of this study, Bibliographic Research was used as a methodology, covering topics that allow a more in-depth knowledge of the suggested theme, such as: Analyzing the general concepts and operation of photovoltaic panels; know the advantages and disadvantages in obtaining the project of solar panels and impact on the environment; and, finally, the contribution of technology in the conversion of renewable energies. Seeking to emphasize the beneficial result offered by renewable sources to nature, and users in the generation of credit in energy concessionaires and in the cost reduction in the consumer's final bill, in addition to being considered clean energy, which in comparison to the use of water resources which has become increasingly scarce, due to waste in hydroelectric plants, industries, among other factors that influence this scarcity. Considering that solar energy has been seen as something promising and advantageous for the market, being a sustainable and renewable alternative.

Key-words: Sustainability, Cost reduction, Photovoltaic System, Solar energy.

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos e o consumo elevado dos recursos hídricos nas usinas e ao grande impacto gerado a natureza por meio de desmatamento que tende a ser uma influência ao aquecimento global, surge a cada dia a necessidade de pesquisas e investimentos voltados a energia solar, ou seja, uma fonte considerada limpa e de baixo impacto ao meio-ambiente, e torna-se para a população atual e futuras gerações uma das alternativas promissoras para redução de prejuízos a natureza, além de obter retorno positivo na redução de custo na fatura final de energia.

O presente trabalho teve como tema “A Tecnologia aliada ao desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos, no enfoque sustentabilidade e redução de custo” visou detalhar o estudo do sistema fotovoltaico no mercado, e dessa forma deu um enfoque aos benefícios gerados, e o papel desempenhado na junção da tecnologia na conversão de fontes de energias renováveis. Buscou-se enfatizar o conhecimento de um projeto inovador aos empreendimentos, e a eficiência na geração de energia, sendo de fácil instalação, e pode ser acessível às comunidades isoladas e com grande potencial de durabilidade e baixa custo de manutenção.

Desta forma, espera-se atrair o interesse para o conhecimento mais aprofundado de um projeto lucrativo ao mercado, por tratar de algo que possui sua eficácia na sustentabilidade, e contribuem com menores taxas de poluentes e em valores mais reduzidos nas contas de luz, possibilita que seus usuários acumulem crédito que podem chegar até 90% de desconto em sua conta. Com vista ao seguinte questionamento a ser respondido por esse trabalho: qual seria a eficiência da utilização de fontes renováveis para o meio ambiente e quais os benefícios encontrados para se obter placas solares em residências?

Teve-se como objetivo geral: Apresentar a efetividade da utilização de fontes renováveis na redução de consumo e o papel da tecnologia no desenvolvimento do projeto. Para alcançar esse objetivo geral, os objetivos específicos foram: Analisar os conceitos gerais e o funcionamento das placas fotovoltaicos; conhecer às vantagens e desvantagens na obtenção do projeto e o impacto no meio sustentável; discorrer a contribuição da tecnologia na conversão de energias renováveis.

Foi realizada como metodologia, uma pesquisa bibliográfica referente ao tema sistema fotovoltaico aliado a redução de custo e sustentabilidade, sendo estruturado de forma descritiva nas seguintes bases: Google acadêmico, Scielo acadêmico, Livros Didáticos e Sites. Ressalta-se que às fontes literárias utilizadas referem-se a publicações dos últimos 20 anos, com ligação ao tema sugerido, através do conhecimento científico. Contou-se com os métodos de citações e base de dados publicados, na criação de conhecimentos e desenvolvimento do assunto, utilizou-se as palavras chaves: Sustentabilidade, Redução de Custo, Sistema Fotovoltaico, Energia Solar.

Os trabalhos analisados nesta pesquisa foram dos principais autores: REIS, Lineu, Belico (2011); Zilles; Macêdo; Galhardo; Oliveira (2012); Villalva (2012), Vallêra (2006); Hodge (2010).

2. CONCEITO E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

A palavra fotovoltaica é originada a partir da junção de duas palavras: foto que vem do grego que significa luz e voltaico que significa volt que seria uma unidade de potência elétrica, ou seja, uma energia que sua fonte principal é o sol. O pontapé inicial do surgimento

da energia fotovoltaico foi em 1939 pelo físico francês Edmond Becquerel, observou-se que quando “placas metálicas, de platina ou cobre mergulhada em um eletrólito (solução condutora de eletricidade) produziam uma diferença de potencial que aumentava com a presença da luz solar” (RODRIGUES, 2017, p. 17).

A primeira célula moderna foi exposta no ano de 1954. Possuía apenas dois centímetros quadrados de área e com uma eficiência de 6%, que fornecia 5mW(megawatt) de potência elétrica. Cinquenta anos depois, em 2004, foram feitos cerca de mil milhões de células, com eficiências da ordem dos 16%, passando pela excedendo pela primeira vez a barreira de 1 GW de potência elétrica anual instalada (VALLÊRA, 2006)

De acordo com Zilles *et al.* (2012, p.13) “A descoberta do fenômeno de conversão fotovoltaico remete ao século XIX, período no qual alguns estudiosos observaram fenômenos físicos que permitiam a conversão da luz em energia elétrica”. Podendo ser dividido em dois meios de conversões bastante utilizados: a energia solar fotovoltaica, e a energia solar térmica. Sendo a célula fotovoltaico aliada ao processo de efeito fotovoltaico, que seria basicamente a utilização da luz solar para geração de eletricidade por materiais semicondutores capazes de fazer essa absorção de calor com facilidade (GALDINO *et al.*, 2000).

Enquanto: “A conversão térmica constitui-se no aproveitamento direto da energia térmica do sol, seja para utilização imediata (aquecimento de água, processos industriais), ou para a geração de eletricidade por meio de um processo termodinâmico (geração de vapor)” (GALDINO *et al.*, 2000, p. 17).

Com os avanços tecnológicos tornou-se possível o estudo dos semicondutores inicialmente para os sistemas aeroespaciais e militares. Abrindo o leque logo em seguida para diversos seguimentos, tornando possível a partir do século XX o conhecimento mais aprofundado para “geração de eletricidade, tanto na forma distribuída como em grandes centrais” (ZILLES *et al.*, 2012, p.13).

A funcionalidade das células fotovoltaicas atua da seguinte forma “o efeito fotovoltaico processa-se em junções pn de materiais semicondutores, em que os elétrons excitados por fótons são arrastados pelo campo elétrico inerente à junção pn, de forma a produzir uma corrente elétrica através desta junção” (GALDINO *et al.*, 2000, p.21).

“A transmissão da corrente contínua é feita por cabos até um aparelho inversor que transformará essa corrente em eletricidade alternada. No sistema conectado à rede, a energia que não é consumida voltará para a rede distribuidora e é contabilizada como créditos” (AMARAL, *et al.*, 2016, p.07). Transformando-se em bonificações através de descontos nas contas de energia com o nome do titular do projeto, calculando a diferença em cima da geração da quantidade de energia que está sendo gerada na rede conectada.

De acordo com Reis (2011) são utilizados bastante matérias e estruturas para geração das células fotovoltaicas. Porém a mais utilizada pelo mercado é o silício, por se tratar de uma matéria bastante conhecida pelo meio da tecnologia e de já se ter um vasto conhecimento de sua matéria prima. Dentro das subdivisões tem o silício cristalino, dividido entre: o silício monocristalino, policristalino e o silício amorfo (REIS, 2011). Porém, mesmo podendo utilizar vários materiais na construção das placas solares 95 % de utilização é o silício por ser barato e de fácil acesso. (VILLALVA, 2012).

O sílico monocristilino (m-Si) é conhecido por ser um material ultrapuro, por passar pelo processo de altas temperaturas para assim formar um cristal chamado método czochralki, resultando no lingote de silício monocristalino que, conforme Villalva (2012) “o lingote de silício monocristalino é constituído de uma estrutura cristalina única e possui organização molecular homogênea, o que lhe confere aspecto brilhante e uniforme”.

Já o Silício policristalino é produzido de maneira mais simples e barata, comparada ao monocristalino, mas com a eficiência de 13 a 15% relacionado ao anterior, com custo de produção menor, compensando a baixa eficiência do produto. Sendo formado por um aglomerado de pequenos cristais, com tamanhos e orientações diferentes [...] possuem aparência heterogênea e normalmente são encontradas na cor azul, mas sua cor pode diferir em função do tratamento antirreflexivo empregado” (VILLALVA, 2012, p.68,69).

Enquanto o Silício amorfo possui eficiência inferior relacionado aos dois citados acima, avaliado entre 5% à 8%. Tendo diminuição de qualidade, variando de 6 a 12 meses em seu funcionamento. Pelo fato do desgaste ocasionado pela luz (VILLALVA, 2012).

Podendo atingir uma eficiência na conversão de energia solar para elétrica de 15% em relação ao silício monocristalino, 12,5% ao policristalino, e 8% ao silício amorfo. Tendo em comparativo com o mercado sendo calculado de acordo com o percentual de 5% de eficiência do processo de fotossíntese. Porém 95 % de utilização na construção de placas solares é o silício por ser barato e de fácil acesso (VILLALVA,2012),

Segundo estudos o Brasil é um dos países com um grande potencial por sua localização próxima a linha do Equador possibilitando uma maior absorção de energia solar, pois não possui grande alteração de radiação solar, algo que é vista como vantagem perto de países mais desenvolvidos (GALDINO *et al.*, 2000).

As placas dos sistemas fotovoltaicos podem ser usadas tanto no meio rural, como em grandes terrenos, ou em telhados de residências, prédios ou em grandes empresas dependendo da necessidade do cliente. (VILLALVA, 2012, pg.22)

Em 2012 foi aprovada uma resolução de nº 482, que possui as seguintes diretrizes: “A resolução nº 482 da ANEEL estabelece que cada cidadão brasileiro ou empresa poderá ter em seu telhado uma usina fotovoltaica produzindo eletricidade para a complementação do consumo próprio ou para a exportação de energia” (VILLALVA, 2012, pg.37). Criou assim a possibilidade do cliente estar tendo sua geração própria através de uma fonte renovável que é o sol.

“Uma célula fotovoltaica consegue fornecer uma tensão elétrica de até aproximadamente 0,6 V. Para produzir módulos com tensões de saída maiores, os fabricantes conectam várias células em série. Tipicamente um módulo tem 36, 54 ou 60 células, dependendo de sua classe de potência (VILLALVA, 2012, pg.76). Com a compreensão de que quando o módulo é conectado em série, todos possuem a mesma corrente nas placas, podendo existir tanto sistemas em série quanto em paralelo nos módulos. Exemplificando o fator sombreamento em quanto um sistema em caso de uma placa está sendo sombreada todo painel montado fica comprometido, no sistema paralelo apenas um módulo fica prejudicado.

O sistema mais utilizado nas residências ou empresas atualmente são: *On-grid* e *Off-grid*:

2.1 Sistema *on-grid*

A palavra *on-grid* vem do termo em inglês na Rede. Sendo *On-grid* o sistema ligado diretamente a rede de distribuição de energia, fazendo que a geração que excede do total utilizado no dia, seja repassada para a rede de transmissão, transforma-se em crédito para o consumidor. Trabalhando na troca de energia limpa por energia elétrica convencional. Podendo através desse método chegar a 95% de economia da fatura final de energia. Sendo necessário alguns itens para formação desse sistema tais como: painéis solares, inver-



sol solar, cabeamento e controlador de carga. Demonstrado abaixo o sistema *on-grid*:

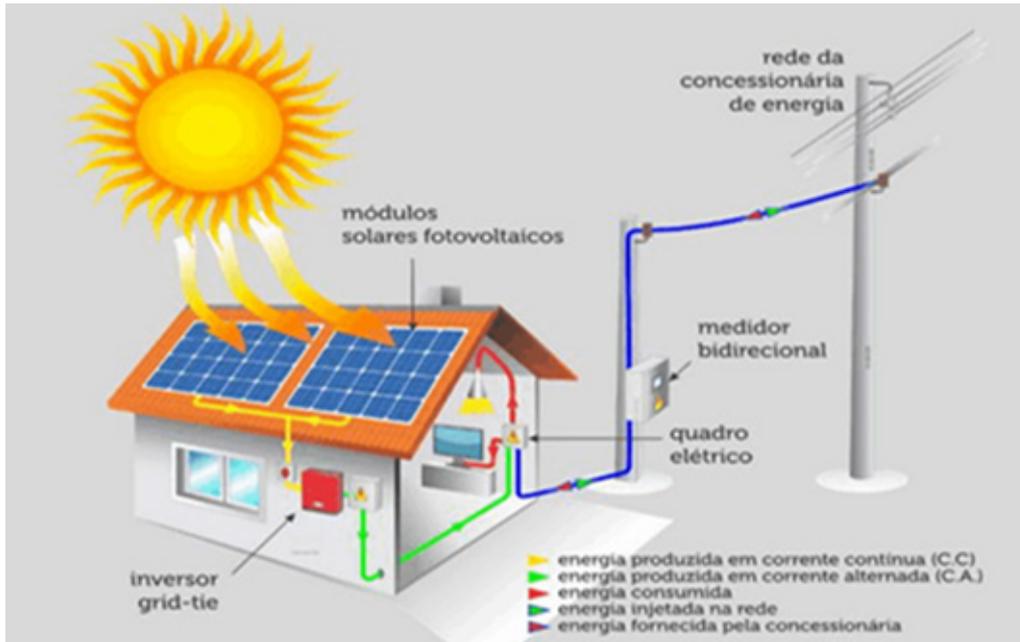


Figura1- Detalhamento do sistema *on-grid*

Fonte: passos energia solar

Na figura 01, temos a representação do sistema *on-grid*, que é instalado o medidor bidirecional, pela linha de distribuição (equatorial) para assim efetuar a leitura do quando o cliente está consumindo e de quanto ele está gerando em seus painéis solares. Utilizando em seu projeto inversores, módulos entre outros itens.

2.2 Sistema *off-grid*

No entanto no sistema *off-grid*, toda energia excedida da utilizada é armazenada em baterias sendo produzidos pelo sistema fotovoltaico. Utilizando os seguintes itens: painéis solares fotovoltaicos, banco de baterias para armazenamento, inversor solar, controlador de carga. Como demonstrado na foto abaixo às etapas dentro do processo *off-grid*:

Esquema de funcionamento do sistema Fotovoltaico “Off Grid”



Figura 2- Detalhamento de sistema *off-grid*

Fonte: Trevi solar

Na figura 02. Temos a ilustração do sistema *off-grid*, que ao fazer o armazenamento nas baterias necessita de um investimento maior, pois não teria a contribuição das concessionárias de energia (BOSO *et al.*, 2015).

Portanto, o funcionamento dos módulos estar alinhado a eficiência do mesmo quanto a tecnologia de cada placa solar, que serão abordados nos capítulos seguintes. E sendo observado no capítulo 1 o detalhamento e o conhecimento da efetividade de cada item vinculado ao sistema fotovoltaico.

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS APLICADOS AO USO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

As fontes renováveis apresentam um papel relevante quanto às questões de sustentabilidade na sociedade, em decorrência de sua natureza inesgotável. O sol pode ser uma das primeiras fontes a serem citadas, devido a sua utilização para a geração de energia através de placas solares, sendo capaz de absolver nelas força suficiente para fornecer energia elétrica por intermédio de painéis solares para pequenos povoados, comunidades isoladas, empresas ou até residências. Já a água, considerada também um recurso natural renovável, pode ser utilizada para movimentar às turbinas em usinas hidrelétricas, através da força dos rios, tornando-se na atualidade uma das fontes mais utilizada pelas concessionárias de energia, visando o sistema fotovoltaico como algo a ser investido, mediante a escassez dos recursos hídricos (VILLALVA, 2012)

Do ponto de vista ambiental, a geração distribuída com tecnologias limpas e renováveis permite a expressão da matriz energética brasileira de forma sustentável e com baixo impacto ao meio ambiente (ZILLES *et al.*, 2012, p.54).

Ao fazer uso dos sistemas fotovoltaicos, podem ser encontrados diversos benefícios, assim como desvantagens na adesão do projeto, sendo algo que depende primordialmente do uso da fonte renovável, pode ser listado nos tópicos logo abaixo:

- Em ilhas, comunidades e lugares isolados com dificuldade de geração de energia, o sistema fotovoltaico pode ser uma alternativa energética (VILLALVA, 2012). Cria-se dessa forma uma qualidade de vida melhor para os moradores de cada localidade que possuir o benefício da energia solar, diminui assim os riscos de incêndio para famílias que dependem das famosas lamparinas, utilizada com auxílio do fogo, para iluminar suas residências durante o período noturno.
- Baixo custo de manutenção (VILLALVA, 2012). Baseando-se na manutenção preventiva, pode ser listada por faixa de período: Semanalmente, pode ser feita com uso de sabão e água para limpeza das placas solares, tendo máximo de cuidado para não as danificar. Mensal, observar se a fiação está vedada da forma correta e se o sistema está sobrecarregado. Já na manutenção anual, é necessário verificar todo sistema fotovoltaico e suas fiações elétricas para analisar se todo projeto está gerando da forma correta.
- Sem emissão de gases poluentes e sem a produção de gases nocivos para sociedade, cooperando, deste modo, para menores impactos a sociedade (Naruto, 2017). “Contribuindo para o suprimento de energia dos centros consumidores e ao mesmo tempo proporcionando a melhoria da qualidade de vida nas grandes cidades, tornando mais limpo o ar que respiramos e mais sustentável o nosso modo de

vida” (VILLALVA, 2012, p.31).

- O projeto tem a durabilidade de 25 anos ou mais tempo, dependendo do manuseio e cuidado do usuário (De Leva, 2004). Essa durabilidade parte do fato de que o material utilizado é bastante resistente às mudanças climáticas. Mas cada item do projeto possui seu tempo estipulado, tais como: inversores com vida útil aproximada de 10 a 15 anos, já os suportes de fixação dos módulos solares possuem um tempo de até 25 anos.

A seguir às seguintes desvantagens:

- Alto custo da implementação do projeto em residências, indústrias, terrenos entre outros;
- As células fotovoltaicas necessitam de uma tecnologia avançada e sofisticada;
- A geração de energia depende do quanto de radiação solar as placas estão absorvendo, ou seja, irá depender das mudanças climáticas de cada região (De Leva, 2004).
- Sombreamento no local das placas solares, que podem gerar perda da eficiência do equipamento, por estar próximo a lugares com grande contingente de árvores, edifícios e entre outros fatores que podem minimizar o rendimento das placas solares;
- Fazer a instalação em locais com facilidade de corrosão como, por exemplo, próximo a praias ou áreas com acesso a águas salgadas, ou efetuar a implantação em telhados instáveis que irá impactar de forma negativa no retorno do lucro do projeto (SOUZA; SOUZA; MINORI, 2019).

Por ser um recurso inesgotável, estudar a luz solar pode ser um grande avanço por se tratar de uma fonte natural e com baixo impacto ao meio ambiente. É considerada uma “fonte de energia limpa e com baixos impactos ambientais e sem geração de resíduos poluentes” (VILLALVA, 2012, pg.12)

Segundo Reis (2011) “as fontes primárias usadas para produção de energia elétrica podem ser classificadas em não renováveis e renováveis”. Tendo como não renováveis as que se esgotam com rapidez e precisam de um grande tempo para serem repostas ao meio ambiente novamente, enquanto as fontes renováveis são repostas de forma mais rápida ao meio ambiente, cuja utilização, para a geração de energia, não agride o meio ambiente, isto é, traz benefícios tanto à sociedade quanto ao meio sustentável. Criando assim alternativas sustentáveis para diminuir as questões voltadas aos grandes problemas atmosféricos, voltados à queima de combustíveis fósseis, poluição do ar, chuva ácida, efeito estufa, itens que contribuem no avanço do aquecimento global.

Porém, com diversos benefícios apresentados na utilização da energia solar, a população ainda está se adaptando a ver o mundo de uma forma mais sustentável, como demonstrada na figura abaixo, em que a porcentagem mais vantajosa é dos recursos hídricos:

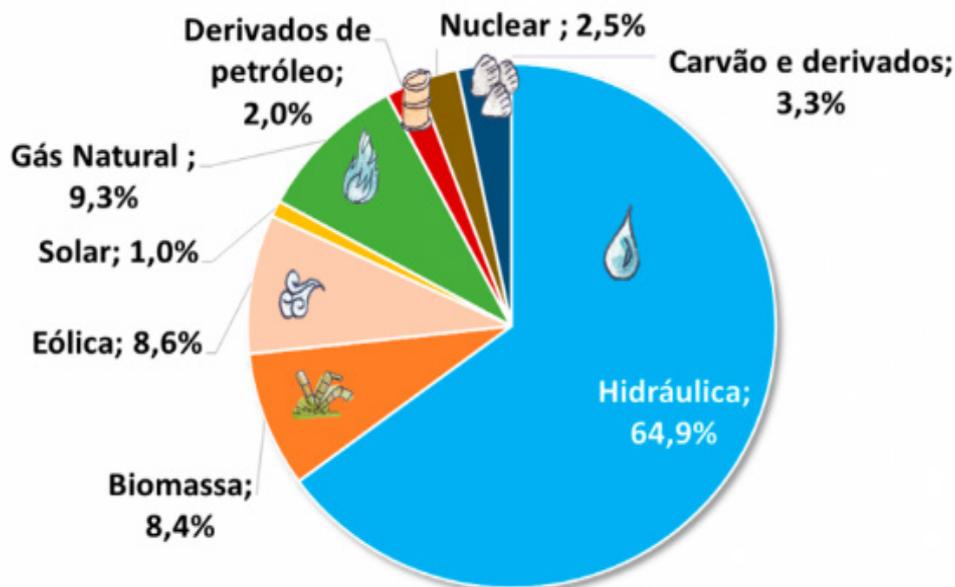
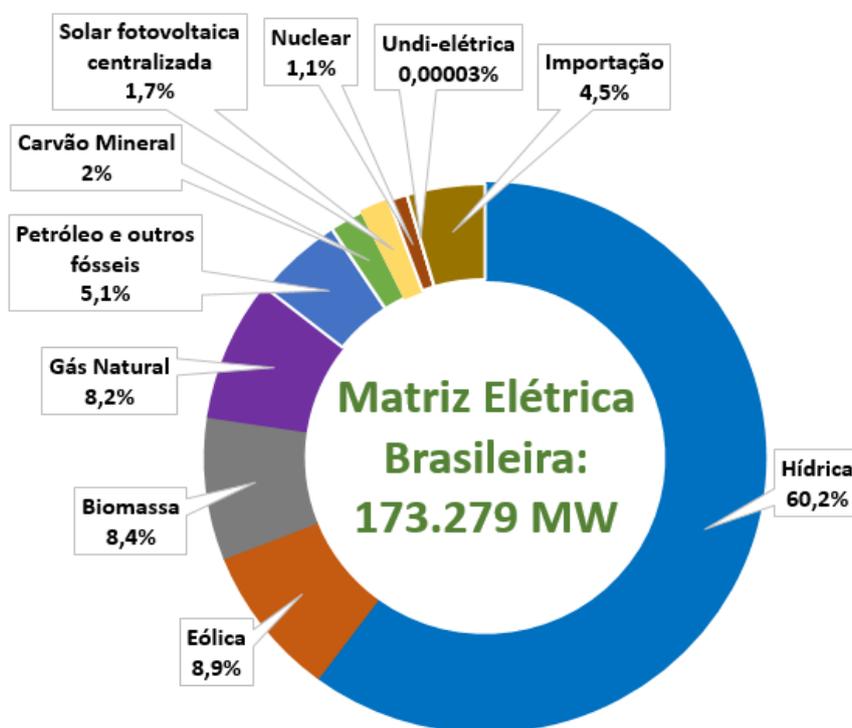


Figura 03: Matriz energética do Brasil 2019

Fonte: Vetorlog, (2021)

Pode-se observar na figura 03, que a porcentagem ainda é baixa em relação aos dados gerais, visto que os recursos hídricos têm maior porcentagem em relação a todas as fontes renováveis, mas vindo do ponto de vista sustentável é algo que pode somar nas gerações futuras, como visto na figura a seguir, em que a taxa de energia solar obteve uma elevação de 0,7%.



Fonte: ANEEL/ABSOLAR/2020

Figura 04: Matriz Elétrica Brasileira 2020

Fonte: (ECO,2021)

Como visto em ambos os gráficos, a energia solar vem surgindo de forma crescente para somar no meio sustentável, pois conforme as bases teóricas investir na mesma traria não apenas um somatório na sustentabilidade, como daria às comunidades acessibilidade ao básico, que é ter energia elétrica em lugares que são mais restritos, por diversos fatores, inclusive dificuldade de acesso a esses locais.

4. TECNOLOGIA NA CONVERSÃO DE ENERGIAS

A energia solar como abordada nos capítulos anteriores, “é a energia obtida por meio da conversão direta da luz em eletricidade através do efeito fotovoltaico” (REIS, 2011, p.214). Sendo algo considerado promissor e inovador pelo fato de ter uma grande eficiência em sua geração e na redução de custo aos usuários de energia elétrica, no valor final da fatura (REIS, 2011).

Com inúmeras inovações o silício é utilizado como material de pilar para criação dos módulos, pois sempre esteve em aperfeiçoamento ao longo dos anos, além de se mostrar um material de fácil acesso e localização na natureza, devido a sua grande quantidade (ZILLES *et al.*, 2012).

Essa conversão é dada através dos módulos que absorve toda energia disponibilizada durante o dia, para que assim possa redistribuir em dias que a geração não for acima do utilizado pelo proprietário do projeto. Como demonstrado por meio da figura 5, partes que formam um módulo fotovoltaico.

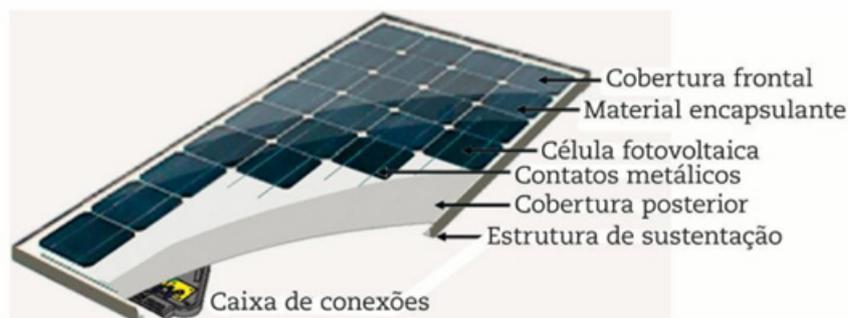


Figura 05: Detalhamento do módulo fotovoltaico.

Fonte: ZILLES *et al.* (2012, p.19).

Como ilustrado na figura 5, o módulo fotovoltaico possui uma tecnologia capaz de guardar a célula fotovoltaica dos prejuízos que podem ocasionar na perda de eficiência na geração de energia. Sendo também composta por tiras metálicas para fazer a ligação entre a célula e o acesso externo, além de contar com um suporte de metal responsável por assegurar os módulos. Deste modo, ressalta-se que toda a estrutura é encarregada por uma etapa da geração, para que todo processo desde a absorção da energia solar até a transformação ocorra dentro da ordem estabelecida (ZILLES *et al.*, 2012).

Levando em consideração que nem toda energia adquirida será de 100%, pois “às células fotovoltaicas não tem capacidade de transformar toda energia incidente em eletricidade, por causa das limitações da tecnologia e das perdas inerentes ao processo” (ZILLES *et al.*, 2012, p.30).

A ideia inicial da utilização da tecnologia fotovoltaica era para ser implantada em lo-

cais distantes das redes convencionais de energia no posterior abastecimento de uma quantidade de carga, mas a partir de 1990 passou a ser analisada e ter investimento em gerações distribuídas conectadas à rede. Tendo como base a geração distribuída conectada diretamente à rede elétrica, define-se esta como algo que está interligado à rede de energia diretamente. Recebendo, desta forma, energia convencional enquanto cede, da sua própria geração, energia limpa. (ZILLES *et al.*, 2012).

Dentre muitos avanços tecnológicos mencionados, “é possível constatar que são diversas opções tecnológicas de geração distribuída, entre elas as tecnologias convencionais (motores a combustão interna e pequenas centrais hidrelétricas) e as tecnologias em desenvolvimento (sistema fotovoltaicos, aerogeradores, microturbinas a gás e células a combustível)” (ZILLES *et al.*, 2012, p.51).

No que tange essas tecnologias, as três principais apresentam-se como:

1. Sistemas isolados- esse tipo de sistema é baseado apenas no armazenamento de energia, por meio de baterias e não é interligado diretamente a rede de energia elétrica. É restrito apenas ao sistema fotovoltaico, podendo se subdividir em: carga CC sem armazenamento, carga CC com armazenamento, Carga CA sem armazenamento, Carga CA com armazenamento, que seria o mais utilizado nesse tópico, pois trata-se de corrente alternada, e com auxílio do inversor possibilita conforto maior comparado a cargas de correntes continua. Sendo bastante utilizado em residências isoladas (REIS, 2011).
2. Sistemas híbridos - Já este não é apenas restrito ao sistema fotovoltaico, pode ser alternado entre o sistema e a geração de energia através de geradores, turbinas e os módulos fotovoltaicos, mesmo estando isolado da rede de distribuição, ou seja, uma crescente eficiência e otimização em comparativo com o sistema anterior (REIS, 2011).
3. Sistemas conectados à rede- esse é totalmente interligado à rede elétrica, não dependendo de armazenamento de energia, pois tudo que gera a mais é depositado na rede da concessionária (REIS, 2011).

A energia solar não se trata apenas de seus painéis, é todo um conjunto que vai desde absorção da energia solar, à conversão desta em energia elétrica, até a troca de medidor convencional por um bidirecional, para que assim o usuário consiga o benefício da compensação, ou seja, os créditos obtidos por seu sistema de microgeração. A figura 06, demonstrada abaixo é uma instrução das etapas estabelecidas até a energia ser injetada na rede da concessionária (SCARABELOT; RAMPINELLI; RAMBO, 2019).

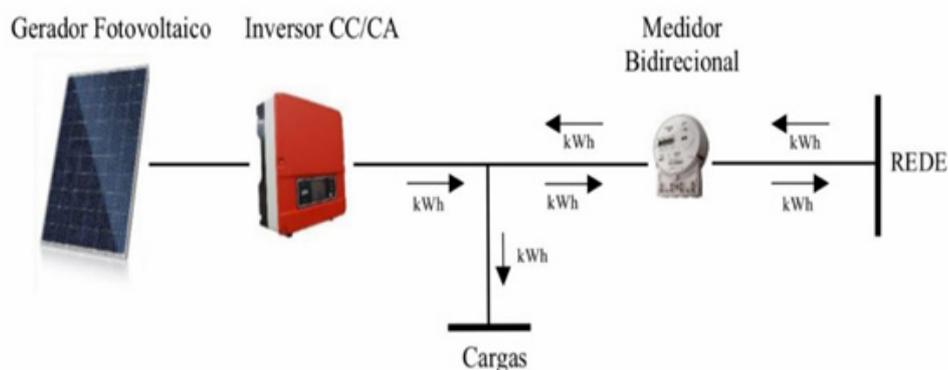


Figura06: Etapas estabelecidas módulos x rede elétrica

Fonte: SCARABELOT; RAMPINELLI, RAMBO (2019)

Essa tecnologia possibilita créditos que serão utilizados no período em que a unidade produzir, a menos do que consumiu, visto que, com os números de consumidores aumentando nos últimos anos, a quantidade de energia limpa injetada na rede é grande, possibilitando que os recursos hídricos venham ser menos utilizados, no momento o cenário é de crescimento para o setor solar. Em períodos que o consumidor utiliza mais do que injetou na rede, o medidor bidirecional é responsável pelo registro desse consumo, podendo em períodos que o consumidor gerou além do seu consumo preciso, retornar em forma de crédito energéticos ou seja sistema de compensação entre o consumidor e a concessionária (SCARABELOT; RAMPINELLI; RAMBO, 2019).

O sistema fotovoltaico também consegue durante o período noturno ter seus inversores desligados automaticamente, para obtenção de um consumo mínimo, evitando-se consumos desnecessários durante o período noturno, ficando em ativo apenas o que é realmente necessário para seu funcionamento (VILLALVA, 2012). Tendo sempre em vista que o sistema ainda é um algo que ganha espaço, pelo custo elevado, porém já tem sido até motivo de investimento pelos bancos ao incentivar a adesão através de financiamento financeiro, pois segundo o site portal solar (2020) os bancos têm a visão que é algo inovador, de retornos positivos, e que irá atingir 90% da população com a facilidade oferecida até o ano de 2024.

Referências

- BRASIL chega a mais de 300 mil sistemas fotovoltaicos na geração distribuída conectados à rede!**- Disponível em: <https://ecoenergias.com.br/energia-fotovoltaica-brasil-dados/>. Acesso: 03 nov. 2022
- BANCO do Brasil quer investir ainda mais em energias renováveis** - Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/banco-do-brasil-quer-investir-ainda-mais-em-energias-renovaveis.html#:~:text=O%20Banco%20de%20Brasil%20vem,energia%2090%25%20renov%C3%A1vel%20at%C3%A9%202024>. Acesso: 03 nov. 2022
- BOSO, Ana Cláudia Marassá Roza; GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no brasil. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 12, 2015.
- DO AMARAL, Willian Rafael Vieira; PINOTTI, Milton Augusto; JUNKES, Márcia Maria. Análise Da Viabilidade Do Uso De Sistema Híbrido Termo-Fotovoltaico. **Revista da UNIFEBE**, v. 1, n. 17, p. 5-16, 2016.
- Como é a matriz energética brasileira?** - Disponível em: <https://www.vetorlog.com/2021/06/25/como-e-a-matriz-energetica-brasileira/> Acesso: 04 nov. 2022.
- DE LEVA, Flávia Fernandes *et al.* Modelo de um projeto de um sistema fotovoltaico. **Encontro energia meio rural**, v. 5, 2004.
- DE SOUZA, Wilison Andson; SOUZA, Rubem Cesar Rodrigues; MINORI, Américo Matsuo. **Boas práticas de manutenção preventiva em sistemas fotovoltaicos**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 8, p. 12779-12791, 2019.
- Do início ao fim sistema solar fotovoltaico on-grid**. Disponível em: <https://energes.com.br/sistema-solar-on-grid/> Acesso: 17 out. 2022
- GALDINO, Marco AE *et al.* O contexto das energias renováveis no Brasil. **Revista da DIRENG**, p. 17-25, 2000.
- História da energia solar: como surgiu essa tecnologia revolucionária?** Disponível em: <https://elysia.com.br/historia-da-energia-solar/> Acesso: 25 mai. 2022
- MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. **Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão**. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.
- GONÇALVES, Marco Aurélio. **Análise comparativa das fontes de energia solar fotovoltaica, hidrelétrica e termelétrica, com levantamento de custos ambientais**. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018.

NARUTO, Denise Tieko. Vantagens e desvantagens da geração distribuída e estudo de caso de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica. **Monografia de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro**, 2017.

REIS, Lineu Belico, 2011, **Geração de energia elétrica**. 2ª edição revisada e atualizada.

RODRIGUES, Frank Wesley *et al.* **A tendência de crescimento da energia fotovoltaica**. 2017.

SCARABELOT, Leticia Toreti; RAMPINELLI, Giuliano Arns; RAMBO, Carlos Renato. **Avaliação do sistema de compensação de geração distribuída com sistemas fotovoltaicos em unidades prosumidoras residenciais**. *Brazilian Journal of Business*, v. 1, n. 3, p. 1252-1268, 2019.

SILVA, Lara Raquel de Jesus Rodrigues; SHAYANI, Rafael Amaral; DE OLIVEIRA.

Sustentabilidade - Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade#:~:text=A%20sustentabilidade%20tamb%C3%A9m%20pode%20ser,recursos%20naturais%20das%20gera%C3%A7%C3%B5es%20futuras> Acesso: 03 nov. 2022

VALLÊRA, Antônio M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, v. 1, n. 2, p. 17, 2006.

VILLALVA, Marcelo Gradella. 2012 **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. Edição São Paulo: Érica.

ZILLES; Macêdo; GALHARDO; Oliveira, 2012 **Livro sistemas fotovoltaico conectados à rede elétrica**. Oficina de textos.

60

A RELEVÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DAS EMPRESAS

*THE RELEVANCE OF IMPLEMENTING QUALITY
MANAGEMENT IN THE PRODUCTION PROCESS OF
COMPANIES*

Franckson Mesquita Cordeiro

Resumo

Essa produção trata de uma pesquisa sobre a relevância da implantação da gestão da qualidade nas empresas, já que ultimamente percebe – se o quanto está cada vez mais comum, a presença da gestão da qualidade dentro das organizações. Sendo assim, mediante a presença da gestão da qualidade no setor produtivo, chega – se no seguinte questionamento. Qual a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas? Esse estudo tem como objetivo demonstrar a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas. a pesquisa apresenta relevância não só para a comunidade acadêmica, mas também para a área de gestão da qualidade, visto que traz algumas explicitações não só sobre a teoria desse tipo de gestão, além de demonstrar um pouco de sua prática traçando uma análise geral sobre essa temática, já que vai desde aspectos conceituais, característicos, históricos, tipológicos e exemplificativos da gestão da qualidade em setor de produção. Quanto à metodologia trata – se de uma pesquisa bibliográfica, uma revisão de literatura numa abordagem qualitativa de caráter descritivo exploratório, caracterizando – se como uma pesquisa exploratória. Levando em conta todas as informações levantadas pode – se concluir que a gestão da qualidade no processo produtivo é relevante na otimização, organização e administração do tempo de serviço, além de possibilitar uma melhor credibilidade do cliente para com a empresa, além de trazer resultados positivos que darão mais qualidade no processo de produção que contribuirão significativamente para o desenvolvimento da empresa como um todo.

Palavras-chave: Processo Produtivo, Gestão da Qualidade, Empresas.

Abstract

This production deals with a research on the relevance of implementing quality management in companies, since lately it realizes - if how much it is increasingly common, the presence of quality management within organizations. Therefore, through the presence of quality management in the productive sector, the following question arises. What is the relevance of implementing quality management in the production process of companies? This study aims to demonstrate the importance of implementing quality management in the production process of companies. The research is relevant not only for the academic community, but also for the area of quality management, since it brings some explanations not only about the theory of this type of management, in addition to demonstrating a little of its practice, tracing a general analysis of this type of management thematic, since it ranges from conceptual, characteristic, historical, typological and exemplary aspects of quality management in the production sector. As for the methodology, it is a bibliographic research, a literature review in a qualitative approach with an exploratory descriptive character, characterizing itself as an exploratory research. Taking into account all the information collected, it can be concluded that quality management in the production process is relevant in the optimization, organization and administration of service time, in addition to enabling better customer credibility with the company, in addition to bringing positive results. that will give more quality to the production process that will contribute significantly to the development of the company as a whole.

Keywords: Productive Process. Quality management. Companies.



1. INTRODUÇÃO

O campo profissional do engenheiro de produção é um campo bastante amplo, uma vez que permite que o profissional possa atuar em diferentes cargos nas mais diversas áreas profissionais. A área de atuação do engenheiro de produção, não consiste apenas no setor produtivo de uma empresa ou atuar em diversos cargos da mesma, vai muito, além dessas possibilidades. Em relação a esse leque de possibilidades de atuação profissional do Engenheiro de Produção, um bom exemplo que explica esse termo é a atuação do profissional na área da gestão da qualidade, mas precisamente no setor produtivo de uma empresa ou fábrica. A Gestão da Qualidade no setor produtivo de uma empresa tem como objetivo primordial melhorar os resultados da produção de uma organização. Dessa forma, essa gestão também pode ser encarada como uma espécie de programa de melhoria, adotado pelas empresas, para qualquer setor da mesma.

A pesquisa apresenta relevância não só para a comunidade acadêmica, mas também para a área de gestão da qualidade, visto que traz algumas explicitações não só sobre a teoria desse tipo de gestão, mas também demonstra um pouco de sua prática. Além disso, a pesquisa traça uma análise geral sobre essa temática, já que vai desde aspectos conceituais, característicos, históricos, tipológicos e exemplificativos da gestão da qualidade. Existem algumas importantes contribuições que essa pesquisa pode estar somando com a sociedade em geral. Dentre elas destaca – se o futuro profissional de um engenheiro de produção, já que a pesquisa trata de um tema relevante, uma vez que, mesmo de forma indireta acaba fazendo menção a escolha profissional da futura atuação de trabalho desse profissional.

Essa produção trata de uma pesquisa sobre a relevância da implantação da Gestão da qualidade nas empresas, onde destaca o setor de produção da mesma, como área aqui a ser pesquisada, a pesquisa também tem como intuito, retratar de forma clara sobre alguns itens pertencentes ao processo de gestão da qualidade, além disso, a pesquisa aborda também um pouco de suas contribuições para o bom andamento do setor produtivo como um todo. Ultimamente percebe – se o quanto está cada vez mais comum, a presença da gestão da qualidade dentro das organizações, em diferentes setores. Dentre esses setores, destaca – se o setor produtivo. Sendo assim, mediante a presença da gestão da qualidade no setor produtivo, chega – se no seguinte questionamento. Qual a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas?

A pesquisa teve como objetivo demonstrar a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas. Como objetivos específicos destacam - se: Conhecer alguns aspectos conceituais e característicos da gestão da qualidade; Averiguar a historicidade da gestão de qualidade; Apresentar a gestão da qualidade no processo produtivo.

Quanto à metodologia trata – se de uma pesquisa bibliográfica, uma revisão de literatura numa abordagem qualitativa de caráter descritivo exploratório, caracterizando – se como uma pesquisa exploratória, utilizando como procedimento o levantamento bibliográfico. Dentre os principais autores que ajudaram a fundamentar a produção destacam – se; Garvin (2002), Marshall (2003), Paladini (2011), Carvalho (2005).

2. DEFININDO A GESTÃO DA QUALIDADE

A qualidade está sendo cada vez mais relevante no ambiente organizacional, sendo assim é extremamente necessário estabelecer um conceito que defina a presença e a função da qualidade na organização. Partindo desse pressuposto é cada vez mais relevante se estabelecer um conceito para que se adeque às reais funcionalidades que o processo de qualidade fornece numa organização.

Para definir a gestão da qualidade primeiramente é de suma importância retratar o significado da palavra qualidade. O primeiro conceito é retratado por Maximiano (1995) onde define que:

A qualidade é um problema de todos e abrange a todos os aspectos da operação da empresa, ou seja, a qualidade é uma questão sistêmica. Garantindo – se a qualidade do sistema, garante – se a qualidade dos produtos e serviços (MAXIMIANO, 1995, p. 160).

Em outras palavras com intuito de discutir acerca do conceito de qualidade retratado na citação acima, por meio da concepção de Maximiano (1995), pode – se facilmente entender que qualidade é colocado pelo autor como algo que está presente em todos os setores de uma empresa nos mais diferentes aspectos que envolvem esses sistemas. Qualidade para Deming (1990) é o atendimento das expectativas dos clientes.

Paladini (2004) relata que o conceito de qualidade se caracterizou por ser construído levando em conta um processo evolutivo, isto é, apresentou algumas alterações ao longo do tempo, a fim de que acompanhasse as mudanças, muitas causadas pelo avanço tecnológico, mas acima de tudo que pudesse sempre atender as necessidades dos clientes. Já Garvin (2002) acrescenta que a qualidade pode ser facilmente entendida como significado de excelência, ou seja, se o produto ou serviço apresenta qualidade ele é considerado excelente, pois atingiu o padrão de excelência.

Marshall (2003) nos diz que qualidade é o atingimento ou a busca do padrão mais alto. Enquanto Ishikawa (1993) relata informações relevantes acerca de como a interpretação do tema da qualidade pode ser caracterizado. Para o autor o tema de qualidade se caracteriza a partir do seu significado no sentido mais amplo, tal como a qualidade de um trabalho, produto ou serviço prestado.

Ainda com intuito de debater sobre o que vem ser qualidade, ressalta-se abaixo, outros conceitos para a mesma. De acordo, com a Organização Europeia de Controle da qualidade – EOQC (2000), qualidade pode ser entendida como uma condição necessária de aptidão para o fim a que se destina. Já para Gryna (1991), qualidade é a adequação ao uso. É o grau de ajuste de um produto à demanda com intuito de satisfazer a mesma. Nota-se a partir dos parafrazeados sobre definição para a qualidade, que as definições apresentam certa semelhança, visto que todas definem a qualidade como algo relacionado à eficácia.

Outro item que vale a pena ser aqui abordado vem ser a questão da diferença existente entre a qualidade e a chamada qualidade total. Essa distinção é extremamente relevante para a ampliação do entendimento acerca da qualidade no processo produtivo. A qualidade se distingue da qualidade total, pois a mesma está inteiramente relacionada em satisfazer as necessidades do cliente no sentido de atender os itens de eficiência e eficácia comuns no relacionamento com os clientes. Já a qualidade total preza em seguir à risca o processo de eficiência e eficácia no relacionamento com todos os componentes da organização (MARSHALL, 2003).

Marshall (2003), também acrescenta um conceito para o chamado controle da qualidade total, para ele essa qualidade é entendida como uma espécie de instrumento de estratégia que tem a responsabilidade de todos os funcionários de uma organização. Nesse caso o controle dessa qualidade é visto como um compromisso que se quer firmar com a excelência. É também uma técnica que visa eliminar os supostos defeitos que podem aparecer nas operações industriais, que também pode ser empregada como uma base de orientação para o cliente.

Após o debate de conceitos para a palavra qualidade, chega-se o momento de retratar itens para a definição de conceitos para a gestão da qualidade. Nessas condições, a seguir se fará o uso das considerações de Araújo (2007), acerca de construir conceito para esse modelo de gestão.

[...] uma forma de gestão que começa com o comprometimento da alta direção da organização, atinge e requer a participação de todos os componentes da mesma, utiliza o conhecimento e o aprimoramento contínuo dos processos de trabalho, incentiva e aplica o trabalho em equipe, de forma a atender cada vez melhor e até exceder, aos anseios, exigências e expectativas dos clientes, observando sempre as ações da concorrência e do mercado (ARAÚJO, 2007, p. 72).

Em outras palavras, com a finalidade de discutir as ideias do autor presentes na citação acima, pode – se facilmente perceber que esse modelo de gestão é aquele que está ligado diretamente com o corpo diretivo dessa organização, onde leva em consideração a participação dos componentes de todo o processo.

Garvin (2002) também nos apresenta um importante conceito para Gestão da Qualidade, que nos ajuda a compreender de maneira mais abrangente, qual o papel dessa gestão em uma empresa, como se caracteriza no ambiente corporativo e quais contribuições à aplicação da mesma pode trazer para o crescimento dessa organização. Para o autor esse tipo de gestão representa uma visão macro da existência humana, uma vez que acaba influenciando no modo de pensar e agir. Gestão da Qualidade é vista como algo a mais do controle da produção.

A Gestão da Qualidade está inteiramente relacionada com alguns itens tais como; bens e serviços e uso de ferramentas e métodos de gestão ou a chamada assistência técnica adequada. Em uma abordagem mais geral também pode – se conceituar a Gestão da Qualidade como um modelo de gestão que gerencia e busca a eficiência e a eficácia nas organizações (GARVIN, 2002).

Além de trazer aspectos que definem a Gestão da Qualidade, Garvin (2002) também nos apresenta algumas características sobre a estrutura e funcionamento do processo de Gestão de Qualidade. Essa estrutura se caracteriza por envolver um conjunto de referências. Dentre essas referências pode - se exemplificar, a qualidade como conceito dinâmico, qualidade como um termo de domínio público, a cultura da qualidade e as que se referem à forma de como se entende a qualidade. O autor também enfatiza sobre o cuidado que se deve ter para não conceituar qualidade de forma errônea, uma vez que esse erro pode levar a Gestão da Qualidade a adotar ações com consequências catastróficas para a empresa.

3. A HISTORICIDADE DA QUALIDADE

Averigua-se a seguir, o histórico da qualidade, desde o seu surgimento, até o último modelo mais recente de implantação da gestão da qualidade. Essa sessão tem como finalidade discutir de forma breve o processo histórico da qualidade. De acordo com a concepção de Paladini (2011), o histórico da qualidade foi dividido em três partes, foram às chamadas eras; era da inspeção, era do controle estatístico da qualidade e a era da garantia da qualidade. Na era da inspeção, o foco era verificar o produto um por um, para conferir se não tinha nenhum defeito. No controle estatístico a inspeção prevaleceu, no entanto, aprimorada por técnicas estatísticas. Já no período da garantia da qualidade, o objetivo era a prevenção de problemas. Nessa era, a qualidade deixa de ser restrita, para se tornar mais ampla no seu gerenciamento (PALADINI, 2011).

Segundo Carvalho (2005), já se falava de qualidade no final do século XIX, no entanto o conceito da qualidade começou a ser constituído na década de 20, pelo estatístico W. A. Shewhart, quando associou aspectos estatísticos com setor de produção, o que contribuiu significativamente para o início da gestão da qualidade. Carvalho (2005) retrata que na década de 50, com o avanço da criação de associações de profissionais da qualidade mundo a fora, houve um alto grau de impacto nos custos, o que conseqüentemente contribuiu para se propor a chamada primeira abordagem sistêmica.

Nas décadas de 60 e 70 não se tem registros de novidades relevantes na história da gestão da qualidade, já nos anos 80 começara a surgir uma série de premiações para a área da qualidade em alguns países. Sobre o desenvolvimento histórico dessa gestão no Brasil, Carvalho (2005) defende que a qualidade surgida aqui era nos moldes internacionais. A gestão da qualidade brasileira no início de sua implantação foi totalmente importada dos Estados Unidos, essa foi sua principal característica (CARVALHO, 2005).

Na sequência, detalha-se cada fase do desenvolvimento histórico da qualidade, onde aborda-se como cada era contribuiu para esse desenvolvimento, além da necessidade de acrescentar aspectos característicos que ajudam na melhor compreensão de cada uma delas. De acordo com as informações de Paladini (2004), a qualidade foi dividida em três importantes fases. Essas fases ficaram conhecidas como as chamadas eras da qualidade. Foram elas; Era da Inspeção, Era do Controle Estatístico da Qualidade e por fim se registrou a Era da Garantia da Qualidade. Na sequência, debate acerca de cada uma delas.

Continuando a fazer uso das palavras de Paladini (2004), acrescenta-se que na primeira era da qualidade, a chamada Era de Inspeção se caracterizou ainda no período medieval, pelo qual os artesãos que ali viviam e fabricavam seus produtos, certificavam-se que esses produtos tivessem um resultado eficaz no seu processo de fabricação, isto é, os artesãos medievais queriam ter a total certeza de que os produtos que fabricavam apresentassem um rigor na qualidade final. Foi a partir daí que surgiu o processo chamado de qualidade. Esse fato é bastante interessante, visto que naquela época, ainda não existia indústria, tampouco qualquer tecnologia avançada, tudo era rústico, mesmo assim os povos medievais já prezaram pela fabricação de um produto eficiente, no sentido de que possuísse padrão de qualidade. Ainda relatando os principais e mais conhecidos aspectos da Era da Inspeção da Qualidade, prossegue a partir da concepção de Garvin (2002), onde defende que:

A inspeção formal só passou a ser necessária com o surgimento da produção em massa e a necessidade de peças intercambiáveis. As atividades de inspeção foram relacionadas mais formalmente com o controle da qualidade em 1922, com a publicação da obra *The Control of Quality in Manufacturing* de



G. S. Radford. Pela primeira vez, a qualidade foi vista como responsabilidade gerencial distinta e como função independente. Do ponto de vista do controle da qualidade, a principal conquista foi à criação de um sistema racional de medidas, gabaritos e acessórios no início do século XIX (GARVIN, 2002, p. 44).

Em outras palavras, com intuito de debater a respeito das palavras de Garvin (2002), presentes na citação acima, percebe os primeiros usos da chamada inspeção formal só ocorrerem a partir do avanço do sistema produtivo, ou seja, com a chegada da chamada produção em massa. A inspeção foi necessária, principalmente para a segurança e a eficácia não só da produção, mas também dos equipamentos que garantissem essa produção. Como exemplo o autor coloca a seguridade do fornecimento de peças para esse funcionamento desses equipamentos. Garvin (2002) defende que as atividades de inspeção formal se desenvolveram significativamente na fase do controle da qualidade, por volta de 1992 por Radford através da publicação da obra controle da qualidade manufatureira.

A partir desse momento, a qualidade passou a ser de responsabilidade da gerência, uma função separada, isto é, com seu setor próprio. Nessa fase, o processo de qualidade, segundo o autor obteve uma importante conquista. Se trata da criação do chamado Sistema Racional de Medidas, esse sistema tinha a função de gabaritar e medir a qualidade dos acessórios e produtos fabricados em meados do século XIX. A Era de Inspeção da Qualidade se caracterizou pela presença do vigor da produção, já que se tinha a preocupação em verificar um por um dos produtos, com a finalidade de observar se havia algum defeito de fabricação nos produtos. A preocupação maior era que não chegasse nenhum produto defeituoso nas mãos dos clientes (GARVIN, 2002).

A segunda fase da qualidade foi a Era do Controle Estatístico, esse período recebeu esse nome em virtude do aprimoramento do processo de inspeção que passou a ser realizado por meio de uma série de técnicas estatísticas. Isso ocorreu em virtude do desenvolvimento e do avanço produção industrial. Com esse avanço, passou a produzir em grandes quantidades, o que seria impossível continuar contando os produtos um a um, como acontecia na primeira era de inspeção.

Outro avanço significativo na história da qualidade foi registrado por volta de 1931, ainda na segunda fase, com a publicação da obra controle econômico da qualidade em produção manufaturada de W. A. Shewhart, o que colocou pela primeira vez a qualidade como caráter científico. A partir de então a qualidade passou a ser discutida e pesquisada pela comunidade científica da época que se dedicava a estudos ligados a produção industrial, a fim de que pudessem sempre encontrar a melhor forma para melhorar a produção industrial em massa. Um dos principais objetivos da era do controle estatístico era controlar a atividade produtiva. Por isso o uso das técnicas estatísticas foi fundamental nessa fase, já que o dado estatístico era um recurso de extrema utilidade e relevância para executar grandes contagens e assim poder de fato controlar os processos que envolviam a qualidade na produção (PALADINI, 2004).

Levando em conta informações baseadas na concepção de Paladini (2004), começou a surgir na época da Era do Controle Estatístico, uma série de conceitos relevantes que contribuíram para um melhor entendimento acerca do processo de qualidade. Um exemplo destacado pelo autor vem ser o surgimento do conceito de círculos de qualidade no Japão. Esse conceito estava inteiramente relacionado a um modelo, que em anos posteriores ficara conhecido como a abordagem participativa da qualidade.

Chega-se agora no período da garantia da qualidade, a respeito desse período faz-se uso das palavras de Garvin (2002) para esclarecer como essa era ficou caracterizada no

processo de desenvolvimento do processo produtivo. Para Garvin (2002).

No período da garantia da qualidade, a qualidade passou de uma disciplina restrita e baseada na produção fabril para uma disciplina com implicações mais amplas para o gerenciamento. A prevenção de problemas continuou sendo seu objetivo fundamental, mas os instrumentos da profissão se expandiram para muito além da estatística (GARVIN, 2002, p.14).

Discutindo as ideias de Garvin (2002), presentes na citação acima, pode facilmente enfatizar que o processo de qualidade na era da garantia da qualidade se caracterizou pelo fato de deixar de ter somente caráter fabril para ampliar o processo de gerenciamento na produção, isto é, anteriormente o processo de qualidade nas indústrias era somente focado na qualidade no processo de fabricação de produtos, mas a partir do início da fase de controle da qualidade, toda a gerência que comandava o processo de produção nas fábricas passara a ter uma relevância ainda mais significativa, visto que um gerencialmente eficaz na produção permitiria uma melhor otimização no processo como um todo.

Além dessas novas características que chegaram a fim de contribuir com a melhora do processo de qualidade na produção industrial, também é válido acrescentar que nessa fase também surgiram outros aspectos fundamentais no desenvolvimento da qualidade que valem a pena ser aqui discutidos. Dentre esses aspectos destacam: quantificação dos custos da qualidade, controle total da qualidade, engenharia da confiabilidade e o zero defeito. Esses aspectos de certa forma vieram para melhorar ainda mais, esse alcance da qualidade na produção, uma vez que eles permitiram uma visão mais abrangente em partes que não eram observadas em fases anteriores. Com isso, também é certo acrescentar que a Era da Garantia da Qualidade foi uma era bem mais detalhista que as anteriores, já que se levavam em conta outras vertentes que também eram importantes para a melhora do processo da qualidade. Além do surgimento desses importantes aspectos, nessa fase também surgiram nomes importantes que contribuíram para os estudos e pesquisas da qualidade. Dentre os principais estudiosos e pesquisadores da qualidade que surgiram na Era do Controle da Qualidade, destacaram: Fengerbaum, que ficou conhecido como o pai do controle da qualidade total, Crosby criador do zero defeito, dentre outros. É importante informar que este movimento pela qualidade se deu início por volta do fim da 2ª Guerra Mundial, e foi até a qualidade começar a ser vista como parte do gerenciamento estratégico da organização (PALADINI, 2004).

Maximiano (1995) traz informações acerca do objetivo da Era da Garantia da Qualidade. Para o autor, essa era tinha como objetivo.

[...] separar os produtos bons dos ruins, através da amostragem estatística. Esta era iniciou-se com a produção em massa e teve seu auge durante a segunda guerra mundial, que gerou a necessidade de controlar com precisão a qualidade dos milhões e itens fabricados para o esforço bélico. Esta era também viu surgir o departamento de controle da qualidade na estrutura das empresas (MAXIMIANO, 1995, p. 160).

Pode perceber que para Maximiano (1995), essa era teve como principal objetivo controlar com precisão a qualidade dos produtos fabricados na época, no entanto isso só era possível graças a uma técnica que utilizavam em que mais tarde ficou conhecida por amostragem estatística, que foi primordial para o desenvolvimento da produção em massa.

Parafraseando Maximiano (1995) é válido acrescentar que nessa fase da garantia da



qualidade também se registrou aspectos negativos que fizeram com que o processo de qualidade retrocedesse, isto é, com o crescimento industrial da época foi necessário à contratação de mais mão de obra, todavia esse pessoal precisava de treinamento e capacitação para o trabalho no auxílio da produção. Esse fator acabou comprometendo os níveis de qualidade e dos serviços, o que caracterizou negativamente a qualidade levando – a ao retrocesso. Na Era da Garantia da Qualidade é incorporado um sentido mais amplo que vai além da busca pela qualidade do produto ou serviço. Já se buscava uma visão pró – ativa em relação aos possíveis problemas, para isso se fazia necessário englobar todos no processo, a fim de evitar falhas e de fato garantir a qualidade.

4. GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO

Nas sessões anteriores discuti – se primeiramente a respeito de alguns conceitos e características de qualidade de modo geral e gestão da qualidade, na sequência também foi debatido acerca do processo histórico da qualidade. Agora pretende – se ressaltar sobre a gestão da qualidade no processo produtivo, desse modo essa última sessão tem como objetivo apresentar a gestão da qualidade no processo produtivo.

Antes de relatar acerca da gestão da qualidade no processo produtivo é necessário primeiro retomar a discussão acerca de conhecer alguns aspectos dessa gestão levando em conta, alguns de seus princípios, nessas condições de acordo com a concepção de Mello et al. (2009), baseado na chamada, Organização Internacional de Normalização - ISO (2008), um princípio de gestão da qualidade é entendido como uma regra que conduz e opera uma organização, com a finalidade de melhorar o desempenho da mesma por um maior tempo, sempre focando no cliente e encaminhando as demandas de todos os envolvidos.

Nos dias de hoje, a gestão da qualidade é de suma importância para a eficácia de qualquer empresa, sendo assim ao aplicar os oito princípios de gestão da qualidade, as empresas gerarão benefícios para todos. Segundo a ISO (2008), os 8 princípios da gestão da qualidade são: foco no cliente, liderança, envolvimento das pessoas, abordagem de processo, abordagem sistêmica para a gestão, melhoria contínua, abordagem factual para a tomada de decisão e benefícios mútuos nas relações com os fornecedores (MELO et al., 2009).

Considerando a ideia de Melo et al. (2009), observa – se que no foco no cliente, o que prevalece é o atendimento das necessidades dos mesmos, por parte das organizações que dependem deles. Na liderança, a finalidade é estabelecer propósitos para atingir objetivos para a organização. Já no envolvimento de pessoas, esse envolvimento possibilita que as habilidades das mesmas sejam usadas para o benefício da empresa. Em abordagem de processo, um resultado se alcança com mais eficácia, quando gerenciado como um processo.

Na abordagem sistêmica para a gestão, o gerenciamento de processos relacionados como um sistema contribui para a eficiência da organização, pois ajuda a atingir os objetivos. Na melhoria contínua, deve ser um objetivo permanente melhorar o desempenho da organização. Em abordagem factual para a tomada de decisão, é extremamente necessário tomar decisões baseando – se na análise de dados e informações. E por fim, nos benefícios mútuos nas relações com os fornecedores, pode – se destacar que tanto empresa quanto fornecedores são independentes entre si, todavia a relação de benefícios mútuos aumenta a capacidade de ambos na agregação de valores (MELLO et al., 2009).

Outro aspecto bastante relevante na compreensão da qualidade no processo produtivo é o conceito da qualidade total, desse modo é de suma importância apresentar alguns itens imprescindíveis da Gestão da Qualidade Total, para uma melhor compreensão do

papel da qualidade no setor de produção. Sendo assim, nota – se a partir de Paladini (2011), que quando se fala de qualidade total, referi - se a um novo modelo de gestão, relacionado a um novo conceito de qualidade. Além disso, a gestão da qualidade total, também é associada a sinônimo de melhoria contínua.

Chega-se na discussão acerca da qualidade no processo produtivo. Segundo Carvalho (2005), o setor produtivo de uma organização é o setor que mais sofreu alteração em virtude da adoção da qualidade total. Isso se deve ao fato de a qualidade total ser centrada no processo de implantação de ferramentas de qualidade no setor produtivo em si, onde defende que a qualidade deve ser gerada a partir das operações do processo produtivo. Como exemplo, o autor retrata que um dos mais utilizados nesse contexto é o dispensamento de atenção à ação de concorrentes, isso faz parte da competitividade existente entre as empresas (CARVALHO, 2005). Ainda sobre a presença de ferramentas de qualidade no processo produtivo, Melo et al. (2009), acrescentam que:

A atenção ao processo produtivo foi um estágio posterior do desenvolvimento da gestão da qualidade em sua totalidade. Nota – se, de fato, que por muito tempo a qualidade era avaliada em produtos e serviços, centrando – se a atenção em resultados de atividades ou efeitos de ações bem definidas. Por isso, buscava – se conferir confiabilidade à análise da qualidade no produto. Havia o entendimento de que essa era a forma pela qual o cliente avaliava toda a empresa. Todo o esforço, assim, visava à qualidade do produto acabado. Era uma forma rudimentar de entender os padrões da qualidade adotados pelo cliente (MELO et al., 2009, p. 39).

Discutindo as considerações dos autores, presente na citação acima percebe – se que o processo produtivo foi crucial para o desenvolvimento da gestão da qualidade, visto que foi graças a esse setor, que a prática desse modelo de gestão pode ser executada como um todo. Anteriormente a gestão da qualidade só era aplicada para avaliação de produtos e serviços, atualmente nota – se que a mesma vai muito, além disso, já que nos dias de hoje existem outras formas pelas quais o cliente pode avaliar uma empresa, de forma mais moderna, deixando aquilo que antes era considerado rudimentar no processo de avaliação da qualidade. Levando em conta as considerações de Paladini (2011), notou-se que o esforço feito para agregamento de ferramentas de qualidade por parte das organizações, a fim de agradar seus clientes, se caracterizou pela chegada de uma nova era na qualidade, chamada esforço pela qualidade. Essa era foi de fundamental importância para o sucesso do desenvolvimento da implantação da gestão da qualidade no processo produtivo de fábricas e empresas, mundo a fora.

Não tem como falar a respeito de processo produtivo, sem associar com a qualidade, visto que para se alcançar o sucesso do processo produtivo, seja em uma empresa ou uma fábrica é extremamente necessário, que antes se alcance a qualidade desejada não só por parte da fábrica ou empresa, mas especialmente por parte dos seus consumidores finais, isto é, por aqueles que vão adquirir tal produto ou serviço oferecido por determinada organização que o fabricou ou produziu. Quando se associa qualidade em um processo produtivo, se espera alcançar certo padrão de qualidade no final desse processo, da mesma forma que se espera atingir todas as expectativas do cliente. Esse fator é um exemplo claro de associação de qualidade no processo produtivo (OLIVEIRA, 2020).

De acordo com Paladini (2004), pode-se caracterizar a gestão da qualidade no setor produtivo levando em conta uma série de fatores entre os quais se destacam os que giram em torno da produção e do consumo, pois um está relacionado com o outro, um produto é



produzido para depois ser consumido. Onde termina a produção, começa o processo que gerará o consumo.

Após destacar algum trecho acerca de como é à base da caracterização da gestão da qualidade no processo produtivo também é extremamente válido trazer informações acerca dos processos produtivos. Mediante isso, se faz uso das colocações de Oliveira (2020), onde defendem que os processos produtivos não possuem informações objetivas a respeito de suas operações que nem sempre se repetem com frequência. Por isso, a gestão desses processos deve ser altamente flexível e adaptável a momentos, situações, contextos etc. (OLIVEIRA, 2020).

Isto é, nota-se facilmente a partir da concepção dos autores na citação acima que nem sempre consegue-se conhecer na íntegra de forma clara as operações do processo produtivo das empresas e fábricas. Os autores deixam claro que nem sempre esse processo se repete ou se torna rotineiro e que por essa razão a gestão desse processo deve levar sempre em conta as questões de mudanças e se adaptar de acordo com a ocasião, para assim não perder o alcance da qualidade no final do processo de produção.

Levando em conta a ideia de Paladini (2011) acerca da gestão da qualidade no processo produtivo, pode-se enfatizar facilmente que uma das principais funções dessa gestão nesse tipo de setor em uma empresa, fábrica ou indústria é de direcionar ações que busquem maior contato com os clientes, ajudando a definir seus interesses, preferências, exigências, necessidades, conveniências, enfim tudo o que é considerado relevante no processo de prestação de serviços (PALADINI, 2011). Em outra perspectiva é certo dizer que em primeiro momento, a gestão da qualidade prioriza a eficácia, depois a eficiência e a produtividade adaptando o processo de produção para o cliente.

Ainda sobre as prioridades da gestão da qualidade no processo produtivo também é válido destacar algumas contribuições de Oliveira (2020) onde ressalta que essa gestão também prioriza uma espécie de projeto de avaliação global que visa envolver qualquer aspecto da interação com o cliente. Além disso, é de suma importância destacar que a gestão da qualidade enfatiza o direcionamento da empresa para um modelo específico de relacionamento com o cliente (OLIVEIRA, 2020).

Ainda acerca da gestão da qualidade colocada como um bom exemplo de gestão a ser implantada no processo de produção é válido ressaltar a partir do entendimento de Paladini (2004) que a gestão da qualidade oferece um modelo de gestão que torne a oferta adequada à demanda. Isto é, o serviço não tem como ser produzido antecipadamente nem pode ser utilizado em momentos posteriores a sua geração. Se ocorrerem excessos de oferta, haverá perdas da mesma forma que haverá falta de atendimento se houver maior consumo que o esperado. Em ambos os casos, há aumento de custos. Cabe à gestão da qualidade evitar que ele ocorra, por meio de um processo de flexibilização. (PALADINI, 2004).

De acordo com a concepção de Oliveira (2020) pode-se agregar que existem alguns benefícios que fazem com que a inserção da gestão da qualidade no processo produtivo de uma empresa ou indústria se torne extremamente relevante para o desenvolvimento da organização. Dentre esses benefícios destacam-se: a questão da aceleração do processo de produção, pois quando se tem qualidade, todo o processo se torna proativo, o que contribuirá pela melhor administração do tempo.

Outro benefício é traduzido pela melhor organização dos serviços, já que quando se dá qualidade a um serviço prestado ou realizado é sinal de que esse serviço também tem alto predomínio de organização. Também se tem como benefício da inserção da gestão da qualidade no processo de produção, o chamado aumento da quantidade e qualidade da produção, em outras palavras pode-se entender essa questão da seguinte maneira, pois

quando se tem gestão de qualidade tem ganho de tempo e isso contribuirá para a aumento dos índices de produção, ou seja, maior quantidade de produção, além desse produto produzido possuir uma maior qualidade no final do processo de produção.

Por fim tem-se ainda um benefício extremamente relevante que justifica a inserção da gestão da qualidade no processo de produção, que vem ser a maior credibilidade por parte do cliente, após a entrada do produto. Isto é, quando o cliente nota que determinado produto apresenta qualidade e que essa qualidade é perceptível durante todo o processo de produção, logo a credibilidade da empresa ou fábrica que produziu determinado produto para com o cliente, aumenta significativamente (OLIVEIRA, 2020).

Em outras palavras, entende-se através da concepção de Oliveira (2020) que a presença da gestão da qualidade no setor de produção de uma empresa é extremamente relevante, além de trazer resultados positivos que contribuirão significativamente para o desenvolvimento da empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa produção tratou de uma pesquisa sobre a relevância da implantação da gestão da qualidade nas empresas, onde destacou o setor de produção da mesma, como área a ser pesquisada, a pesquisa também teve como objetivo demonstrar a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas. a pesquisa apresentou relevância não só para a comunidade acadêmica, mas também para a área de gestão da qualidade, visto que trouxe algumas explicitações não só sobre a teoria desse tipo de gestão, mas também demonstrou um pouco de sua prática.

Percebeu-se durante a construção do estudo o quanto está cada vez mais comum, a presença da gestão da qualidade dentro das organizações, em diferentes setores. Dentre esses setores, destaca-se o setor produtivo. Sendo assim, mediante a presença da gestão da qualidade no setor produtivo, chegou-se no seguinte questionamento, sobre a relevância da implantação da gestão de qualidade no processo produtivo das empresas.

Durante a fundamentação teórica da produção, discutiu-se na primeira sessão alguns conceitos, significados e características acerca da qualidade de modo geral, bem como a gestão da qualidade. Definições válidas, já que contribuíram significativamente no entendimento da temática. Na sequência o estudo ressaltou um breve histórico a respeito da qualidade no Brasil o que foi de extrema importância no aprendizado de como a qualidade se desenvolveu ao longo dos anos em nosso país até chegar à qualidade atual. Na última sessão da fundamentação, a pesquisa ressaltou acerca do processo de qualidade no processo produtivo, onde percebe-se o papel e a relevância da qualidade no setor de produção de uma empresa ou indústria.

Levando em conta todas as informações levantadas pode-se concluir que a gestão da qualidade no processo produtivo é relevante na otimização, organização e administração do tempo de serviço, além de possibilitar uma melhor credibilidade do cliente para com a empresa, além de trazer resultados positivos que darão mais qualidade no processo de produção que contribuirão significativamente para o desenvolvimento da empresa como um todo.



Referências

- ARAÚJO, C.G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- DEMING, W. Edwards; **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- GARVIN, David A., **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- GRYNA, F. **Controle da qualidade handbook**. Ed. São Paulo: Makron, 1991.
- ISHIKAWA, Kaoru, **Controle da qualidade a maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1993.
- LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade, **Fundamentos de metodologia científica**, 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARSHALL, Island Junior (org); **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.
- MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru, **Introdução à administração**, 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- OLIVEIRA, Otávio. J. **Gestão da Qualidade**: tópicos avançados. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- PALADINI, Edson Pacheco; **Gestão da qualidade**: teoria e prática, 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

61

A APLICAÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO NA MANUFATURA

*THE APPLICATION OF LEAN THINKING IN
MANUFACTURING*

Danilo Silva Mendes

Resumo

A presente pesquisa buscou abordar sobre a logo após a Segunda Guerra Mundial as indústrias ocuparam um lugar de destaque no desenvolvimento econômico mundial. Como consequência, necessitavam se adequar cada vez mais aos sistemas implantados aos setores econômicos, que mantinham uma relação de importância com o processo de demanda que era ofertada pela prestação de serviço. Por conta disso a manufatura enxuta era vista como uma necessidade em relação ao processo de aprendizagem sobre os assuntos relativos ao processo de administração e aplicação das teorias administrativas. O objetivo geral buscou compreender a importância da aplicação do pensamento enxuto na manufatura para a obtenção de resultados positivos e flexíveis. O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Desse modo ao longo do desenvolvimento desde trabalho, foram apresentadas as práticas e os princípios básicos que foram embasados no pensamento enxuto, onde é visado reduzir os desperdícios durante a elaboração do processo produtivo.

Palavras-chave: Pensamento Enxuto. Manufatura Enxuta. Escritório Enxuto. Teorias Administrativas.

Abstract

This research sought to address the soon after the Second World War, industries occupied a prominent place in world economic development. As a consequence, they needed to adapt more and more to the systems implemented in the economic sectors, which maintained an important relationship with the demand process that was offered by the service provision. Because of this, lean manufacturing was seen as a necessity in relation to the learning process on subjects related to the administration process and application of administrative theories. The general objective sought to understand the importance of applying lean thinking in manufacturing to obtain positive and flexible results. The type of research carried out in this work was a Qualitative and Descriptive Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites were consulted. Thus, throughout the development of this work, the practices and basic principles that were based on lean thinking were presented, which aims to reduce waste during the elaboration of the production process.

Keywords: Lean Thinking. Lean Manufacturing. Lean Office. Administrative Theories.

1. INTRODUÇÃO

As empresas buscam cada vez mais se adequarem ao mercado competitivo, para isso necessitam se adequar a um padrão que reduza seus custos com gastos desnecessários, utilizando de técnicas e procedimentos que visem alcançar a melhoria contínua. Para que isso ocorra foi necessário aplicar ferramentas adequadas, levando em consideração à eficiência de sua aplicabilidade em relação à solução do problema.

Diante a real motivação para este estudo foi à busca pela compreensão da importância da aplicação do pensamento enxuto na manufatura, fixando os reais conceitos que são necessários para a busca pelo aperfeiçoamento contínuo do processo produtivo. A partir do estudo do contexto de manufatura enxuta pode-se compreender como as empresas fabricantes eliminam os desperdícios de suas matérias-primas e melhoram as condições operacionais.

A produção puxada como é simplificada chamada, dá início ao processo inicial de bens e prestação de serviços ofertados ao cliente de forma rápida caso o mesmo necessite. Esse princípio tem a base ligada ao processo de reposição. A utilização da Manufatura Enxuta pode causar diversos impactos dentro das empresas, sendo eles positivos ou não. Diante disso nasce uma problemática a ser analisada: Qual a importância da implantação das teorias e do pensamento enxuto, para obtenção de resultados positivos e flexíveis?

O objetivo geral buscou compreender a importância da aplicação do pensamento enxuto na manufatura para a obtenção de resultados positivos e flexíveis. Os objetivos específicos buscaram: conceituar a manufatura enxuta, definir as principais características da produção enxuta e identificar a aplicação das ferramentas da qualidade e os erros mais comuns da manufatura enxuta.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Os principais autores consultados foram: Evangelista (2013), Ferreira (2018), Prazeres (2020). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Pensamento Enxuto, Manufatura Enxuta, Escritório Enxuto e Teorias Administrativas.

2. A EVOLUÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

No final do século XIX, a mão-de-obra era utilizada para a fabricação de produtos de cunha artesanal ainda era utilizada, pois havia a necessidade de produzir exatamente o que o consumidor pedia. Cada parte da produção que era criada de forma individual utilizava uma padronização específica e de acordo com os pedidos dos clientes. O resultado dessa aplicação era a satisfação do consumidor em realizar o pedido, a exigência era detalhadamente cumprida, porém o custo era extremamente elevado e isso causava certo impacto para o cliente (GALVÃO, 2019).

Segundo Oliveira (2018) no começo do século XX, essa relação artesanal começou a ser modificada, visto que começaram a surgir as teorias que tinham o processo de raciocínio sobre a administração das indústrias, que antes era sistematicamente realizada apenas pela produção artesanal. A primeira teoria que surgiu nesse período foi a Administração de cunho científico que fazia até então uma abordagem bem simples sobre a tarefa a ser realizada, essa teoria foi idealizada pelo engenheiro americano Frederick Taylor, que tinha

como preocupação eliminar os desperdícios e as perdas que as indústrias vinham sofrendo em decorrência do alto nível de produtividade.

A obra de Frederick Taylor ficou popularmente conhecida pelo nome de Taylorismo, onde sua fundamentação estava ligada diretamente ao processo de divisão de trabalho, desenvolvimento de produção satisfatória, padronização e criação de metodologias que estudassem o tempo de trabalho. Além disso, o autor ainda aponta um fato que chama bastante atenção dentro dessa teoria, o fato de o engenheiro incentivar o aumento dos salários visto que seu objetivo principal era aumentar a produção e com isso necessitava implantar incentivos (MONDEN, 2015).

Em outro momento Monte (2017), fala sobre as inovações trazidas por Henry Ford dentro do processo de administração científica, onde o mesmo utilizou a metodologia da produção em massa. Para Henry era preciso inovar em diversos seguimentos organizacionais, levando em consideração que a produção dos produtos acabados teria como garantia a qualidade e o valor de custo final proporcional ao bolso do cliente. A metodologia aplicada utilizaria a função de estratégias da cadeia produtiva, onde todas as fusões necessariamente compreender a aquisição da matéria-prima e elaboração do produto final, deu-se a esse método o nome de concentração vertical. Para agentes econômicos e processos competidores a concentração ficou conhecida como horizontal. Todos esses sistemas precisavam da mão-de-obra para produzir produtos de qualificação excelentes, porém os mesmos necessitavam usar também dos maquinários, pois o volume costumava ser alto. Um dos pontos que mais chamava atenção dentro desse processo produtivo era o alinhamento da produção, cujos ajustes eram detalhadamente produzidos.

No período em que Taylor e Ford criavam suas teorias de administração tendo como o processo de administração científica, outros profissionais da área também elaboravam outras estruturas organizacionais diferentes pelo mundo, cada um levando em consideração as necessidades das organizações. Levando em consideração que Taylor muito se empenhava na análise de conceitos como a superiorização e a ordem empregada no sistema global das empresas (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Toledo (2002) levando em consideração as teorias anteriores citadas, na década de 50 no Japão, Eiji Toyoda e Taiichi Onho deu início a um novo conceito, o conceito de manufatura enxuta. Eles compreenderam que a imitação dos sistemas americanos era um risco ao empreendimento, pois o processo de produção em massa poderia ocasionar em uma perda para o mercado visto que a exigência criada na época não era voltada somente para a quantidade do produto em mercado e sim pela variedade do mesmo. Dessa forma começou a surgir um novo modelo de produção chamado de Sistema de Produção Enxuta (ou Sistema Toyota de Produção).

O principal objetivo da criação do sistema de Produção Enxuta era melhorar a criação da sequência de produção exigida pelo cliente, levando em consideração uma qualidade e um custo coerente para a aquisição do mesmo. Para Toledo (2002) usar o pensamento enxuto pode ser eficiente, visto que a ótica do cliente quando analisada de maneira correta pode minimizar os erros. A produção enxuta visou diversos processos de melhorias empresariais, uma delas foi à transformação dos desperdícios em valores.

Os desperdícios de uma empresa podem ser considerados todo e qualquer recurso que é gasto de forma desnecessária no processo de produção. Além da prestação de serviços em horários desnecessários como o gasto com água, energia e tempo. É considerado um dispêndio e aumenta as perdas da empresa, visto que os desperdícios não melhoram em nada a comunicação da empresa com o cliente. A redução de desperdício como diz os japoneses na manufatura é a eliminação de tudo aquilo que pode aumentar o custo do

processo de produção, ou seja, tudo o que será mudado no valor. Esse desperdício deve sempre ser analisado segundo os criadores, visto que na manufatura enxuta se busca total eliminação dos mesmos (GREEF; FREITAS; ROMANEL, 2012).

Ohno (1997) acredita que os processos quando analisados de forma primária pode melhorar em diversos aspectos, isso implica na eliminação de desperdícios na produção, economiza do processo de envio e recebimento de matéria-prima, elimina o excesso dos estoques, organiza a armazenagem, melhora a utilização do maquinário e permite aos funcionários uma compreensão do processo de aquisição da matéria-prima. Tudo isso deve ser obrigatoriamente levado em consideração pelos fabricantes e fornecedores.

Diante da disputa acirrada dentro do mercado, as empresas necessitavam aplicar a manufatura enxuta como estratégia organizacional e processo de competitividade. Tendo como foco aplicar esse processo nos setores ligados a produção, sem perder ou desperdiçar matéria-prima. A aplicação do sistema de manufatura enxuta mostra uma realidade bem diferente do que as empresas passavam no cenário daquela época, pois acreditavam que a produção repetidamente de um determinado produto poderia levar ao êxito dentro do mercado (OLIVEIRI; GRANJA; PICCHI, 2016).

3. OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Abordar sobre o Sistema de Manufatura Enxuta tem como um dos focos principais criar a diminuição do tempo que a peça leva dentro da fábrica (o *lead time*), onde é necessária toda a eliminação de qualquer perda de tempo ou desperdício que exista dentro do processo de produção. A aplicação desse sistema é feita através da maximização do processo produtivo, que é utilizado em concordância com procedimentos aplicados na gestão. Para Jones e Womak (1998), o objetivo principal da manufatura enxuta é agregar valores a produção, conforme a solicitação do cliente, onde deve ser oferecido exatamente o que o mesmo solicita, gerando uma eficácia dos produtos. Porém para que isso seja feito é preciso que seja oferecido um feedback imediatamente assim que a produção seja feita, isso ajuda na medição dos esforços e conseqüentemente torna a demanda mais eficiente.

Segundo Martins (2002) existem os princípios que devem ser tomados como base dentro do processo da manufatura enxuta, esses devem ser seguidos pelas organizações para que o sistema funcione. A conceituação desses princípios deve levar em consideração o ordenamento das atividades realizadas em cada setor. Os quatro princípios que fazem a interação inicial pertencem a um ciclo poderoso, onde são observados valores importantes para a diminuição de desperdícios e cadeias de valores.

Diante disso o cliente tem papel fundamental, pois pode fazer o seu pedido levando em consideração diversos pontos de excelência, onde a relevância principal é a qualidade e a rapidez na entrega. Outro ponto importante a ser observado dentro da visão do autor é a organização do processo produtivo, que tem como prioridade diminuir esse desperdício de matéria-prima. A prática de elevar a agregação de valores na produção até o consumidor final é observada com os usos de princípios como: valor, a cadeia de valor, o fluxo, o processo de produção puxada e a perfeição (SLAVOV; FARIA, 2011).

Segundo Fiuza e Pacheco (2021) os princípios mais importantes da manufatura enxuta podem partir como do pensamento enxuto, onde o valor é inicialmente o mais importante. O valor é essencial na hora da escolha feita pelo cliente, além e atender as necessidades exigidas ele pode melhorar as condições solicitadas pelo mesmo. O valor não deve ser elevado, pois o mercado possui diversidade e qualidade, isso gera o processo competitivo

e conseqüentemente pode levar a organização a um rebaixamento. A cadeia de valor é todo o produto ou serviço que possui uma análise feita em três ações, conforme ressalta Michelin e Bornia (2019), as atividades necessárias para encontrar a cadeia de valor, são baseadas no custo da aquisição de matéria-prima, se o custo está elevado deve-se obrigatoriamente criar uma estratégia para contornar os preços.

Segundo Peralta et al. (2017) o terceiro princípio mais importante é o fluxo da produção, onde é necessário criar um planejamento e uma equalização da produção da fabricação das peças. Esse princípio é muito importante dentro do processo e das etapas de produção, pois age na gestão de estoque, ele avalia diversos seguimentos como a aquisição, a fabricação e venda do produto.

A produção puxada como é simplificada chamada, dá início ao processo inicial de bens e prestação de serviços ofertados ao cliente de forma rápida caso o mesmo necessite. Esse princípio tem a base ligada ao processo de reposição. Oliveira (2018) costuma afirmar que a produção puxada agrega valores, pois trabalha na eliminação de falta de produtos, um exemplo é a fabricação em massa de um determinado produto que tenha sido solicitado de forma contínua pela cliente, ele puxa a produção. Lembrando que ele não deve ser aplicado sem que haja a necessidade de uma clientela extensa, caso isso ocorra o prejuízo pode gerar uma desestabilização do capital de giro.

Segundo Ferreira e Silva (2018) o último princípio está ligado à perfeição. A perfeição é ligada diretamente ao processo de fabricação dos produtos, para que ele ocorra é preciso que se tenha uma ligação dos outros quatro princípios necessários. Aperfeiçoar uma produção requer tempo e para a obtenção de tempo a empresa necessita investir no fluxo e na produção (seja ela puxada ou não), a eliminação de desperdício é uma das consequências mais importantes para se aperfeiçoar um produto por isso devem ser cumpridas.

Todos os princípios que fazem parte do processo da Manufatura Enxuta são essenciais dentro de uma organização. Cada um deve ser aplicado de forma precisa e estudando a real precisão, para que se tenha uma aplicação de acordo com a necessidade da organização. Pontos como o processo produtivo e o atendimento ao cliente são relativamente essenciais no requisito de abordagem. Quando se tem uma produção integrada e organizada, automaticamente o atendimento ao cliente chega de maneira correta e suas necessidades podem ser suprimidas de acordo com as exigências feitas (GALVÃO; MORAIS, 2019).

4. MÉTODO DE APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Para Ohno (1997), o Sistema de Manufatura Enxuta é uma metodologia que implica em colocar mais fluxo na manufatura. Esse sistema foi desenvolvido para alcançar a localização dos tornos e do maquinário. No sistema *Toyota*, os equipamentos e maquinários são alocados e supervisionados com a finalidade de melhorar o processo produtivo. Onde é levado em consideração o trabalho do operário e a situação do ambiente de produção. Se o ambiente de produção estiver fora da padronização e as exigências estiverem desconformes com os pedidos, é solicitado que seja parado todo o processo produtivo e que seja revista a forma de planejamento.

Os pilares que sustentam o Sistema de Manufatura Enxuta são o *Just in time* ou a “na hora certa” e o autonomia (habilidade dos funcionários). Quando se trata do *Just in time*, Peralta et al. (2017) afirma que é o processo relativo à montagem e ao fluxo, pois trabalha a aplicação da hora certa, ou seja, a montagem só será feita quando realmente houver equilíbrio entre as partes e a real necessidade. Para uma empresa estabelecer esse

fluxo, ela pode ter o estoque zerado. Esse processo organizacional deve trabalhar com os fornecedores de forma conjunta, com a finalidade de não obter perdas e tem de necessitar parar caso haja uma falta em estoque. Já a automação é conhecida como a automação do toque humano, ou seja, ela precisa de um conjunto de práticas alinhadas com o maquinário e com os operários, que juntos podem identificar falhas na produção.

É nítido que as empresas têm investido cada vez mais no processo de eliminação de desperdícios. Para que isso ocorra, elas precisam aplicar ferramentas. Tais ferramentas servem para maximizar a produção e criar melhorias no processo de lucratividade, essas ferramentas pode ser *Kaizen*, *Benchmarking*, *Brainstoming*, *Seis Sigm*, e o *Brown*. A aplicação das mesmas requer um planejamento e uma supervisão contínua, pois, a aplicação deve ser feita de forma adequada (MONTE, 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas buscam cada vez mais se adequarem ao mercado competitivo, para isso necessitam se adequar a um padrão que reduza seus custos com gastos desnecessários, utilizando de técnicas e procedimentos que visem alcançar a melhoria contínua. Para que isso ocorra foi necessário aplicar ferramentas adequadas, levando em consideração à eficiência de sua aplicabilidade em relação à solução do problema.

Diante a real motivação para este estudo foi à busca pela compreensão da importância da aplicação do pensamento enxuto na manufatura, fixando os reais conceitos que são necessários para a busca pelo aperfeiçoamento contínuo do processo produtivo. A partir do estudo do contexto de manufatura enxuta pode-se compreender como as empresas fabricantes eliminam os desperdícios de suas matérias-primas e melhoram as condições operacionais.

No primeiro capítulo foram descritas as principais teorias administrativas, sendo elas o Taylorismo que foi desenvolvido pelo engenheiro americano Frederick Winslow Taylor onde mantinha a ideia de que era possível se alcançar o máximo de produção e diminuir os desperdícios, seguindo pelo Fordismo criado pelo também norte americano Henry Ford, onde tinha como principal objetivo reduzir o máximo possível de seus custos de produção, para que pudesse colocá-los no mercado em um preço acessível ao consumidor. Logo depois tivemos o surgimento do Toyotismo, onde o modelo de flexibilização da produção fazia uma oposição as teorias anteriores, isso porque trabalhava com a ideia de estocagem, onde as transformações eram medidas conforme a necessidade do consumidor.

Abordou-se a era da evolução da manufatura enxuta, onde a mão-de-obra era utilizada para a fabricação de produtos de cunho artesanal, onde era utilizada uma padronização específica de acordo com a necessidade do consumidor, o resultado desse tipo de padrão era satisfação do cliente. Os princípios da manufatura abordam o valor como uma das escolhas mais relevantes na hora do atendimento aos clientes.

Relatou-se como era aplicado o processo de pensamento enxuto na manufatura, visto que foi feita toda uma abordagem histórica, onde os autores sustentam a teoria do pensamento enxuto trabalha princípios que reduzem o processo de desperdício durante a elaboração de uma determina produção, sempre visando maximizar o máximo de valorização ao cliente. Além disso, a aplicação visava melhorar a metodologia de organização interna das empresas, melhorando não somente a produtividade como o ambiente em que esse processo ocorria.

Por fim concluo que o desenvolvimento desde trabalho foi de extrema importância



para o aprimoramento de meu conhecimento sobre a manufatura enxuta e todas as teorias que fazem parte do processo de desenvolvimento administrativo da produção. O estudo aqui desenvolvido foi de grande importância e relevância para a aprendizagem e aplicação ao logo da profissão.

Referências

- FERREIRA, Rodrigo Sant'Anna; SILVA, Macáliston Gonçalves. Lean office: uma aplicação no planejamento de ordens de manutenção. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, v. 1, n. 16, 2018.
- FIUZA, Sérgio Nogueira; PACHECO, Camila Gôdim. Lean office e sua aplicabilidade no setor público para redução do Lead Time. **Revista Femass**, v. 3, n. 3, p. 104-125, 2021.
- GALVÃO, Henrique Martins; MORAIS, Leônidas Magno de. Implementação da Metodologia Lean Manufacturing em uma Empresa de Serviços de Lavagem e Polimento Automotivo Lava a Jato. **Revista H-Tec Humanidades e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 6-195, jan./jun., 2019.
- GREEF, A. C.; FREITAS, M. do C. D.; ROMANEL, F. B.; **Lean Office Operação, Gerenciamento e Tecnologias**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.
- JONES, D.; WOMAK, J. **A Máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Editora Campus, 1998.
- MARTINS, Fábio. **O processo de raciocínio da teoria das restrições na indústria moveleira de pequeno porte: um estudo de caso**. 2002. Tese de pós-graduação - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002.
- MICHELON, Paula de Souza; BORNIA, Antonio Cezar. Proposta de Lean Office sustentável para o processo de desfazimento de bens de uma instituição pública de ensino. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 4, p. 58-73, 2019.
- MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- MONTE, Carlos Eduardo Pessoa do. **Proposta de questionário para analisar o desempenho e aplicabilidade dos princípios Lean Construction: estudo de caso**. 2017. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. São Paulo: Editora Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, Eduardo. H. **Lean construction: o princípio do Takt**. Mogi das Cruzes: Independently Published, 2018.
- OLIVIERI, Hylton; GRANJA, Ariovaldo Denis; PICCHI, Flávio Augusto. Planejamento tradicional, location-based management system e last planner system: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 265-283, 2016.
- PERALTA, Carla Beatriz da Luz et al. Lean office: mapeamento do fluxo de valor administrativo na rotina de trabalho do órgão público. **Revista de sistemas enxutos [recurso eletrônico]**. Florianópolis. v. 2, n. 3, p. 87-106, 2017.
- SLAVOV, Tiago Nascimento Borges; FARIA, Ana Cristina de Faria, **A Contabilidade Exuta (Lean Accounting) na indústria automobilística brasileira** : O caso FIAT, Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração, 2011.
- TOLEDO, L. **Proposta de roteiro de implementação dos conceitos de manufatura baseado num modelo corporativo**. 2002. Tese de Mestrado - Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2002.

62

A IMPORTANCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM) PADRONIZADO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

*THE IMPORTANCE OF STANDARDIZED MAINTENANCE
PLANNING AND CONTROL (MCM) IN MAINTENANCE
MANAGEMENT*

Roberta Carla Marques Torres Maciel

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

No processo de gestão de ativo uma das ferramentas fundamentais para garantir a excelência da manutenção é um processo de planejamento, programação e controle (PCM) implantado. O PCM garante que as normas e diretrizes do processo de manutenção serão seguidas garantindo que as atividades de manutenção serão realizadas de forma segura. Para a implantação de um PCM em uma empresa é necessário seguir alguns passos importantes como a definição de papéis e responsabilidades, capacitação dos empregados envolvidos, utilização de métodos de padronização dos processos de planejamento de médio e curto prazo, provisionamento de recursos, programação das atividades com recursos disponíveis, execução padronizadas das tarefas e controle dos indicadores que medem a eficiência da manutenção. Diante do exposto, questionou-se: De que forma implantar um processo de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) padronizado em uma área de manutenção? Para responder a essa indagação delimitou-se o seguinte objetivo geral: demonstrar a importância da padronização nos passos de implantação do processo de planejamento, programação e controle (PCM) na manutenção. Os objetivos específicos foram apresentar os conceitos fundamentais da gestão da manutenção, assim como da gestão de ativos como estudos fundamentais para entendimento da importância da Manutenção nos processos produtivos. Assim, neste trabalho foi apresentado como cada uma dessas etapas deve ser construída, assim como as formas de medir o nível de padronização e resultado gerado ao ter um PCM estruturado em uma empresa.

Palavras-chave: Manutenção, Planejamento, Programação, Controle, Padronização, Resultado.

Abstract

In the asset management process one of the key tools to ensure maintenance excellence is an implemented planning, scheduling, and control (PCM) process. The PCM guarantees that the norms and guidelines of the maintenance process will be followed, ensuring that the maintenance activities will be carried out in a safe way. To implant a PCM in a company it is necessary to follow some important steps, such as the definition of roles and responsibilities, training of involved employees, use of methods to standardize medium and short term planning processes, provision of resources, programming of activities with available resources, standardized execution of tasks and control of indicators that measure maintenance efficiency. In view of the above, the question was asked: How to implant a standardized Maintenance Planning and Control (PCM) process in a maintenance area? To answer this question, the following general objective was defined: show the importance of standardization in the steps of planning, programming and control (PCM) process implantation in maintenance. The specific objectives were to present the fundamental concepts of Maintenance Management, as well as Asset Management as fundamental studies to understand the importance of Maintenance in productive processes. Thus, in this work it was presented how each one of those stages must be built, as well as the ways of measuring the standardization level and the result generated when having a PCM structured in a company.

Keywords: Maintenance, Planning, Programming, Control, Standardization, Result.

1. INTRODUÇÃO

Com o novo cenário mundial um dos grandes desafios das empresas consistem em manter seus custos competitivos e para isso precisam cada vez mais garantir a aplicação dos recursos de forma eficiente. Quanto maior for a empresa, maior será essa exigência, uma vez que as perdas em função dos desperdícios têm um impacto significativo no volume total da produção. A manutenção é um dos setores mais importantes em uma empresa para garantir que todos os ativos estejam disponíveis e assim produzam conforme o plano de produção determinado pela empresa. O processo de manutenção consiste na formação de um sistema que muitos chamam de Função Manter que é composto por uma área de engenharia, que determina as diretrizes, uma área de Planejamento e Controle, que planeja e programa as manutenções e a execução das manutenções definidas pela área de planejamento. Para que a empresa seja competitiva e estratégica esse sistema precisa estar totalmente alinhado.

Um dos maiores desafios das empresas estar em ser um negócio produtivo e economicamente viável. Em processos industriais o maior desafio é ter equipamentos disponíveis e confiáveis garantindo assim uma linha de produção sem interrupções ou desperdícios. Porém para que essa equação feche é necessário que o processo de manutenção desses equipamentos siga um planejamento tanto daquilo que deve ser realizado para manter a saúde do ativo quanto aos custos que essas atividades geram, essa estrutura precisa ser padronizada para evitar que mesmo planejada gere desperdícios e custos desnecessário a todo processo de manutenção e dessa forma afete a rentabilidade da empresa. Assim surge um questionamento: de que maneira implantar um processo de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) padronizado em uma área de manutenção?

É fundamental que o PCM de uma empresa tenha as etapas de implantação padronizadas garantindo um método de gerenciamento capaz de medir e analisar a rotina de manutenção e o desempenho dos ativos, além de promover a melhoria contínua dos processos e das pessoas.

O objetivo geral desse estudo consiste em demonstrar a importância da padronização nos passos de implantação do processo de planejamento, programação e controle (PCM) na manutenção. Os objetivos específicos foram apresentar os conceitos fundamentais da gestão da manutenção, assim como da gestão de ativos como estudos fundamentais para entendimento da importância da manutenção nos processos produtivos. Apresentar o organograma, papéis e responsabilidades em um PCM de uma empresa e a correlação das funções com os demais setores da empresa. Além de mostrar um leque de ferramentas que são utilizadas no processo de padronização de um PCM com o objetivo de garantir a excelência do processo de manutenção.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada uma consulta a livros, artigos científicos e dissertações selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: “Manual de Gestão da Manutenção de Viana (2020)”; “Planejamento e Controle da Manutenção de Viana (2002)”; “PCM descomplicado de Dutra (2019)”; “PAS 55: Gestão de Ativos (2008)” entre outros. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 25 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Manutenção”, “Planejamento”, “Programação”, “Controle”, “Padronização” e “Resultado”.

2. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo Viana (2020) a manutenção de ativos nasceu de a necessidade das operações dos processos industriais terem ativos cada vez mais disponíveis e confiáveis. A gestão da manutenção envolve processos, atividades e pessoas. É necessário entendimento sobre o conceito dos diversos tipos de manutenção para que se tenha dados para a tomada de decisão mais assertiva para o negócio.

Dutra (2019) comenta que durante muito tempo a estratégia empresarial focava unicamente no processo produtivo. Em 1940 o processo de mecanização utilizava equipamentos simples e superdimensionados, dessa forma, havia pouco ou nenhuma preocupação com a etapa de manutenção. Já em 1950 começa o processo de industrialização onde se disseminou as linhas de produção contínuas, com esse modelo começa a nascer a preocupação com o processo de manutenção, uma vez que um equipamento da linha de produção para toda linha parava juntos gerando grandes prejuízos ao processo produtivo. Assim a área da manutenção começa a ganhar destaque nas indústrias.

Para falar de gestão da manutenção é necessário falar de alguns conceitos importantes que a norma brasileira (ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e Mantenedibilidade) traz sobre confiabilidade de ativos. Entre eles está o conceito de falha, defeito e pane. De acordo com a norma NBR 5462 convencionada em 1994 o conceito de falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida, O defeito é qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos, já a pane é o estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva e outras ações planejadas, pela falta de recursos externos.

Em todo ciclo de vida um ativo quando observado tem como o seu primeiro estado de anormalidade o defeito, onde há uma anomalia, mas não se afeta a sua função primária requerida. Ele é sempre a primeira sinalização que algo precisa ser checado e analisado em um ativo para que se evite o próximo estágio que é a falha. Para clarificar esse entendimento a Figura 1 apresenta a linha do tempo do ciclo de um ativo em função de um desvio.



Figura 1: Defeito, Falha e Pane no eixo do tempo

Fonte: Viana (2020, p. 30)

Na linha do tempo fica explícito que todo defeito antecede uma falha e que uma falha antecede uma pane. Assim fica claro para o gestor da manutenção entender como funciona a saúde de um ativo. O surgimento da falha foi extremamente determinante para começar a se falar sobre qual o melhor tipo de manutenção uma empresa deveria adotar considerando dois critérios básicos: Disponibilidade e Confiabilidade. Uma vez que a relação ótima entre esses dois indicadores define o nível de produtividade x custos de uma empresa.

2.1 Tipos de manutenção

Existem vários tipos de manutenção possíveis, alguns autores delimitam em 3 tipos

enquanto outros apresentam até 7 tipos de manutenções diferentes. A norma NBR 5462 traz como relevante o conceito de 3 tipos de manutenção: Preventiva, Corretiva e Preditiva. Para Dutra (2019) a definição do tipo de manutenção a ser determina no processo de gestão da manutenção depende do modelo produtivo da planta, o custo orçado para a manutenção, assim como a expertise técnica das equipes de manutenção. Uma manutenção pode ser planejada que ocorre sempre que é percebida uma queda no desempenho do ativo e assim é possível programar uma intervenção para a correção do ativo ou não planejada que ocorre em decorrência de uma falha, onde o ativo deixa de desempenhar sua função interrompendo assim o processo produtivo.

A manutenção preventiva entra no escopo de manutenção planejada já que seu objetivo é estabelecer as condições originais do equipamento reduzindo assim a probabilidade de ocorrência falhas (DUTRA, 2019). São manutenções planejadas considerando intervalos predefinidos que podem ser medidos através de quilometragem, data calendários, ciclos de operação etc. conforme fala a norma NBR (1994), ou seja, é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

Segundo Viana (2019) a manutenção preventiva apresenta uma série de vantagens para um processo produtivo, uma vez que as paradas da planta para a manutenção são previsíveis e com tempo determinado de retorno gerando assim maior confiabilidade nos cálculos de produção da planta. Embora o custo de manutenção preventiva não seja baixo ela garante uma redução de custo ao processo como um todo já que uma falha não prevista gera um alto custo com a interrupção da produção.

Martins (2019) relata que entre a década de 40 a 70 com o desenvolvimento da aviação comercial a manutenção preventiva passa a ter mais critérios, já que é impossível executar uma manutenção não planejada em um avião em pleno voo. A partir daí a manutenção passa a ter mais qualidade e se tornar imprescindível para a garantia da confiabilidade dos ativos.

A manutenção corretiva é o modelo mais antigo de manutenção, pois ela ocorre apenas quando o ativo quebra ou apresenta um mau funcionamento que impede que a produção continue. Ela consiste em corrigir falhas quando elas ocorrem, conforme fala a NBR 5462 (1994) é manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Esse tipo de manutenção, na maioria dos casos, representa um alto custo para a empresa porque é necessário mobilizar equipes de manutenção para atuação imediata na falha, além de gerar prejuízos como redução do ritmo de produção e impactos no planejamento das manutenções previsíveis quando há necessidade de desviar mão de obra de uma manutenção para outra.

A manutenção preditiva, segundo Dutra (2019) é um tipo de manutenção mais recente, ela nasceu a partir da evolução da tecnologia com a utilização de alguns equipamentos e softwares capazes de prever possíveis falhas através da análise de dados coletados de forma periódica. O conceito de manutenção preditiva pela NBR 5462 (1994) é uma manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

As técnicas de manutenção evoluíram ao longo das gerações. Dutra (2019) comenta que não existe tipo certo ou errado de manutenção. Segundo ele a evolução da manutenção passa do modelo reativo, onde apenas consertava quando se quebrava na primeira geração, para o modelo onde começa a se planejar a manutenção, evoluindo para uti-

lização de técnicas preditivas e métodos para definição de tempos ótimos de manutenção com a preventiva baseada na condição até a o conceito de manutenção centrada na confiabilidade (RCM). Dutra (2019) comenta que o RCM é o modelo de manutenção onde os projetos são elaborados visando a facilidade ao acesso nos ativos para a realização da manutenção, além de fundamentar o método realizar mais com menos reduzindo significativamente os custos da manutenção chegando aos tempos atuais falando de manutenções de classe mundial. A Figura 2 apresenta um gráfico mostrando essa evolução ao longo das gerações:

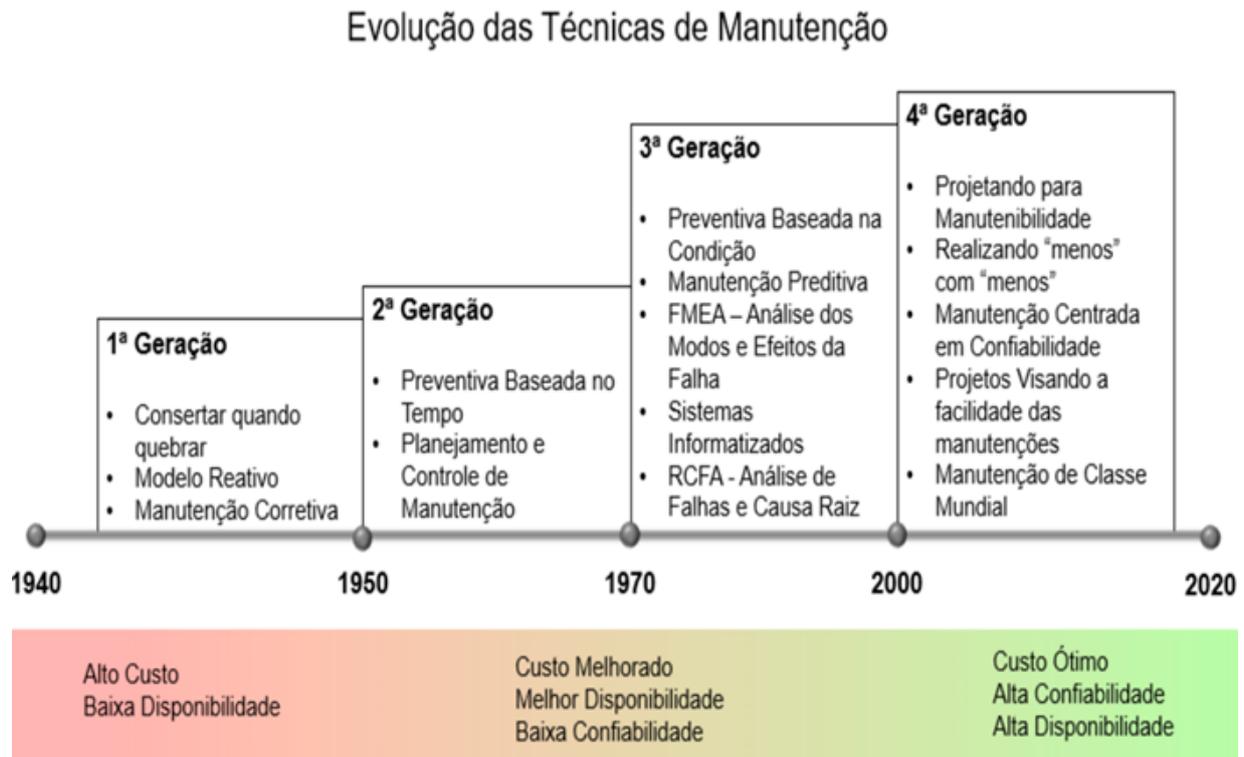


Figura 2: Evolução das Técnicas de Manutenção

Fonte: Dutra (2019, p.13)

Assim nasce a necessidade de gerir os ativos para que a sua performance atenda a necessidade de toda cadeia produtiva. Com o objetivo de aumentar satisfação do cliente com o desempenho eficiente, aumentar a segurança dos processos e saúde dos ativos.

2.2 Gestão de ativos

Segundo o PAS 55 (2004, p 6) Gestão de ativos “são atividades, práticas sistemáticas e coordenadas pelas quais uma organização gerência, de forma ótima e sustentável, seus ativos e sistema de ativos, os desempenhos associados deles, os riscos e despesas ao longo dos seus ciclos de vida para cumprir seu planejamento estratégico organizacional”.

Para que uma organização maximize seu valor e alcance seus objetivos estratégicos através da gestão de seus ativos é necessária disciplina na definição do seu planejamento estratégico. “O Planejamento total a longo prazo da organização deriva e incorporado a sua visão, missão, valores, políticas do negócio, acionistas, objetivos e gestão de seus riscos” (PAS 55, 2008, p 6).

Para atingimento do planejamento estratégico organizacional existem cinco categorias de ativos que devem ser gerenciados. Entre eles, o ativo físico, ativos humanos, de in-

formação, financeiros e ativos intangíveis (reputação, propriedade intelectual, moral etc.). A Figura 3 mostra de forma clara a relação entre esses ativos:

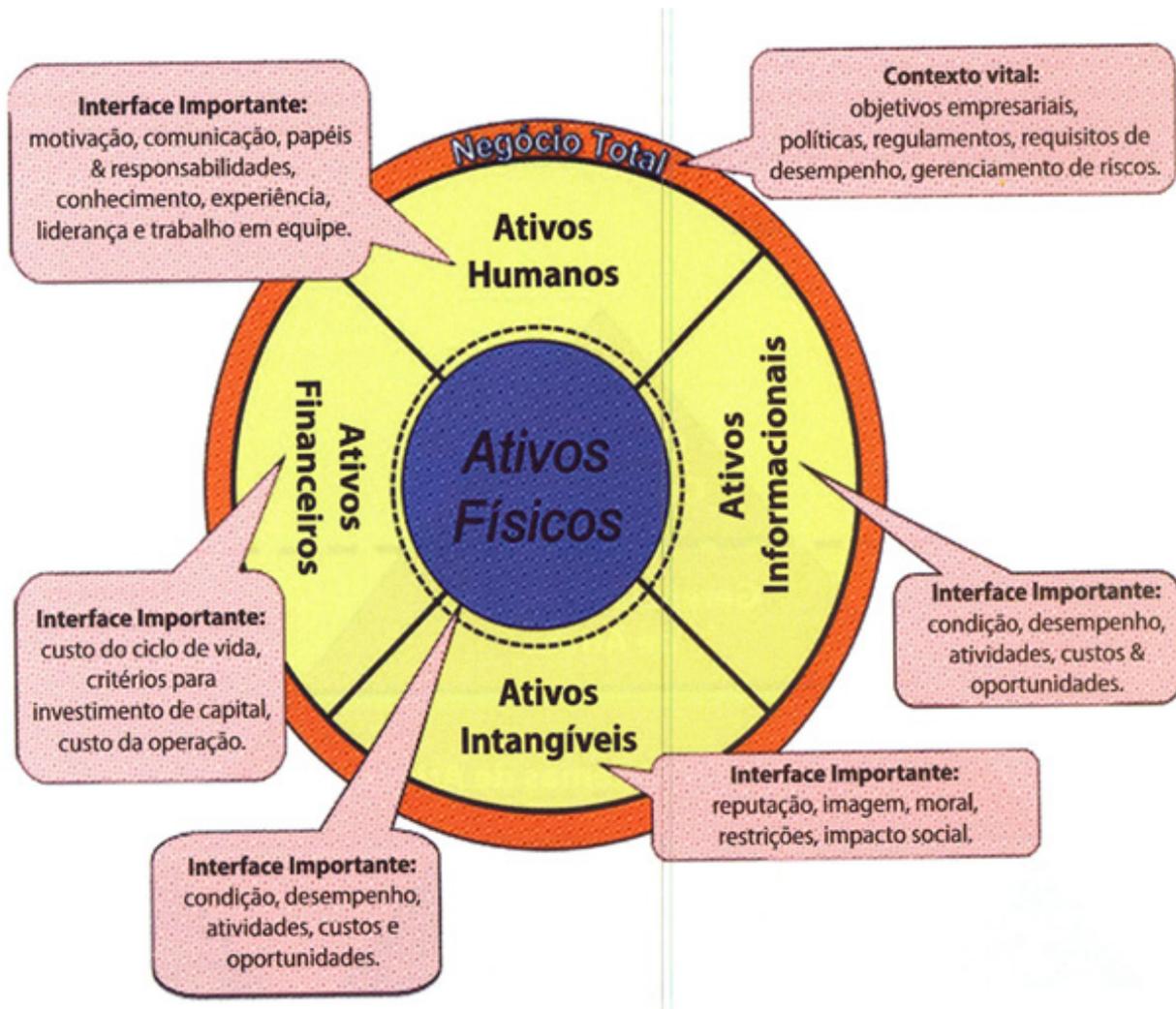


Figura 3: Foco e contexto do negócio do PAS com relação aos tipos de ativos

Fonte: PAS 55 (2008)

A disponibilidade e a confiabilidade dos ativos têm sido os indicadores que mais tem sido exigido nos grandes setores produtivos. Nas empresas onde esses indicadores atingem percentuais maiores que 90% em DF (disponibilidade física) certamente são empresas com maior eficiência no seu ritmo de produção. Porém para garantir níveis de alta disponibilidade do ativo é necessário ter um modelo de governança extremamente eficiente conforme fala a norma ISSO 55000:2014, “o controle eficaz e a governança dos ativos pelas organizações são essenciais para obter valor por meio do gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de atingir o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho” (ABNT; 2014). Uma das formas de se obter esse desempenho na gestão de ativos é considerar em suas etapas de implantação os passos do método PDCA. PDCA são as iniciais de *Plan* (planejar), *DO* (fazer), *check* (checar ou verificar) e *Action* ou *Act* (agir), é um método de gerenciamento com foco de melhorar processos de uma empresa. A Figura 4 mostra a correlação entre gestão de ativos e o ciclo PDCA:

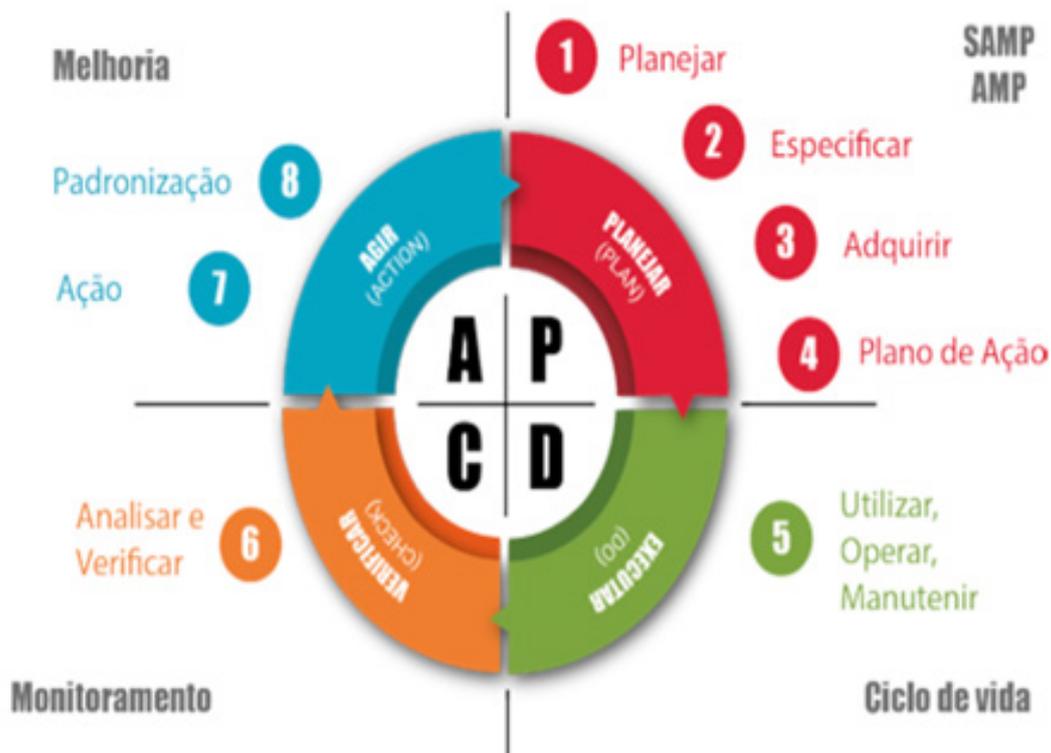


Figura 4: Ciclo PDCA e a Gestão de Ativos

Fonte: Zampolli (2019, p11)

Para ter eficiência nessa governança e aplicação do método é necessário que todas as áreas da empresa estejam envolvidas com o propósito único de obtenção de valor dos ativos com baixo risco e menor custo para o processo produtivo. Ao longo dos tempos esse alinhamento foi se tornando mais visível nas empresas, onde foi se criando departamentos estratégicos para garantir a eficiência do modelo produtivo. É sempre bom lembrar que essa necessidade se torna mais latente dependendo do tamanho da empresa. Em empresas de pequeno porte os recursos são mais limitados em função do orçamento e receita não serem suficientes para um investimento de tamanha proporção.

Segundo Viana (2019 p. 45) “uma adequada gestão de ativos, passa necessariamente por uma Gestão de Manutenção bem articulada e competente”. Assim o sucesso na gestão da manutenção consiste em uma estrutura organizacional bem definida, onde os papéis e responsabilidade são bem definidos e adequadamente ocupados. Essa estrutura precisa ter como foco a otimização da alocação de recursos, padronização dos processos, controle eficaz dos custos da manutenção e gestão eficiente da confiabilidade dos ativos.

Uma ferramenta importante que norteia a gestão de ativos se chama estratégia de manutenção. A Estratégia de Manutenção de uma empresa é um documento de extra importância que define os tipos de manutenção que devem ser adotadas para melhor desempenho dos ativos de uma empresa. Para definição da melhor estratégia de manutenção é importante conhecer o conceito de curva PF.

Segundo Dutra (2019, p 12) “a curva PF é uma ferramenta analítica essencial para um plano de manutenção que seja baseado em confiabilidade e esteja seguindo os padrões RCM”. Em linhas gerais é um gráfico que apresenta a performance de um equipamento em função do seu tempo de funcionamento, onde o eixo (X) da curva PF apresenta o tempo em serviço de um ativo e o eixo (Y) representa o desempenho ou performance do ativo. Conforme mostra a Figura 5:

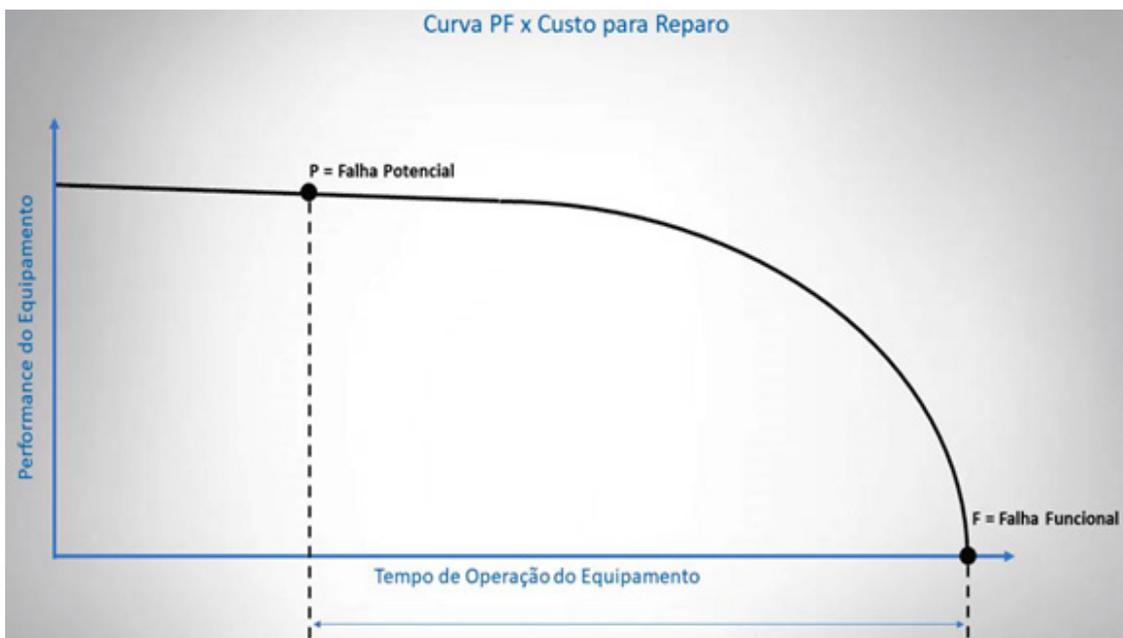


Figura 5: Curva PF

Fonte: Dutra (2019, p 12)

Para Dutra (2019) o objetivo da curva é determinar o intervalo PF, ou seja, o intervalo entre a falha potencial e a falha funcional. A curva PF explica de forma gráfica a diferença entre os três tipos de manutenção citadas anteriormente: preventiva, corretiva e preditiva, ou seja, uma vez definida a estratégia de manutenção da empresa entra a necessidade de se ter um processo de planejamento capaz de garantir a eficiência da execução dessa estratégia. Assim nasce a importância da implementação padronizada de um planejamento, programação e controle da manutenção (PCM) nas indústrias.

A ISO 55002:2014 (ABNT, 2014) reforça que o sistema de gestão de ativos é um conjunto de elementos inter-relacionados e interligados dentro de uma organização, porém é importante que o setor de manutenção seja independente do setor de operação para que não haja conflitos de interesse e uma área trabalhe em detrimento de outra. Viana (2019) reforça que a Manutenção precisa ocupar um nível de gerência departamental, da mesma forma que a operação. Assim na estrutura de manutenção é fundamental a existência de três áreas: Planejamento e Controle da Manutenção, Engenharia de Manutenção e Execução da Manutenção.

3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM)

Dentro das organizações que possuem estrutura de manutenções considera-se um sistema chamado Função Manter que é responsável pela ordenação e definição das responsabilidades dentro de uma organização, conforme mostra Figura 6:



Figura 6: Estrutura Mínima de uma Função Manter

Fonte: Documentos Normativos Interno Vale (2022)

O PCM é uma das áreas mais importante de um processo produtivo, ele é responsável por gerenciar todas as atividades da manutenção em uma indústria. Tudo que engloba custos, disponibilidade de ativos, tempo de parada para manutenção, tempo médio entre corretivas e falhas, custos, investimentos são administrados por um PCM.

A responsabilidade de um PCM consiste em garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos. Segundo a NBR 5462/1994 (1994 p. 2) “disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte da manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.”

O PCM segue, dependendo do tamanho da empresa, segue as diretrizes determina por uma área geralmente chamada de engenharia da manutenção, que determina através de uma estratégia cuidadosamente definida os parâmetros mínimos para a manutenção dos ativos. Para isso algumas funções desempenham papéis fundamentais para garantir que o que foi determina na estratégia da manutenção seja cumprido com eficiência.

2.1 Planejamento da manutenção

Segundo Dutra (2019) o organograma de um PCM em uma empresa depende do tamanho e das demandas de manutenção existentes em sua estrutura. Porém algumas funções básicas independem dessa condição e são fundamentais para que a gestão da manutenção ocorra de forma eficiente, entre elas estão o planejador da manutenção, o programador da manutenção e o controlador de indicadores.

A entrada do processo do PCM é a área que identifica a demanda que pode ser tanto a engenharia, como a confiabilidade e até mesmo a execução. Dessa forma apresenta-se de forma esquemática o macroprocesso do PCM trazendo as principais funções do processo:



Figura 7: Macroprocesso do PCM

Fonte: Da autora, 2022

Considerando as funções apresentadas na Figura 7 o macroprocesso de um PCM dentro de uma empresa tem a atribuição de garantir o cumprimento das rotinas e monitorar a eficiência do processo de manutenção. Dessa forma a ISO 55000:2014 traz a importância de alguns indicadores que devem ser medidos como por exemplo a aderência ao plano de manutenção, aderência a manutenção sistemática, *backlog*, aderência ao mapa de 52 semanas, apropriação de mão de obra e recursos entre outros.

O conceito de planejamento segundo Chiavenato (2005) é uma função administrativa que determina de forma antecipada quais são os objetivos que deverão ser atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor forma possível. Ainda segundo Chiavenato a finalidade mais importante do planejamento está em criar possibilidades para aumentar a eficiência e a eficácia do processo produtivo de uma empresa.

Sousa (2008) relata que dependendo do tempo e da característica consideradas no processo de planejamento existem dois tipos de planejamento: estratégico e o operacional. O estratégico foca em entender e se adaptar as mudanças que ocorrem a longo prazo buscando sempre manter a empresa em uma vantagem competitiva e o operacional já é focado em um plano detalhado e quantitativo voltado para os setores funcionais de uma empresa, como por exemplo o setor de produção. O planejamento e o controle de um processo de manutenção estão diretamente relacionados entre si, assim como outras funções estratégicas de uma empresa. Segundo Zaccarelli (1986, p.1): “a atividade de planejamento e controle da produção consiste em necessariamente em um conjunto de funções inter-relacionadas que tem o propósito de comandar os sistemas organizacionais produtivos e coordená-los com os demais setores administrativos da empresa”.

O planejamento e o controle podem ser divididos em longo, médio e curto prazo. Sendo o longo prazo com uma visão mais estratégica, o médio prazo focado no detalhamento focado para as atividades previstas no horizonte de três meses e o curto prazo com a visão do mês seguinte, fazendo um refinamento do planejamento de médio prazo. O controle apresenta maior importância na visão de curto prazo, uma vez que ele é responsável pelo acompanhamento e medição de resultados fazendo a comparação com o que foi planejado, determinando assim o nível de eficiência do planejamento.

Por isso é importante que no planejamento os objetivos definidos sejam claros e mensuráveis, além de alcançáveis, ou seja, precisam proporcionar um senso de direção focalizando os esforços para a alocação efetiva dos recursos e ter um plano de decisões que seja

alinhado em todas as esferas, a fim de evitar decisões isoladas.

A função do planejador inicia com a identificação da demanda que deve ser conhecida e previsível, assim é desejável que um planejador tenha habilidades e conhecimentos técnicos para ter autonomia ao planejar uma atividade de manutenção.

O planejador deverá possuir todos os requisitos elencados para o técnico mantenedor, com um ingrediente a mais: uma boa experiência nos trabalhos de manutenção em máquinas. Recomenda-se que um profissional do PCM seja proveniente da área de execução da manutenção, pois esta vivência trará um importante *know-how* de conhecimento dos processos e equipamentos envolvidos no mesmo (VIANA, 2002, p. 22).

Segundo Viana (2002) as atribuições básicas do planejador de médio prazo têm como objetivo planejar as atividades de manutenção e recursos previstos no horizonte rolante do Mapa de 52 semanas disponibilizado pela Engenharia, garantindo seu cumprimento. Além de desdobrar a estratégia das intervenções cadastradas pela Engenharia, planejando as atividades de manutenção, considerando duração e tolerância, estratégia de contratação de serviços e alocando, com foco na máxima produtividade, os recursos necessários.

A função do planejamento de curto prazo é desdobrar o planejamento de médio prazo atualizando as manutenções necessárias para as próximas semanas e o seu desdobramento no mapa mensal, semanal e diário informando corretamente as premissas adotadas no planejamento e limitações de recursos (DUTRA, 2019).

Dentro do processo de planejamento existe uma função pouco usual na maioria das empresas, Viana (2019) reforça essa função como extremamente importante para garantir eficiência e eficácia no tratamento das demandas identificadas, seja de uma manutenção preventiva quanto de uma manutenção corretiva. Essa função costuma-se chamar de planejador de Ordem de Manutenção (OM). Segundo Viana (2019, p.38) “a Ordem de Manutenção é a instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção”.

Segundo Viana (2019) a ordem de manutenção nada mais é do que a permissão do trabalho que deverá ser executado. O planejador de Ordem tem como objetivo avaliar a entrada da demanda de manutenção, planejar os riscos e as medidas de controle, assim como análise preliminar da tarefa a ser executada planejando todos os recursos necessário como mão de obra, materiais, componentes, ferramentas e documentações técnicas para pesquisa por parte do executante. A ordem deve ser planejada conforme o critério de priorização definida pela empresa que deve considerar premissas como segurança e confiabilidade. Importante sempre considerar para os futuros planejamentos o retorno da execução das manutenções anteriores.

Viana (2019) traz também a importância do planejamento dos recursos (materiais e componentes) e para isso existe uma função chamada aprovisionador que é responsável por solicitar o material e componente através de uma ordem de manutenção ficando responsável também por seu diligenciamento até a entrega do recurso à área de execução. Essa solicitação precisa sempre ser feita via OM.

Dentro desse escopo está também gerenciar garantia sendo conectado com a área de suprimentos para garantir as negociações com os fornecedores e assim a melhoria no fornecimento de peças e serviços. Esse gerenciamento pode ocorrer através de acordos de nível de serviços (ANS).

2.2 Programação da manutenção

Segundo Viana (2002) a função do programador consiste em desdobrar as atividades planejadas pelo Planejador de Manutenção no calendário de 52 semanas, criando um cronograma de atividades para as paradas de manutenção. Dessa forma ele também é responsável; por negociar as paradas de manutenção com o departamento de produção. O programador precisa também quantificar o tempo necessário para realização das atividades de manutenção para que não haja prejuízos ao processo produtivo.

Em termos gerais o programador tem um papel fundamental em garantir que todo processo previamente planejado ocorra conforme as definições iniciais do planejador guiado pela estratégia de manutenção da empresa.

Para Dutra (2019) a eficiência dessa etapa depende que todas as etapas anteriores tenham ocorrido sem desvios para garantir que a programação vai ser feita somente para as demandas que tenham todos os recursos disponíveis e assim evitar desperdícios como espera da equipe de execução por recursos e parada indevida do equipamento. Viana (2002) reforça que o programador é responsável por coordenar a reunião de programação que deve ser feita no mínimo com o horizonte semanal, sempre trazendo nessa agenda os desvios que ocorreram na semana anterior para que possa tratada e considerada na programação da semana seguinte.

Segundo Viana (2002) é de extrema importância comunicar e disponibilizar a programação para as áreas envolvidas, contendo: trabalhos a serem executados com riscos e medidas de controle identificados; Equipamento e localidade onde o trabalho será executado; Condições necessárias à realização do trabalho; Interferências geradas pela execução do trabalho; Recursos necessários à execução do trabalho; Sequenciamento das atividades; Data de início e duração de cada trabalho a ser executado e especificações do trabalho a ser executado, além do histórico da manutenção para a equipe executante. “Todos os técnicos da manutenção deverão receber uma cartilha intitulada “Histórico da Manutenção”, contendo os códigos e descrições de cada terno dos campos supracitados, além das definições dos verbos Causas, Sintoma e Intervenção” (VIANA. 2002, p. 53).

Outra responsabilidade fundamental no processo de programação é elaborar junto às áreas de interface acordos de nível de serviços (ANS) com pelo menos: Execução e Operação: entrega e devolução de ativos para manutenção, contendo pelo menos os seguintes critérios: limpeza, posicionamento, comunicação da solicitação e da liberação do ativo, testes do ativo e devolução.

2.3 Controlador da manutenção

Segundo Dutra (2019) a função do controlador de manutenção consiste em gerenciar e analisar o fechamento dos índices mensais da manutenção disponibilizando dessa forma um retrato real do desempenho do planejamento e das equipes de execução. É responsável por transformar informações qualitativas em dados quantitativos gerando feedbacks que proporcionam melhoria ao processo através da retroalimentação desses dados.

O controle da manutenção deve ser constante, deve acontecer antes, durante e após as atividades de manutenção da planta. O ato de controlar as atividades de manutenção é onde se concentra toda a gestão de resultados obtidos com as ações planejadas e programadas (DUTRA, 2019, p.82).

O processo de Controle é responsável por monitorar e gerenciar os processos da manutenção, através da consolidação e análise de indicadores, propondo soluções para os

desvios e falhas de processo bem como auxiliar a identificar oportunidades de melhoria. Gerenciar os indicadores dos processos de manutenção atuando como responsável pela análise dos desvios de cada KPI com todas as pessoas envolvidas assegurando assim a saúde desses indicadores.

O processo do controle é responsável também por gerenciar a carteira de serviço incluindo a estratificação para os tempos de execução das demandas de manutenção avaliando se os tempos estão aderentes ao planejado x programado. Coordenar reuniões de indicadores junto as áreas executantes.

Se todas as funções citadas acima forem executadas conforme as responsabilidades definidas a empresa garantirá que a manutenção dos ativos foi feita de forma correta garantindo assim a excelência da manutenção. Os ganhos como o aumento da disponibilidade do ativo, redução do custo da manutenção por diminuição de paradas não programada e por consequência ganho de confiabilidade serão inevitáveis.

4. FERRAMENTAS DE PADRONIZAÇÃO PARA O PCM

A padronização é considerada uma das ferramentas gerenciais mais fundamentais e eficazes nos últimos tempos. A padronização é a uniformização do trabalho realizado por uma equipe ou empresa, é um caminho para se alcançar a excelência operacional. Os padrões direcionam uma forma única do como fazer garantindo assim que a atividade seja feita com excelência independente de quem a esteja executando. O processo de padronização é contínuo, pois estará sempre passando por atualizações a medida que os processos forem evoluindo. Segundo Campos (2004, p.16) “O método padronizado não é fixo, ele pode ser melhorado para a obtenção de melhores resultados. Se os resultados forem melhores os outros adotarão o método revisto”.

Campos (2004) cita que um método muito utilizado no processo de padronização é o ciclo PDCA, que consiste em estruturar todo o processo em quatro etapas: planejar, executar, verificar e agir devendo se repetir o ciclo até que os resultados esperados sejam alcançados e assim padronizados para todos os setores. Disciplina operacional e boa execução do trabalho só é possível através de um processo padronizado e monitorado. A falta de padronização gera grandes perdas no processo produtivo de uma empresa.

Campos (2004) reforça que um sistema de gestão da qualidade funciona na base do ciclo PDCA. Considerando as quatro etapas do ciclo a essência é direcionar mais tempo e energia na etapa de planejamento, pois uma vez que o planejamento é bem elaborado a etapa seguinte tem maior probabilidade de ocorrer sem desvios, ou seja, dentro do ciclo só se segue para a próxima etapa quando a etapa anterior for concluída com sucesso. Caso haja desvios deve-se buscar de imediato a correção e somente assim seguir para a etapa seguinte. Por esse motivo o ciclo PDCA está diretamente relacionado a incansável busca pela melhoria contínua.

Para funções fundamentais citadas anteriormente no PCM é importante ressaltar que para que os papéis sejam executados com excelência é necessário que as responsabilidades sejam claramente definidas em um procedimento escrito que detalhe o passo a passo da função, a frequência com que cada tarefa deve acontecer, além de treinamentos teóricos sobre os principais conceitos da manutenção e treinamentos práticos com profissionais mais experientes. Dessa forma Campos (2004) ressalta a importância de ser construída uma trilha educacional com uma rota de treinamentos necessários para que o empregado esteja apto para exercer a função. A partir disso se tem uma rotina bem esta-

belecida.

A rotina é estabelecida de tal forma que a administração da empresa possa delegar a condução dos processos às pessoas que os operam e passam se preocupar com os projetos de melhorias, que visam a conferir maior competitividade à empresa (CAMPOS, 2004, p. 89).

Uma rotina estruturada permite que os desvios do processo sejam facilmente identificados e assim se tenha tempo hábil para correção da rota.

4.1 Monitoramento e indicadores

O monitoramento do desempenho é outra ferramenta útil na medição da padronização dos processos. Quando se definir o que monitorar é importante considerar o objetivo da gestão do ativo e os critérios necessários para tomada de decisão, além de assegurar que tenha consistência e rastreabilidade dos dados coletados para que se tenha confiança na análise realizada a partir do monitoramento.

Segundo Zampolli (2019, p. 66) “os métodos de monitoramento, medição, análise e avaliações, dependem de cada organização e devem assegurar o necessário para a tomada de decisões quanto aos ativos. Normalmente são adotados indicadores para a avaliação. Estes indicadores devem ser estabelecidos nos planos de gestão de ativos.”. Ainda segundo Zampolli os indicadores de performance são definidos seguindo algumas premissas conforme mostra a Figura 9.

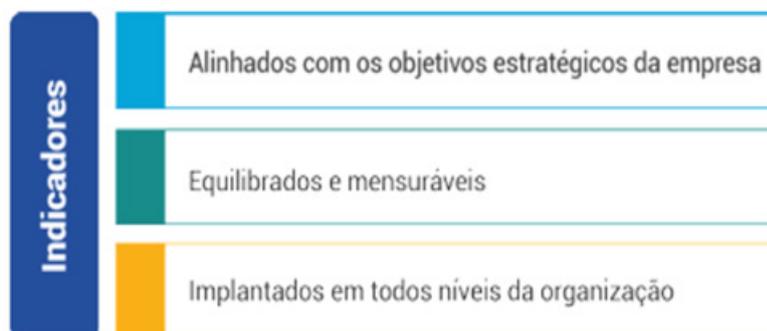


Figura 9: Premissas para definição de indicadores.

Fonte: Zampolli (2019, p. 67)

Para implantação dos KPI`s (*Key Performance Indicators*) é imprescindível ter uma coleta de dados confiável, assim como o tratamento e análise desses dados. Os desafios para a gestão da manutenção são inúmeros, os líderes estão sempre buscando manter a competitividade dos seus negócios. O monitoramento de indicadores chaves é a base para garantir dados necessários para a tomada de decisão em tempo hábil e assim manter as organizações dentro dos parâmetros de excelência e conseqüentemente mantê-las competitivas no mercado económico.

Assim é necessário uso de ferramentas de gestão para acompanhamento dos indicadores (CAMPOS, 2004). Uma ferramenta que tem sido muito utilizada para monitoramento de indicadores relacionados ao processo do PCM é o FMDS, sigla inglês de *Floor Mana-*

gement Development System, que em português significa Gestão do Chão de Fábrica. Seu objetivo consiste em monitorar indicadores no nível da atividade do executante descendo o máximo possível a causa dos desvios que ocorrem no processo produtivo. “FMDS, sigla para *Floor Management Development System*, é uma metodologia importante para melhorar o desenvolvimento de gerenciamento de chão de fábrica. Seu principal objetivo é garantir o alto padrão das atividades executadas dentro da indústria” (SANTOS, 2022).

Algumas etapas precisam ser seguidas para implantar o FMDS no processo produtivo. A primeira é a definição dos indicadores (KPI`s) que serão gerenciados, esses indicadores precisam fornecer informações sobre a performance dos processos e dos equipamentos. A segunda etapa é garantir a exposição de problemas através de levantamento dos desvios mais recorrentes sinalizados pela equipe que executa a atividade. A terceira é a definição das ações de melhora para todo e qualquer desvio. A quarta e última é acompanhar os resultados para avaliar se as Ações de melhorias implementadas ajudaram na resolução do problema.

Santos (2002) cita que o FMDS pode ter várias dimensões para acompanhamento: Produtividade, Qualidade, Segurança, Sustentabilidade, Pessoas e Custos. A dimensão produtividade foca em indicadores diretamente ligados a produção como a disponibilidade de um ativo, já a dimensão qualidade monitora indicadores ligados a qualidade do processo como por exemplo o índice de retrabalho de uma planta, turno ou até mesmo de um ativo. A dimensão Segurança e sustentabilidade monitoram indicadores relacionados a segurança das pessoas e dos processos como índice de taxa de ocorrências operacionais, taxas de acidentes e indicadores relacionados ao meio ambiente com geração de resíduos oleosos. A dimensão Pessoas mede indicadores voltado para o desenvolvimento das pessoas como percentual de execução de treinamentos obrigatórios.

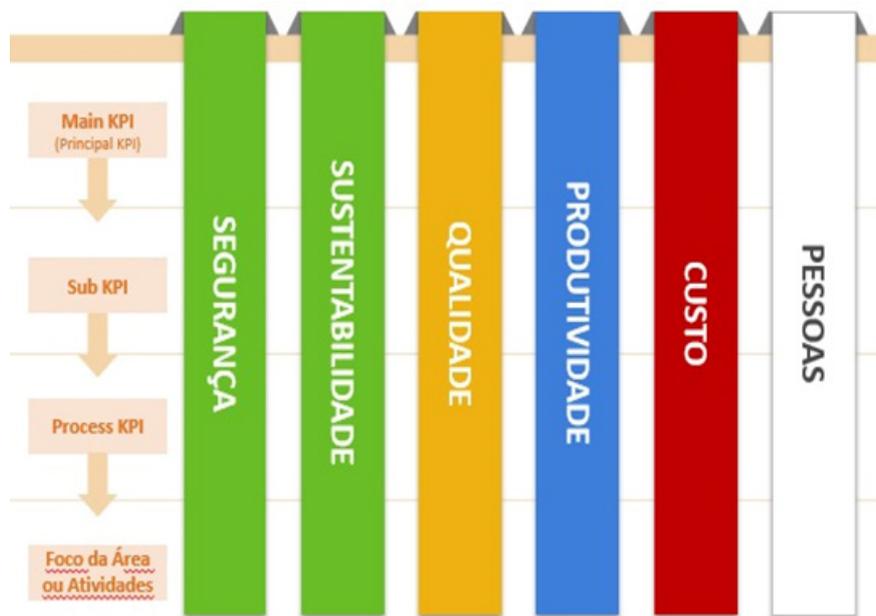


Figura 10: Dimensões de um FMDS

Fonte: Documentos Normativos Interno Vale (2022)

Para cada dimensão é definido o indicador principal, que geralmente é desdobrado da alta direção. O desdobramento da diretriz da empresa deve acontecer até a diretriz operacional. O indicador principal é desdobrado em um indicador chamado de Sub KPI, que é chamado de indicador intermediário que é responsável por medir a performance da liderança a nível de supervisor, sendo esse indicador desdobrado em um indicador de pro-

cesso, que é responsável por medir performance do processo no nível do chão de fábrica. “A metodologia FMDS é importante para garantir o máximo desempenho do parque fabril, identificando a causa raiz de alguns problemas que impedem e atrapalham a produção” (SANTOS, 2022).

O FMDS também é uma forma de transmitir a visão e a missão da empresa aos empregados que não fazem parte da alta cúpula da empresa (SANTOS, 2002). Quando os indicadores são desdobrados no nível de atividade a empresa deixa claro para toda a equipe o que realmente importa ser monitorado.

Para Santos (2002) um quadro de FMDS geralmente é estruturado contendo, além dos indicadores desdobrados à nível de atividade, ferramentas que auxiliam no levantamento dos desvios como tabela de pontos de causas, plano de ação, cadeia de ajuda além de um espaço para utilização de ferramentas como A3 Solução de problemas que é usada quando um determinado desvio passa a ocorrer de forma sistemática.

O FMDS é uma ferramenta de uso diário que permite que os desvios sejam identificados e relatos pela própria equipe que executa a atividade. O FMDS não é uma ferramenta de gestão a vista. O foco nos problemas é direcionado para desenvolver pessoas. No FMDS todos os desperdícios, problemas e anormalidades devem estar claros a ponto de serem identificados com apenas um olhar. Santos (2022) conclui que “é possível perceber a importância do FMDS na gestão de produtividade e eficiência, tanto da equipe como dos maquinários. Assim, tornando o parque fabril mais otimizado e eficaz.”

Além do FMDS existem várias outras ferramentas que podem ser usadas no gerenciamento dos resultados do PCM. Todas elas associadas ao ciclo do PDCA. A maioria das ferramentas de gerenciamento tiveram seu nascimento no Japão através do Modelo Toyota de Produção ou em inglês *Toyota Production System* (STP).

É importante salientar que a ferramenta a ser implementada no processo de monitoramento de uma empresa depende do seu objetivo enquanto cadeia produtiva. Assim como para cada doença há um remédio, assim também para cada problema há uma ferramenta certa para aplicação. Por isso antes de implementar qualquer ferramenta e ou método é importante a realização de um diagnóstico para entendimento da real situação da empresa.

Todo diagnóstico de uma empresa deve ser feito com a contribuição de todos os contribuidores do negócio para que o retrato capturado seja o mais fiel possível. A notícia positiva é que para todo e qualquer problema e ou desvio há uma ferramenta e método para melhoria do processo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de manutenção de uma empresa é fator determinante para garantir a eficiência de uma empresa no viés de produção. Assim apresenta-se neste trabalho a importância de um processo de planejamento e controle da manutenção padronizado a fim de garantir que todos os setores estejam conectados em único propósito. O PCM de uma empresa se torna crucial para garantir que a empresa seja competitiva no mercado.

Apresenta-se o conceitual sobre gestão da manutenção e gestão de ativos trazendo a conexão entre esses dois campos tão fundamentais para o entendimento da manutenção e sua importância. Entende-se como se dá a evolução da manutenção ao longo das décadas e porque é necessário ter um departamento com foco direcionado para a gestão da manutenção garantindo disponibilidade e confiabilidade dos ativos.

Fundamenta-se esse entendimento discorrendo sobre o organograma de uma estrutura de PCM e como minimamente ela deve ser estruturada para entregar o mínimo que se espera de um processo padronizado. Reforça-se a importância do papel e responsabilidade de cada função assim como a relação entre cada uma delas. Entendendo que para que o fluxo ocorra de forma segura é necessário que cada um se aproprie do seu papel e cumpra com o que foi determinado.

Por último é apresentado um leque de ferramentas que podem ser utilizadas para gerenciar a efetividade de cada função, além dos indicadores que medem a eficiência do negócio reforçando a importância de se usar metodologias do início ao fim de cada etapa garantindo assim a padronização do processo. Empresas produtivas é sinônimo de empresas que buscam cada vez mais diminuir seus desperdícios e aumentar sua capacidade produtiva. O trabalho mostra de forma clara que isso é possível quando se garante um PCM estruturado e padronizado dentro de uma empresa. Para próximos estudos se propõem uma análise de eficácia dos métodos utilizados no processo de padronização de um PCM, assim como a comparação de resultado de empresas onde se tem um PCM padronizado *versus* empresas que não possuem uma estrutura de PCM padronizada.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55000: Gestão de Ativos** – Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55002: Gestão de Ativos** – Sistemas de Gestão – Diretrizes para a aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8a Edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total: Padronização de empresas**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.
- DUTRA, Jonathan. **Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria 4.0**. Brasília: ENGETELES Editora, 2019.
- DUTRA, Jonathan. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. Brasília: ENGETELES Editora, 2019.
- MARTINS, Túlio. **A evolução da Manutenção**. Copyright. 2022. Disponível em <https://tuliomartins.com.br/evolucao-da-manutencao/>. Acesso em 02 de nov. 2022.
- SANTOS, Luan. **FMDS: o que é e como aplicar na empresa?**. Copyright. 2022. Disponível em: <https://keepfy.com/blog/fmds-o-que-e-e-como-aplicar-na-empresa/>. Acesso em 25 de out. 2022.
- SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Campus Ponta Grossa, da UTFPR, 2008.
- VIANA, Herbert. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- VIANA, Herbert. **Fatores de Sucesso na Gestão da Manutenção de Ativos**. Rio de Janeiro: Bookstart, 2016.
- VIANA, Herbert. **Manual de Gestão da Manutenção – volume 1**. Brasília: ENGETELES Editora, 2019.
- ZAMPOLLI, Marisa. **GESTÃO DE ATIVOS: Guia para a aplicação da norma ABNT NBR ISO 55001 considerando as diretrizes da ISO 55002:2018**. Ed 02. Rio de Janeiro: International Copper Association Brazil. 2019.

63

CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE PROJETOS

*CONTRIBUTIONS OF INDUSTRY 4.0 IN PROJECT
MANAGEMENT*

Alfredo Magalhães Silva Filho
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O cenário industrial vem sofrendo mudanças desde a Primeira Revolução Industrial e com a Indústria 4.0, as mudanças estão sendo significativas para diversas áreas e dentre elas, cita-se a de Projetos. A problemática em questão foi a seguinte: De que forma as tecnologias advindas da Indústria 4.0 contribuem o gerenciamento de projetos? Assim, a presente pesquisa teve como objetivo geral compreender as contribuições das tecnologias advindas da Indústria 4.0 para a gestão de projetos e como objetivos específicos descrever sobre a Indústria 4.0, abordar sobre a gestão de projetos e apontar as contribuições da Indústria 4.0 para a gestão de projetos. Para alcançar tais objetivos foi realizada uma Revisão de Literatura baseada em livros e artigos das bases de dados *Scielo* e *Google acadêmico*. Através da pesquisa, foi possível verificar que a área de gerenciamento de projetos, assim como outras, foram beneficiadas com a Indústria 4.0, podendo citar como pontos positivos a qualificação da mão de obra dessas equipes, os avanços tecnológicos nos sistemas que permite o acompanhamento remoto e a remodelação da forma de trabalho, dentre outras.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Gerenciamento de Projetos. Contribuições

Abstract

In this context, the industrial scenario has been undergoing changes since the First Industrial Revolution and with Industry 4.0 the changes are being significant for several areas and among them, we mention that of Projects. The guiding question of the research: How do technologies from Industry 4.0 contribute to project management? To answer this question, the research had as general objective to understand the contributions of technologies arising from Industry 4.0 for project management and as specific objectives to describe about Industry 4.0; address project management and point out the contributions of Industry 4.0 to project management. To achieve these goals, a Literature Review was carried out based on books and articles from the *Scielo* and *Google academic* databases. assim como outras, foram beneficiadas com a Indústria 4.0, podendo citar como pontos positivos a qualificação da mão de obra dessas equipes, os avanços tecnológicos nos sistemas que permite o acompanhamento remoto, a remodelação da forma de trabalho, dentre outras.

Keywords: Industry 4.0. Project management. Contribution.

1. INTRODUÇÃO

O novo modelo industrial, chamado de Quarta Revolução Industrial, toma forma a partir da solidificação dos instrumentos da tecnologia da informação, proporcionando a interconexão dos sistemas físicos e digitais. A Indústria 4.0, guia princípios como o Big Data, sistemas físicos-cibernéticos, inteligência artificial e robótica. As inúmeras possibilidades da Indústria 4.0, apresentam modificações expressivas por completo no mundo dos negócios e na sociedade em geral.

Essas transformações precisam ser acompanhadas pelas organizações que desejam manter-se competitivas no mercado. Assim, a área de gerenciamento de projetos teve também que acompanhar as premissas indicadas pelo novo modelo industrial se adequando as tecnologias para executar as tarefas, em novas habilidades do gestor e sua equipe para alcançar os objetivos de seus projetos.

Dessa forma, a pesquisa tornou-se importante, pois o valor criado pela Indústria 4.0 excede largamente as economias de custo de um único dígito que muitos fabricantes buscam atualmente e a compreensão de que as organizações estão valorizando cada vez mais a capacitação em gerenciamento de projetos.

Diante desse contexto, chegou-se ao seguinte questionamento: De que forma as tecnologias advindas da Indústria 4.0 contribuem o gerenciamento de projetos? Para responder a esse questionamento, a pesquisa teve como objetivo geral compreender as contribuições das tecnologias advindas da Indústria 4.0 para a gestão de projetos e como objetivos específicos descrever sobre a Indústria 4.0; abordar sobre a gestão de projetos e apontar as contribuições da Indústria 4.0 para a gestão de projetos.

Para alcançar os objetivos propostos foi realizada uma Revisão Bibliográfica, com consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nas bases de dados *Scielo* e *Google Acadêmico* com publicações dos últimos 10 anos com as palavras chaves: Indústria 4.0, gerenciamento de projetos e contribuições.

2. A INDÚSTRIA 4.0

Com o passar dos séculos, o mundo vivenciou verdadeiras transformações no contexto econômico, político e social e foram marcantes as revoluções no campo industrial, que iniciaram a partir da manufatura artesanal e culminaram no que se vive hoje, a Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0. e para o entendimento da Indústria 4.0, foi necessário primeiramente entender sobre as três Revoluções Industriais que as antecede e que culminaram no seu desenvolvimento. Conforme discorre os autores Santos et al. (2018), na Primeira Revolução Industrial muitos processos que eram realizados de forma manual e apenas por trabalhadores altamente especializados tornaram-se não competitivos, dando espaço para as fábricas mecanizadas.

Por conseguinte, Sacomano et al. (2018), diz que no final do século XIX, a partir de 1860, o uso de energia elétrica impulsionou a modernização de máquinas e equipamentos industriais configurando a Segunda Revolução Industrial. Essa industrialização alcançou outros países, além da Inglaterra, como França, Alemanha, Estados Unidos e até mesmo o Japão. Nos Estados Unidos, surgiu um novo modelo de produção industrial, chamado fordismo, que tinha como características a repetitividade, padronização do produto e produção em massa (SCHWAB, 2016).



Já a Terceira Revolução Industrial também conhecida como Revolução Digital e Revolução Técnico-Científica, houve a modernização dos computadores e demais equipamentos elétricos e eletromecânicos, fazendo surgir, então, os equipamentos eletrônicos e digitais (STEVAN; SANTOS; LEME, 2018). Após o esgotamento do modelo americano fordismo, surgiu no Japão um novo modelo produtivo, o Toyotismo, que tinha como principal característica a produção flexível, produzindo conforme demanda de mercado e sendo conhecido, também, como Produção Enxuta, do inglês *Lean Manufacturing* (SACOMANO, et al., 2018).

Em suma, a primeira revolução foi conceituada pelo desenvolvimento das máquinas à vapor e da conversão da energia mecânica. O surgimento da energia elétrica, produção em massa e a apresentação do conceito fabril de Henry Ford, conduziram à segunda Revolução Industrial. A terceira revolução, significou a introdução dos circuitos integrados e dos controladores lógicos programáveis, iniciando os primeiros passos da automação e o surgimento da internet.

E a que se vive é a Quarta Revolução Industrial, é a era da interação digital da indústria, caracterizando o conceito de Fábricas Inteligentes. Inicialmente, o conceito de Indústria 4.0 foi fixado à manufatura, porém, houve uma disseminação para os outros setores, como a agricultura e os serviços. A Quarta Revolução Industrial tem sido descrita principalmente pela evolução tecnológica rápida que causa espanto e deslumbramento. Em textos acadêmicos e em análises jornalísticas, a ênfase recai sobre as tecnologias de informação e comunicação, acopladas a produtos e equipamentos que capacitam as pessoas para atividades antes impossíveis, abrindo um mercado novo e possibilitando um nível de eficiência da produção impensável até pouco tempo atrás.

À princípio, é importante destacar que os grandes estudiosos da área e desse assunto tratam a Indústria 4.0 como a Quarta Revolução Industrial, e é por isso que ela recebe esse nome (SACOMANO et al., 2018). Essa assenta-se na integração de tecnologias de informações e comunicação que permitem alcançar novos patamares de produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento possibilitando a geração de novas estratégias e modelo de negócio para a indústria.

Foi criada em 2012, na Alemanha, com o intuito de aumentar a produtividade da indústria e melhorar a competitividade com países asiáticos, e tal reviravolta tecnológica se espalhou mundo afora (LIMA, et al., 2016).

De acordo com Lima et al. (2016, p.35), pode-se citar quatro peças-chaves para a elaboração da Indústria 4.0. Sendo elas:

Cyber Physical Systems – CPS: É aquele sistema que permite a interação entre o mundo físico e o virtual, onde os computadores controla todo o processo. CPS: é o responsável pela interação do mundo físico e virtual, onde ele armazena, identifica e analisa os dados;

Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT): é considerada como base da tecnologia, pois é capaz de comunicar, interagir ou sentir com o ambiente externo ou interno;

Internet of Services (IoS): é basicamente oferecer serviços pela internet, onde novos serviços serão inseridos os melhorar aqueles que já existem. E tais serviços podem oferecer suporte a recursos técnico ou funcional;

Fábricas Inteligentes (*Smart Factories*): Futuramente todo o processo de uma indústria conseguirá se comunicar em tempo real gerando uma melhor eficiência gastado menos tempo e recurso diminuindo totalmente os gastos. Ten-

do isso como um grande diferencial comparado as outras indústrias.

Para Sacomano et al. (2018), a Indústria 4.0 promove transformações nas formas de produção e propõe novos desafios para o Brasil. Devido à digitalização e ao autogerenciamento das fábricas, haverá redução do quadro de funcionários, além de profissões que deixarão de existir, dando espaço para outras. A Internet das Coisas e Serviços será um pré-requisito para tal. Dessa forma, haverá uma mudança de paradigma na interação entre homem e máquina, que, nesse novo contexto, tomarão decisões conjuntas.

No início do século XXI, dentre as várias transformações, o mundo vê surgir o fenômeno da digitalização, também chamada de transformação digital, caracterizada pela onipresença de computadores, tablets e smartphones, conexão à internet de amplo acesso e convergência das mídias de comunicação para o formato digital. O conteúdo da web torna-se colaborativo e surgem as redes sociais incluindo em torno de 37% da humanidade (WE ARE SOCIAL, 2017).

Nesse contexto, o mercado se prepara para uma nova geração de consumidores nativos digitais e são traçadas estratégias de marketing com base na análise de grandes bases de dados (big data) e redes sociais. Empresas de base tecnológica criam modelos de negócio radicalmente inovadores que ameaçam os modelos tradicionais como a *Uber*, no transporte urbano, e o *Airbnb*, na hospedagem e na indústria, como aborda Anderl (2014) a base existente da automação informatizada é uma visão de negócios voltada a transformação digital fez nascer o conceito de indústria 4.0, cujo nome veio ao empreender de um projeto na indústria alemã denominada Plataforma Indústria 4.0 lançada em 2011.

Reitera-se, que alguns preceitos e conceitos são desenvolvidos e embutidos dentro da Indústria 4.0, como é o caso da digitalização das máquinas (SACOMANO et al., 2018). Então, é absolutamente impossível pensar na indústria 4.0 trabalhando com máquinas manuais, onde não há digitalização alguma. Assim, a grande tendência desse tipo de indústria é a implementação de um sistema embarcado de eletrônica, computacional e de automações.

Vale frisar, que a inteligência artificial é a habilidade que as máquinas possuem em maior ou menor grau para tomarem decisões por si só através da alimentação e transmissão de dados. Outrossim, a robotização, sem dúvida, é uma das maiores características dessa indústria. Atualmente, se vê muito desses aspectos em montadoras de marcas de automóveis e está cada vez mais comum em outras áreas de manufatura (JUNQUEIRA, 2018).

Outra grande característica da Indústria 4.0, é alta conectividade em tempo real entre as máquinas através de sistemas de nuvem e *wireless* Sacomano et al., (2018). A alta flexibilidade também é uma outra característica importantíssima da Indústria 4.0. Nesse ínterim, reunindo todos esses conceitos, a Indústria 4.0 representa uma nova maneira de pensar em processos produtivos, ou seja, na arquitetura de processos produtivos.

Segundo Rodrigues, De Jesus e Schützer (2016), a Indústria 4.0 tem como objetivo unir as tecnologias com o desenvolvimento de produto ou processo que proporciona a comunicação entre máquinas e pessoas acarretando uma melhor eficiência e aumento da produtividade. Podendo assim ter uma produção totalmente automatizada sem a necessidade de mão de obra.

Assim, com o surgimento dessas novas tecnologias as empresas enxergam que devido o surgimento e início Indústria 4.0 uma obrigatoriedade de estabelecer estratégias organizacionais para capacitar os funcionários em competências que não podem ser subs-

tituídos por máquinas. Uma vez que para uma organização bem-sucedida ter processos e produtos de sucesso é necessário se adaptar (SANTOS et al., 2018).

Com as fábricas inteligentes, também aparecerão os produtos inteligentes, capazes de se comunicar com os processos produtivos, enviando informações sobre seu uso, estado de conservação, desgastes prematuros e outras informações que serão úteis para ajustar automaticamente a produção, melhorando o produto para tal requisito.

Por fim, ressalta-se que com tantas mudanças e avanços tecnológicos, a área de gerenciamento de projetos cresceu muito nos últimos tempos. Para melhor compreensão, essa temática foi abordada no capítulo a seguir.

3. GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O Gerenciamento de Projetos tem sido aplicado por muitas indústrias a todos os tipos de produtos ou serviços para que as informações sejam claras e o conhecimento adquirido em cada projeto tenha um registro histórico. Para melhor compreensão esse foi definido no Guia PMBOK® (2013, p.35): como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto a fim de cumprir seus requisitos, requer o gerenciamento eficaz dos processos de gerenciamento do projeto”. Já para Rodrigues, Jesus e Schutzer (2016) gerenciar um projeto é atuar de forma a atingir os objetivos propostos dentro de parâmetros de qualidade determinados, obedecendo a um planejamento prévio de prazos (cronograma) e custos (orçamento). Ou seja, dadas as metas e as restrições de recursos e tempo, cabe ao gerente de projetos garantir que ele atinja os objetivos propostos.

Conclui-se então diante dos conceitos citados sobre a gestão de projetos, que essa é uma ferramenta que auxilia na escolha dos projetos mais adequados a realidade da empresa, criando uma ligação entre os projetos e a estratégia da organização e, simultaneamente, adota uma visão em longo prazo.

Dessa forma, Ortogonal (2020), diz que o Gerenciamento de Projetos faz com que as fases do planejamento, monitoramento e o controle aconteçam com mais eficiência e eficácia, recursos e tempo. E para que esse gerenciamento aconteça é necessário reunir uma equipe com compreensão básica dos processos e das áreas de conhecimento comuns a todos os projetos. Dessa forma ajuda a preparar o indivíduo para trabalhar em projetos e obter os resultados esperados pelo mesmo, sendo que a gestão de projetos está embasada na metodologia e ferramentas apresentada pelo Guia PMBOK®.

O *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®) é um padrão mundial do *Project Management Institute* (PMI)³ e define gestão de projetos como a aplicação de conhecimento, habilidades e técnicas para projetar atividades a fim de atender às necessidades e expectativas da parte interessadas e também na experiência da equipe responsável do projeto.

A gestão de projetos como discorre Santos (2018), é realizada pela aplicação e integração de vários processos de gestão de projetos, como iniciação, planejamento, execução, monitoração e controle, e encerramento. O gerente do projeto é designado durante os estágios iniciais e é a pessoa primariamente responsável por cumprir os objetivos definidos para o projeto e esse fala com frequência falam em uma tripla restrição :escopo, tempo e custo no gerenciamento dos requisitos concorrentes do projeto. Sua qualidade é afetada pelo equilíbrio desses três fatores.

A primeira fase do gerenciamento de projeto é a iniciação e essa acontece quando

o início de um novo projeto é autorizado (RODRIGUES; JESUS; OLIVEIRA, 2019). Algumas organizações usam um business case, ou análise de necessidades, para lançar a fase de iniciação do projeto e essa etapa consiste em selecionar e iniciar formalmente o projeto.

Na iniciação as principais etapas são: designar o gerente do projeto. Identificar as principais partes interessadas, estabelecer um termo de abertura do projeto e estabelecer uma declaração de escopo preliminar do projeto (SANTOS, 2018). Em suma essa fase identifica objetivos e requisitos de alto nível e assegura o compromisso com o seguimento do projeto pela indicação de um gerente de projeto que é autorizado a aplicar recursos para as atividades.

Logo em seguida é a fase do planejamento, que aperfeiçoa as metas do projeto e documenta a melhor maneira de alcançá-las. Nessa fase são envolvidos mais detalhes do escopo do projeto e prepararia os planos de cronograma, custos, riscos, qualidade e comunicações, entre outros (GRUND, 2021). Uma linha de base realista para o projeto é aprovada por todas as partes interessadas e o gerente obtém aprovação formal para avançar à fase seguinte.

Vale frisar que a etapa de planejamento é a parte mais criativa para o gerente do projeto. De acordo com Anderl (2014, p.46) vários planos de projeto são produzidos, sendo os mais comuns o cronograma, plano de riscos, custo e orçamento, plano de qualidade e plano de comunicações.

Criar uma declaração de escopo. Criar uma estrutura analítica do projeto (EAP). Definir e sequenciar as atividades do projeto. Estimar durações para as atividades; aplicar recursos as atividades e determinar os custos do projeto. Desenvolver um cronograma. Criar um plano de orçamento e de gastos. Criar um plano de qualidade formal. Criar um plano de comunicações formal. Identificar riscos e planejar como responder a eles.

Depois que o termo de abertura do projeto tiver sido assinado, a próxima coisa a fazer é produzir a declaração de escopo do projeto. O documento de escopo deve ter as seguintes características:

uma meta clara com informações sobre a duração esperada do projeto, sua justificativa, descrição de todos os objetivos, requisitos do projeto – divididos em características específicas quando possível, problemas, riscos e obstáculos conhecidos e uma descrição das entregas com critérios sucintos para desempenho ou conclusão (TORRES, 2014, p. 98).

Por conseguinte, é a etapa de execução do projeto. Diante do projeto já em andamento, é necessário que o gerente do projeto utilize de vários processos e ferramentas para garantir que ele progrida bem (BORGES, et al., 2020). Nessa fase, o gerente tem como atividades:

Obtém relatórios regulares e assegura que os requisitos e objetivos, conforme especificados na declaração de escopo, estejam sendo cumpridos. O gerente também motiva a equipe para que seus esforços sejam focados nas entregas do projeto.

Durante essa fase do projeto, a gerente monitora custo, qualidade e cronograma. O desempenho do projeto é monitorado pelo exame do cronograma-base para verificar se há desvios em relação ao plano de gestão do projeto (TORRES, 2014, p.99).



Enquanto o projeto está sendo executado, ele precisa ser monitorado e controlado. Na monitoração e controle assegura-se que os objetivos sejam cumpridos monitorando e medindo o progresso e adotando ações corretivas quando necessário. As seguintes atividades-chave ocorrem durante essa fase: decisão de aceitar entregas inspecionadas, recomendação de ações corretivas, como retrabalho de entregas, atualizações do plano, cronograma e orçamento do projeto, listas de verificação de avaliação completas.

E por fim, a fase de encerramento do projeto. O foco desse processo é a aceitação e a aprovação formais das entregas do projeto pelos patrocinadores e a documentação das lições aprendidas (ESTEVES; RODRIGUES; SANJULIÃO, 2020). Essa fase centra-se no encerramento administrativo; se um fornecedor tiver sido usado, a qualidade dos serviços é avaliada e a quantia contratada é paga no prazo combinado. É importante fazer uma reunião de aceitação do cliente e uma análise das entregas. O gerente também marca uma reunião para documentar lições aprendidas com o projeto.

É importante ressaltar que as fases de um projeto dependem muito de cada caso específico. No entanto, torna-se necessária uma maior monitoração para saber em que momento o projeto começa a atrasar e como fazer para recuperar o ritmo no futuro próximo. Para uma indústria manter seu espaço no mercado estável e competitiva nos seus projetos, sejam eles de um produto ou serviço, é necessário que todo e qualquer plano de mudança ou alteração, apresente clareza dos seus objetivos, os principais benefícios que o gerenciamento de projetos traz, é o cumprimento desses objetivos definido no início do projeto escopo.

4. INDÚSTRIA 4.0 X GERENCIAMENTO DE PROJETOS

A Indústria 4.0 é um termo utilizado para se referir ao desenvolvimento de sistemas ciber-físicos e processos de dados dinâmicos, que usam grandes quantidades de dados para conduzir a interação de máquinas inteligentes, realizando a integração do mundo físico ao digital. Mais especificamente, refere-se ao surgimento e difusão de uma série de novas tecnologias, no qual produtos e dispositivos inteligentes possam se comunicar e interagir uns com os outros (STRANGE; ZUCHELLA, 2017).

Em consequência de tantas mudanças, o Gerenciamento de Projetos se tornou algo crítico para o sucesso de muitas empresas e isso exige competência criativa e operacional (SANTOS et al., 2018). Esta área vem sendo moldada desde o século 20, onde o mesmo é caracterizado pela utilização de métodos, habilidades e competências, no qual pode haver alterações caso o tomador de decisão achar viável (SANTOS et al., 2018).

De certo a Indústria 4.0 não trata apenas a questão de inserção de novas tecnologias, mas também da maneira como pode afetar, de forma significativa, o ambiente de trabalho das indústrias principalmente na área de projetos (MARNEWICK; MARNEWICK, 2019). Assim, as empresas estão entendendo a importância e os benefícios que a indústria 4.0 está proporcionando para a gestão de projetos.

Os avanços tecnológicos advindos da indústria 4.0 fez com que o gerenciamento de projeto também acompanhasse essas evoluções com softwares atualizados que planejem e desenvolvam projetos inovadores para que as indústrias consigam alavancar seus negócios e se manterem competitivas no mercado nacional e internacional (AEVO, 2019).

O autor Aevo (2019), diz também que a indústria 4.0 foi de grande importância para o gerenciamento de projetos, uma vez que as indústrias que se adequaram estão com processos mais ágeis, que reduz custos, as entregas são mais rápidas e acontece uma maior

retenção dos clientes.

É notório que com essas mudanças no cenário industrial trouxe inúmeros benefícios para o gerenciamento de projeto, tais como aborda Soares e Neto (2019) as máquinas passam a ser interconectadas fazendo com que as informações sejam coletas de forma instantânea pelos gestores, o que facilita na tomada de decisões acontecendo assim, a otimização de recursos e aumento da capacidade produtiva. O que não acontecia anteriormente, pois com o processo manual e muitas vezes realizado por profissionais sem a qualificação e habilidades necessárias acabava demorando até para se iniciar um projeto e com o apoio de várias ferramentas tudo ocorre com maior rapidez.

As indústrias são compostas por projetos, distribuídos por toda sua cadeia de valor. Ao se tratar de indústrias alinhadas ao conceito 4.0, os profissionais de gerenciamento de projetos precisam entender de todas as tecnologias emergentes. Diante desse contexto, Esteves et al. (2020) discorre que o entendimento dessas tecnologias auxilia o gestor do projeto a entender quais favoráveis a realidade de cada projeto, utilizando-a de maneira rápida e eficiente.

Outra contribuição da indústria 4.0 para os gerenciamentos de projetos diz respeito a necessidade de que os gestores estão passando de estar em constante processo de aprendizagem para acompanhar as transformações advindas por esse novo modelo industrial. Como discorre Esteves et al. (2020), a profissão de Gestor de Projetos passa por processo de transformação com a aquisição de novas habilidades, competências técnicas e humanas.

O autor menciona ainda algumas dessas novas habilidades necessárias para o Gestor de Projetos, que são conhecimentos aprofundados sobre tecnologias; metodologias e ferramentas *Business Intelligence* como exemplo, banco de dados; estatística e probabilidade; Interpretação e análise de dados e gráficos; programação e robótica. Assim, as indústrias passam a investir em suas áreas de Gestão de pessoas para atrair e reter os melhores talentos e capacitando-os para essa nova realidade, visto que essas não funcionam só com máquinas.

O desenvolvimento de profissionais que estejam aptos a lidar com as novas demandas advindas da indústria 4.0 e equipe multidisciplinares estão sendo a tendência nesta revolução devido aos diversos tipos de processos que passarão a se comunicar devidos as tecnologias. Como discorre os autores Blanco, Raposo e Santos (2018), é necessário que as competências dos profissionais estejam direcionadas a formação e capacitação profissional e formação de equipes específicas para atuar em projetos (BLANCO; RAPOSO; SANTOS, 2018).

Carreiro (2018), diz que muitas mudanças ainda precisam acontecer principalmente nos sistemas de educação, políticas governamentais e desenvolvimento das fábricas inteligentes para fazer frente às novas exigências do mercado. Com todas essas mudanças está sendo possível a aplicação dos métodos do Gerenciamento de Projetos mais eficazes, tais como os colocados por Chagas (2018), o PERT – Avaliação do Programa e Técnica de Revisão (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM – Método do Caminho Crítica (*Critical Path Method*), que permitirá analisar cenários e criar ações para cada situação.

É notório que os avanços advindos da indústria 4.0 foram de grande importância no escopo dos projetos principalmente nas ferramentas de gerenciamento, controle de qualidade, custos e riscos (PMI, 2018). Esses mecanismos visam estabelecer as habilidades, iniciativas e estratégias para que os projetos alcancem os resultados esperados, favorecendo assim todas as demais áreas envolvidas no projeto (KAMEIYA; ROMEIRO; KNISS, 2017).

Vale ressaltar que os benefícios não se restringem somente as empresas, gestores,



mas também aos consumidores. Para isso o gestor de projetos precisa ter uma visão ampla e estratégica do negócio, modernizar os processos industriais visando uma redução significativa dos custos envolvidos na produção da empresa (SOARES; COUTINHO; NETO, 2020).

Diante do exposto, foi possível observar que a indústria 4.0 foi uma grande aliada para o gerenciamento de projetos, pois através dos avanços tecnológicos, qualificação de mão de obra foi possível monitorar de forma remota todos os processos de produção evitando falhas com situações mais assertivas contar na otimização da produção e na economia de energia.

Entende-se assim que diante do estudo as indústrias estão se adequando as novas tecnologias da quarta revolução para o desenvolvimento do gerenciamento de projetos, assim será possível atingir novos patamares de produtividade e competitividade. Porém, a gestão de projetos necessita acompanhar esse atual cenário, com softwares adequados que permitam planejar e desenvolver produtos, projetos e inovações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo compreender os benefícios da indústria 4.0 no Gerenciamento de Projetos. Para alcançar esse objetivo, foi apresentado primeiramente um retrospecto das revoluções que antecederam a Quarta Revolução Industrial. Resumidamente a Primeira Revolução Industrial, o processo industrial era manual e passou a ser realizado por máquinas já com as produções manufaturadas e em larga escala. Segunda Revolução Industrial, a ênfase foi o novo modelo de produção industrial, o Fordismo que se baseava na repetição e padronização em seus processos de produção e a terceira, foi marcada pelos avanços relacionados a informática.

Por conseguinte, foi apresentado a gestão de projetos, com suas etapas de planejamento, execução e controle. O gerenciamento de projetos é utilizado em indústrias de todos os ramos e tem como finalidade alcançar os objetivos com mais qualidade reduzindo imprevistos e lidando melhor os riscos.

Observou-se que a indústria 4.0, foi uma grande incentivadora para que os gestores juntamente com suas equipes de projetos buscassem novas qualificações em busca dos conhecimentos e habilidades necessárias para se adequar a todos os avanços tecnológicos relacionados a máquinas, sistemas e novas formas de trabalho que foram surgindo desde o início desse novo cenário. Através dessa, foi possível o acompanhamento de todas as etapas dos projetos em tempo real e que possíveis falhas possam ser corrigidas antes de passar para etapa seguinte, resultando assim, em uma economia de custos.

Por fim, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados ao longo do desenvolvimento da revisão de literatura e espera-se que a pesquisa contribua como fonte de informação para pesquisas futuras.

Referências

AEVO, Innovate. Guia: **Gestão de projetos na Indústria 4.0**. ed. atual. e rev. 2019. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/26167/1501698715gestao-deprojetos-na-industria.pdf>. Acesso em: 20.out.2022.

ANDERL, R. **Industrie 4.0**: advanced engineering of smart products and smart production. In: international seminar on high technology, Piracicaba. 2014 Disponível em:<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/>

engenharia-civil/industria-4-0.Acesso em: 20.out.2022.

BLANCO, Raphael; OLIVEIRA, Jairo Cardoso de. **Competências de Gestores de Projetos para a Indústria 4.0**. São Paulo, 2018.

BORGES, Igor Bernardino et al. Indústria 4.0: Impactos das novas tecnologias no gerenciamento de projetos. **Exacta Engenharia de Produção**. v. 20, n. 4 (2022). Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/18618>. Acesso em: 20.out.2022.

CARREIRO, Reginaldo C. Santos. **Proposta de Modelo de Avaliação de Maturidade da Indústria 4.0**. Coimbra, 2018.

CHAGAS, Joselito Moreira; PEREIRA, David Emilio Arruda; SALOMON, Valério Antônio Pamplona; SANTOS, Mônica Holanda; SILVA, Tiago Henrique de Oliveira. **Os Impactos Tecnológicos no Gerenciamento de Projetos**. São Paulo, 2018.

ESTEVES, Michele Cristina et al. Project management in industry 4.0 gerenciamentos de projeto na indústria 4.0. **Rev. Lat.-Am. Inov. Eng. Prod.** Curitiba, Paraná, Brazil v. 8 n. 14 p. 72 – 85 2020 DOI: 10.5380/relainep.v8i14.76736. Disponível em: <https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op=view&path%5B%5D=1426> Acesso em: 20.out.2022.

GUIA PMBOK. **PMI Conjunto de Conhecimentos de Projetos (Guia PMBOK®)**. Quarta edição em português. Project Management Institute (PMI). Global Standard, EUA, 2017.

GRUND, Mariana Caputo de Cotovitz. O gerenciamento de projetos e suas fases. **Revista Científica**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354715990_O_gerenciamento_de_projetos_e_suas_fases. Acesso em: 13.out.2022.

JUNQUEIRA, Fernando Carlos. **O impacto da Indústria 4.0 no emprego, nas empresas e na vida!** Rio de Janeiro: Instituto 4.0.2018.

KAMEIYA, Marcelo Yoshinori.; ROMEIRO, Maria do Carmo; KNISS, Claudia Teresinha (2017). Boas práticas em gestão de projetos: um estudo na prefeitura de Praia Grande, Doi: doi.org/10. **Revista de Administração da UFSM**; 10;5902/1983465912869. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/48815/boas-praticas-em-gestao-de-projetos--um-estudo>. Acesso em: 20.out.2022.

LIMA, A. W. B. et al. **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2016.

MARNEWICK, Carl; MARNEWICK, Anlizé L. The demands of industry 4.0 on project teams. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2019. doi: 10.1109/TEM.2019.2899350. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8673643>. Acesso em: 20.out.2022.

ORTOGONAL PROJETOS. Gestão de projetos: Transformando metas em resultados. **Ortogonal**. São Paulo. Disponível em: <https://ortogonalprojetos.com.br/blog/12-beneficios-gerenciamento-projetos/>. Acesso em: 10.out. 2022.

RODRIGUES, Letícia Francischini; DE JESUS, Rodrigo Aguiar; SCHUTZER, Klaus. Indústria 4.0. **Revista Metodista**.2016. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas->. Acesso em: 23.09.2022.

RODRIGUES, Thales Volpe Rodrigues; JESUS, Rômulo Gomes de Jesus; OLIVEIRA, Nathan Peixoto Oliveira. A importância do gerenciamento de projetos para pequenas e médias empresas. **Revista Unioeste**. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gestaoedesenvolvimento/article/view/23009>. Acesso em: 13.out.2022.

SACOMANO; J. et al. **Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos**. Blucher.2018.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/167/1671510006/1671510006.pdf>. Acesso em: 23.set.2022.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SOARES, Magno; COUTINHO, Ítalo de Azevedo; NETO, Mário Teixeira Reis. Interação entre IIoT e indústria 4.0 com a gestão de projetos. **Percursos Acadêmicos**. Disponível em: <https://periodicospucminas.com.br>. Acesso em: 20.out.2022.

STEVAN JÚNIOR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações**. São Paulo: Érica, 2018.



SANTOS, Tainá Alves dos. **As competências individuais em projetos da indústria 4.0**. 2018. 115 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão de Projetos) - Universidade Nove de Julho, São Paulo. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2060/2/Tain%c3%a1%20Alves%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 13.out.2022.

STRANGE, Roger; ZUCHELLA, Antonella. Industry 4.0, global value chains and international business. **Multinational Business Review**, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1108/MBR-05-2017-0028>. Disponível em: Acesso em: 20.out.2022.

TORRES, Luis Fernando. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

64

OS BENEFÍCIOS DA ERGONOMIA NA MELHORIA DE QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO

*THE BENEFITS OF ERGONOMICS IN IMPROVING QUALITY
OF WORK LIFE*

Fernando Silva Rodrigues
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Esta pesquisa apresenta uma revisão de literatura sobre os benefícios que por meio da ergonomia são estudados para alcançar a qualidade de vida no trabalho, tendo como objetivo compreender os benefícios da ergonomia na melhoria de qualidade de vida no trabalho. O homem dedica muito tempo no trabalho, a vista disso, fatores externos e internos podem trazer malefício, assim a ergonomia permite adequar o ser humano nas suas ocupações de modo que não prejudique sua saúde física e mental e comprometa sua qualidade de vida no trabalho. Para elaboração desse estudo foi utilizado a Pesquisa Bibliográfica como metodologia, a fim de viabilizar a discussão sobre: histórico e conceitos de ergonomia; as principais doenças presentes no ambiente de trabalho; e, por fim, a qualidade de vida no trabalho e sua importância. Assim, os resultados e pesquisa evidenciam que a ergonomia pode ser uma ferramenta aliada a qualidade de vida no trabalho, por permitirem possibilitar aos indivíduos melhores condições de saúde, segurança e motivação, resultando em estímulos de benefícios que se abrangem as pessoas e as organizações.

Palavras-chave: Ergonomia, Qualidade de vida no trabalho, Doenças do trabalho.

Abstract

This research presents a literature review on the benefits that through ergonomics are studied to achieve the quality of life at work, aiming to understand the benefits of ergonomics in improving the quality of life at work. Man dedicates a lot of time at work, in view of this, external and internal factors can bring harm, so ergonomics allows human beings to adapt to their occupations so that they do not harm their physical and mental health and compromise their quality of life at work. For the elaboration of this study, the Bibliographic Research was used as a methodology, in order to enable the discussion on: history and concepts of ergonomics; the main diseases present in the work environment; and, finally, the quality of life at work and its importance. Thus, the results and research show that ergonomics can be a tool allied to the quality of life at work, as it allows individuals to have better health, safety and motivation conditions, resulting in benefits that encompass people and organizations.

Keywords: Ergonomics, Quality of life at work, Illnesses at work.

1. INTRODUÇÃO

A ergonomia tem como objetivo a garantia de que todo indivíduo no ambiente de trabalho possa desempenhar suas atividades produtivas de maneira segura, adaptada as suas limitações humanas. É fundamental reconhecer essas características, pois, é através delas que serão identificadas as melhores práticas para a realização do seu trabalho.

O tempo gasto em uma ocupação, a maneira como se executa, o local onde ocorre um serviço, são exemplos de situações que se fazem presente em um ambiente laboral, assim sendo, precisam ser supervisionadas e corrigidas caso apresente risco a saúde do funcionário. Desse modo, compreende-se que a necessidade de ter uma atenção nessa área se faz preciso, pois, a saúde do trabalhador é o que há de mais importante.

A presente pesquisa teve como tema “Os benefícios da ergonomia na melhoria de qualidade de vida no trabalho”, sendo relevante este estudo devido à importância de um local de trabalho agradável e saudável, fator, essência na vida de um trabalhador, pois, contribui para seu bem-estar, conforto e segurança. Torna-se importante, pelo motivo do indivíduo, ainda, ser o principal responsável pelo sucesso de uma empresa, conseqüentemente, por meio de suas ações, desencadeiam circunstâncias que podem ser favoráveis ou desfavoráveis a ambos.

No ambiente laboral, o ser humano passa muitas horas do dia, onde ocorrem muitos imprevistos e possíveis erros que podem prejudicar sua condição de saúde física e mental, causando sérios transtornos como: acidentes e doenças, além de dificultar sua produtividade. Dessa forma, quais são os benefícios da ergonomia na melhoria de qualidade de vida no trabalho?

Teve como objetivo geral, compreender os benefícios da ergonomia na melhoria de qualidade de vida no trabalho. Para alcançar os objetivos específicos, este trabalho buscou: definir os conceitos de ergonomia; relatar as principais doenças presentes no ambiente de trabalho; descrever a qualidade de vida no trabalho e sua importância.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura com abordagem qualitativa e descritiva, através do método de pesquisa bibliográfico. Foram realizadas consultas em livros, revistas e artigos científicos, selecionados através de buscas nas bases de dados do Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 20 anos. As palavras-chave utilizadas foram: ergonomia; qualidade de vida no trabalho e doenças do trabalho.

2. CONCEITOS DE ERGONOMIA

Consta-se que o surgimento da ergonomia aconteceu desde o período pré-histórico, onde o homem primitivo, para garantir sua sobrevivência, usava ferramentas elaboradas para facilitar seu manuseio de forma segura. Segundo Lida e Guimarães (2018) tudo começou com a escolha de uma pedra, selecionada por eles para que devido as suas limitações da época o adapta-se nas tarefas cotidianas nos tempos remotos.

Para Abrahão *et al.* (2009) o homem das cavernas já produzia artefatos para sua necessidade e características, e instrumentos para melhorar a preparação de alimentos e aperfeiçoar sua caça. Dessa maneira, a ergonomia já era usada a muitos anos atrás, mesmo sem ter uma definição clara os antigos povos já faziam o seu uso inconscientemente na sua rotina diária.



Na época da Revolução Industrial, meados do século XVIII, o ser humano trabalhava de forma precária e perigosa, as condições de trabalho não tinham nenhuma adequação para permitir um serviço descente aos colaboradores. A semiescravidão era notória aos trabalhadores, sem direito a férias, sofrendo castigos corporais por seus patrões, atividades diárias tinham duração de até 16 horas, era considerado um grande caos (LIDA; GUIMARÃES, 2018).

Entretanto, a ergonomia começou a desenvolver-se durante a Segunda Guerra Mundial, pelas diversas situações enfrentadas no conflito que comprometiam os militares nas suas obrigações. Conforme Shiquemoto (2019) a sua pesquisa só foi estimulada em decorrência, desse acontecimento, pois, através disso foi possível compreender e notar as dificuldades existentes na interação dos ambientes e equipamentos com os indivíduos.

De acordo com Lida e Guimarães (2018) o interesse por parte da comunidade científica em querer saber mais sobre essa área fez com que o seu nascimento acontecesse de forma oficial na Inglaterra no dia 12 de julho de 1949. Isso foi um grande passo para a ergonomia, que se buscou o entendimento de forma mais clara e coerente da sua importância.

Para Corrêa e Boletti (2015) a palavra ergonomia surgiu da junção de duas palavras gregas *ergon* que é trabalho, e *nomos* significando-se leis ou preceitos, assim, uma disciplina voltada para os aspectos humanos, onde foi usada pela primeira vez através do polonês chamado Wojciech Jastrzebowski em seu artigo. Desse modo, entende-se que seu sentido é direcionado para princípios, ou seja, segmento de regras que determinam como a realização de uma atividade laboral deve ser realizado.

Segundo Lida e Guimarães (2018) o trabalho tem que ser adaptado ao ser humano, na maioria das vezes, o estudo da ergonomia se deve iniciar primeiro buscando entender as características dos trabalhadores, suas capacidades e limitações, para depois desenvolver suas tarefas. Cada humano possui diferenças, o seu corpo tem traços diferentes de outro, desenvolver a melhor estratégia para realizar as atividades, favorecer as melhores condições de trabalho. A Figura 1 apresenta um exemplo de situação descrita acima.

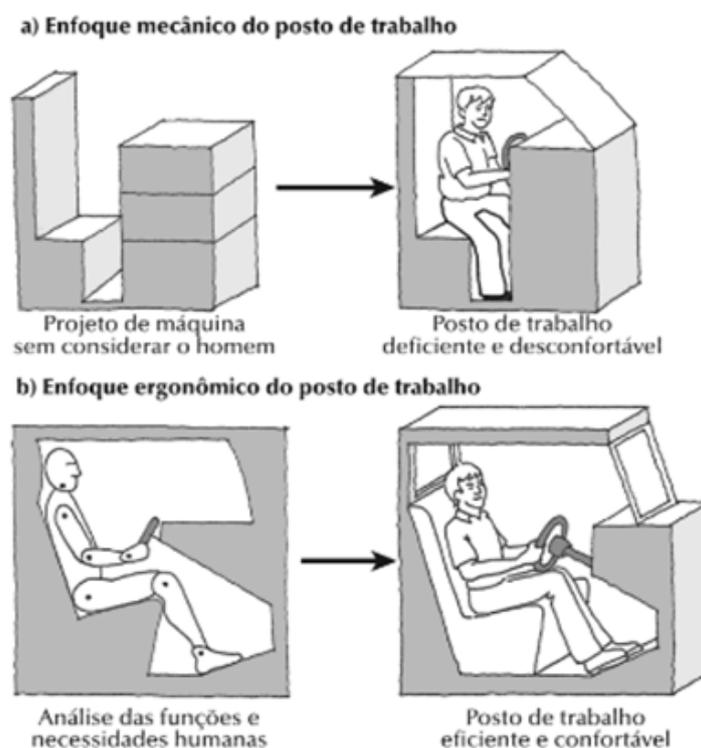


Figura 1 – Posto de trabalho aplicando-se enfoque mecânico e enfoque ergonômico

Fonte: Lida; Guimarães (2018, p. 3)

Na Figura 1 mostra duas situações diferentes, onde na primeira tem-se um enfoque mecânico do posto de trabalho em que o funcionário com dificuldades para operar a máquina se sentindo prejudicado e desconfortável, na outra percebe-se o inverso, já o trabalho é adaptado ao trabalhador, permitindo-se maior satisfação.

Compreende-se que a ergonomia é considerada uma ciência que busca estudar o modo como se relaciona o ser humano com o posto de trabalho. Seu papel é encontrar os problemas que ocorrem nessa interação e propor as mudanças necessárias para otimizar a qualidade de vida do ser humano e o desempenho da empresa (SILVA, 2017).

A ergonomia é uma disciplina ampla, pois, sua análise não foca só no aspecto físico do homem, mas como também em tudo que está interligando-se. À vista disso, visando melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho, pode-se dizer que a ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Nesse sentido, os fatores produtivos, precisa-se ser confortável para disponibilizar proteção adequada ao colaborador. Segundo Oliveira (2017), a dedicação em se adaptar as condições de trabalho com as características físicas e psíquicas do ser humano e a sua satisfação, o seu bem-estar, sua produtividade e o seu rendimento, se faz pelo estudo da ergonomia, chamada também de “Engenharia humana”.

É importante compreender que:

A ergonomia (*ergonomics*), também chamada de fatores humanos (*human factors*), é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano. O trabalho aqui tem uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas os trabalhos executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também todas as situações em que ocorre o relacionamento entre o ser humano e uma atividade produtiva de bens ou serviços. Isso envolve não somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais (LIDA; GUIMARÃES, 2018, p. 2).

Por isso, tem-se que o estudo da ergonomia no que diz respeito ao trabalho possui uma maior capacidade de alcance dentro de uma interação onde o indivíduo desempenha uma função produtiva, todos os meios que estão fazendo parte do seu convívio profissional precisam estar em harmonia, para apresentar resultados, propício ao trabalhador.

Conforme as definições dos autores, é perceptível que a ergonomia pode ser compreendida como um conjunto de métodos e procedimentos que visam a obtenção do bem-estar de todos os envolvidos em um serviço, assim, sua finalidade é monitorar os erros nas atividades exercidas e o meio que está inserido, para trazer efeitos positivos na saúde do empregado.

Dul e Weerdmeester (2012) afirma que várias áreas fazem parte do estudo da ergonomia, entre elas, disponibilizam conteúdos relevantes na psicologia, engenharia mecânica, eletrônica, antropometria, fisiologia, biomecânica e gerência industrial. Sua aplicação é possível ser manifesta em toda situação, não só exclusivamente no trabalho, como também na sua habitação, ou em qualquer lugar que promove a interação do homem.

Ainda segundo Dull e Weerdmester (2012) através da investigação de algumas situações descritas, como a postura e os movimentos praticados na sua movimentação, fatores ambientais presentes, as informações captadas através do sistema sensorial e a verificação se a relação está sendo bem praticada no ambiente laboral, permitem a geração de segurança na vida cotidiana e no trabalho. A busca por meio do conhecimento para en-

tender como se dá o seu relacionamento, possibilitar a adequação da maneira correta para sua prática.

Para Shiquemoto (2019) essa ciência, antes tinha como interesse apenas no binômio homem-máquina, agora sua dedicação está voltada para diferentes atividades que são mais abrangentes, como o aspecto cognitivo. A mente do colaborador precisa estar bem saudável, pois, é indispensável para garantir melhores resultados na hora de tomar uma decisão.

Destaca-se a importância de diversos fatores para garantir que o ser humano possa desempenhar suas tarefas de modo congruente e prazeroso, tudo planejado para atender suas necessidades e conforto. O indivíduo é estudado com muita dedicação e precisão, atender-se as suas limitações são o objetivo principal, realizado pela ergonomia.

Através de três dimensões pode-se dividir o seu estudo, os quais são:

- a) aspectos físicos (Ergonomia Física): estuda anatomia humana, fisiologia, biomecânica e suas relações com o trabalho, identificando posturas, esforços físicos, movimentos repetitivos, aspectos relacionados ao levantamento e transporte de cargas, postos de trabalho inadequados, ferramentas de difícil manuseio e outros elementos que possam gerar sobrecarga osteomuscular no ser humano;
- b) aspectos cognitivos (Ergonomia Cognitiva): estuda processos mentais, como sensação, percepção, cognição, memorização, raciocínio e tomada de decisão;
- c) organização do trabalho (Ergonomia Organizacional): estuda as regras, estruturas organizacionais, tempos e métodos da empresa, verificando formas de realizar o trabalho, ritmos, pausas, metas, regulamentações, padrões exigidos, entre outros (SILVA, 2017, p. 15).

Percebe-se que no trabalho existem três fases que precisam ser levadas em considerações quando se procura obter o conhecimento da ergonomia. Assim sendo, é viável que a relação do físico, cognitivo e o organizacional, são estruturados para estudar condições diferentes relativas a cada abordagem, mas que precisam estar sempre unidos de maneira interligada.

Após apresentar seus principais conceitos e seu fatos históricos no decorrer da sua evolução no mundo, demonstrando a sua relevância para o indivíduo e para suas atividades laborais, o próximo tópico irá apresentar as principais doenças presentes no ambiente de trabalho.

3. DOENÇAS REFERENTES AO TRABALHO

Entende-se como doença profissional ou ocupacional as enfermidades, adquiridas pelos trabalhadores em decorrências da realização dos seus afazeres praticados na sua ocupação. Para Oliveira (2014) a doença profissional é aquela típica de determinada profissão ou atividade, sendo chamada também de tecnopatia ou ergopatia.

Ademais, pode-se classificar outro tipo, denominada doença do trabalho, que já está associada com a relação com o ambiente laboral. Dessa forma, a doença profissional atípica ou mesopatia como é conhecida, não necessariamente a patologia se desenvolveu a partir da atividade prestada pelo trabalhador e sim em razão das condições específicas do ambiente de trabalho (OLIVEIRA, 2014).

Além disso, Bellusci (2017), destaca que o surgimento dessas doenças acontece através de fatores químicos, físicos e biológicos, poeiras orgânicas, organização do trabalho

e relações interpessoais. Por isso, por intermédio desses agentes é possível causar riscos ocupacionais que afeta diretamente o estado cognitivo, físico e social do indivíduo na sua ocupação, provocando malefício a sua saúde.

De acordo com Castro e Lazzari (2018), existe diferença em comparação das doenças com os acidentes de trabalho, devido às exterioridades das doenças serem de maneira que causa permanência. Logo, os acidentes são ocorridos no momento das atividades que o trabalhador está exercendo sua ocupação, já as doenças são desencadeadas ao longo do tempo.

Ainda conforme Castro e Lazzari (2018) existe um grupo de doenças que não são consideradas do trabalho como: doença em decorrência da idade, doença generativa, doença endêmica, a que em circunstância alguma produziu incapacidade para o serviço, entretanto, a piora dessas patologias em função do trabalho é denominado doenças ocupacionais. Assim, saber diferenciar o que exatamente está ocorrendo com o profissional, é fundamental para o direcioná-lo de forma correta a entender sua causa.

Evidencia-se que, no ambiente laboral existem contextos que geram problemas que se ocasiona riscos ocupacionais aos empregados, gerando prejuízos graves em suas vidas, que interferem principalmente em seu bem-estar e conforto. A seguir será exposta algumas doenças que se manifesta em razão do trabalho.

3.1 Ler ou Dort

O ser humano que não segue uma regra para desenvolver as suas atividades no trabalho está sujeito a ter vários malefícios na sua saúde. Segundo Corrêa e Boletti (2015), o tempo que homem permanece em uma mesma posição e as formas como as atividades estão sendo realizadas, tende a vir desenvolver problemas de fadiga e desconforto.

Para Shiquemoto (2019), dentre as doenças mais conhecidas no ambiente de trabalho destacam-se as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) ou Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Essas doenças manifestam-se devido às posturas inadequadas dos empregados, e pelo esforço repetitivo dos membros, sem descanso.

Algumas atividades profissionais requerem repetições, o que devido ao excesso de movimento nas articulações a LER ou DORT é uma doença que acaba produzindo inflamação nos músculos e nervos. Sendo relacionada com algumas profissões, entre elas: operadores de caixas registradoras, datilógrafos, profissionais da área de informática, e outras (LEITE, 2022).

Portanto, evidente que as LER/DORT são distúrbios que se desenvolve nas partes do corpo do ser humano devido a situações causadas por riscos ergonômicos. A prevenção deve ser a principal medida adotada para evitar-se que esse problema, acometa a vida do trabalhador, perceber e investigar os erros, para consertá-los e estabelecer limites.

3.2 Perda auditiva

Os ruídos quando estão a um nível muito elevado no ambiente, desenvolve problemas aos colaboradores. Para Shiquemoto (2019), pode ocorrer duas situações devido a essa exposição, perder a capacidade auditiva momentânea, ou o surgimento da Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) que acontece quando se torna constata o estímulo sonoro.

A perda da audição momentânea, acontece depois de um som em alto volume, ser



exposto aos ouvidos, em uma determinada duração. De acordo com Kroemer e Grandjean (2007), essa estimulação é de curto tempo, sendo, apenas, no início, caracterizado como um fenômeno que depois da mudança temporária do limiar, a audição volta ao estado normal.

Segundo Coelho *et al.* (2010), a PAIR é provocada com intensidade exposta a um ruído de 85 decibéis, podendo ser acompanhada de zumbido, sendo considerada uma lesão coclear irreversível. Em consequência do volume dos ruídos presentes e o tempo que se recebe essa exposição, ocasionam riscos que está relacionada com perda auditiva.

3.3 Dermatoses ocupacionais

No local de trabalho existem situações que por intermédio de alguns meios e circunstâncias pode-se causar problemas, males no órgão protetor do corpo humano. Para isso, têm-se as dermatoses ocupacionais, que são alterações na pele, mucosas e anexos, produzidas por agentes químicos, físicos e biológicos (SHIQUEMOTO, 2019).

Segundo Ali (2009), essa doença é desencadeada por causas diretas que são: a idade, clima, etnia, condições do trabalho, e as causas indiretas por meio de: vírus, fungos, inseto, eletricidade, radiação ionizante, calor, frio, detergentes, solventes entre outros. Esses agentes nocivos fazem parte de atividades de diversos profissionais.

3.4 Doença pulmonar

Doenças no sistema respiratório também se fazem presente na ligação do trabalhador com o ambiente laboral. De acordo com Shiquemoto (2019), essa interação do organismo com o ambiente, está sujeita a várias doenças do trato respiratório, podendo chegar no pulmão, no espaço entre as membranas, começando pelo nariz.

Para Eugenio (2013), o tipo de doença pulmonar que será manifestada no colaborador depende do local onde as substâncias como: nevoas, vapores e partículas se depositaram no trato respiratório. Dessa maneira, através do lugar onde foi acometido os elementos inalados, é possível identificar o surgimento da patologia específica.

Ainda Segundo Eugenio (2013), as partículas menores têm mais facilidades de apodera-se do pulmão do que as maiores, podendo chegar à corrente sanguínea. Quanto maior partícula, menores as possibilidades de causar algo que comprometer o órgão do sistema respiratório, pois, as narinas conseguem barra a entrada dessas partículas e impedir sua passagem.

Entende-se que na doença pulmonar, existem vários tipos diferentes que podem se manifestar, em decorrências de diversas partículas e da sua dimensão. Nesse vínculo ocupacional tem as enfermidades que são: as pneumoconioses que acarretam a fibrose pulmonar e as não fibrogênicas inertes, a asma ocupacional, pneumonites, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), e outros (EUGENIO, 2013).

3.5 Doenças psicossociais

O ser humano necessita de cuidados psicológicos no ambiente organizacional, pois, sem essas cautelas, favorecem o surgimento de sobrecargas mentais em decorrência de diversas situações vivenciadas pelo trabalhador. Uma das doenças que causas mais absen-

teísmo e incapacidade ao trabalho são as psicológicas (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Para Shiquemoto (2019) a pressão vivida pelos colaboradores, excesso de trabalho, os conflitos por competições dentro do ambiente de trabalho geram ansiedade e depressão. Dessa forma, é necessário que o local seja agradável e que as empresas e patrões possam disponibilizar mais atenção aos funcionários sem cobranças desnecessárias.

Fiorelli (2006) destaca alguns transtornos mentais do trabalho como: comportamento decorrente do álcool, estresse pós-traumático, não orgânicos de sono, depressivos e o estresse. Essas disfunções acometam a saúde e qualidade de vida psíquico do ser humano, pelas condições de riscos que estão sendo praticadas na sua laboração.

Segundo Coelho (2018), a capacidade produtiva é bastante afetada em virtude dos transtornos mentais, que fornece impactos negativos na saúde dos indivíduos. Tudo depende ainda do ser humano, no ambiente laboral, tem-se um papel de suma importância para possibilitar melhores resultados através de seus serviços prestados a uma organização.

Depois de apresentar algumas das doenças relacionadas com o trabalho que compromete a saúde do empregado, expondo suas definições, o próximo capítulo irá apresentar sobre a qualidade de vida no trabalho e sua importância.

4. QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO

A necessidade de prover as melhores condições de trabalho para os empregados, foi motivo de estudos por pesquisadores que se iniciou na década de 50. Segundo Chiavenato (2010) apenas em 1970 foi originado o termo Qualidade De Vida no Trabalho (QVT), pelo Louis Davis, no desenvolvimento de um projeto, que tinha preocupação com as saúdes dos funcionários, na conduta das atividades.

De acordo com Limongi-França (2004) a QVT é um tema amplo e confuso, devido a várias definições que se trata, seu uso vai desde cuidados médicos até atividades no âmbito de motivação e lazer dos empregados e chefe. Sendo assim, independente do seu conceito, pode-se resumir que a QVT está direcionada para satisfação das pessoas.

Ainda Segundo Limongi-França (2004) dentro da Qualidade de Vida no Trabalho em relação às pessoas, tem assuntos relacionados com: carga mental, ergonomia, psicopatologia, motivação, riscos ocupacionais do trabalho, saúde e segurança no trabalho entre outros. Assim, devido a uma abundância de conteúdo, pode-se afirmar que a QVT é considerada complexa.

Da mesma forma, Chiavenato (2010) destaca que, os aspectos ambientais, físicos e psicológicos envolvem o sentido de Qualidade de Vida no Trabalho, no local de serviço. Devido ser um conteúdo que abrangem diversas causas e está vinculado com esses aspectos, a Qualidade de Vida no Trabalho tem como estudo e base promover melhoria em prol do trabalhador.

Observa-se que, a Qualidade de Vida no Trabalho é explorada em conteúdo de informações de diferentes disciplinas e assimilada na relação com o ambiente corporativo. Dessa forma, começa a ter uma visão sistêmica do homem dentro das companhias, e permitir absorver o que de fato trará melhor rendimento e disposição ao funcionário.

De acordo com Silva, Pedroso e Pilatti (2010), vários pesquisadores de áreas diferentes averiguaram a Qualidade de Vida no Trabalho, por não ter um consenso definido, acaba contemplando distintos aspectos conceituais, ocasionando, uma subjetividade do seu conceito. O Quadro 1 apresentar as variáveis de Qualidade de vida no trabalho e os relevan-

tes autores.

Autores	Pressupostos para análise da Qualidade de vida no Trabalho
Hackman e Lawer (1971)	Propuseram dimensões da tarefa como sendo significativa para a satisfação no trabalho: variedade de habilidades, autonomia, identidade da tarefa e feedback.
Walton (1973)	Compensação justa e adequada, segurança e saúde nas condições do trabalho, oportunidade imediata para utilização e desenvolvimento das capacidades humanas, oportunidade futura para o crescimento contínuo e garantia profissional, integração social na organização, constitucionalismo, trabalho e espaço total da vida e relevância social do trabalho.
Turner e Lawrence (1973)	Precusores do modelo de Hackman e Oldham (1975) identificaram os atributos das tarefas, a satisfação e os níveis de absenteísmo no trabalho.
Hackman e Oldham (1975)	Estados psicológicos: significância percebida, responsabilidade percebida quanto a resultados alcançados e conhecimento dos resultados do trabalho.
Westley (1979)	Política, econômica, psicológica e sociológica.
Huse e Cummings (1985)	Fator de participação dos trabalhadores, projeto de cargos, inovação do sistema de recompensa e melhoria no ambiente organizacional com relação a três aspectos: comunicação, motivação dos empregados e capacitação dos trabalhadores.
Nadler e Lawer (1983)	Participação dos funcionários nas decisões, reestruturação do trabalho pelo enriquecimento de tarefas, inovação no sistema de recompensa e melhoria no ambiente de trabalho.
Thériault (1980)	Econômica, psicológica, sociológica, política e ética.
Denis (1980)	Social, psicológica e física.
Werther e Davis (1983)	Supervisão, condições de execução do trabalho, pagamento, benefícios e projetos de cargos.
Fernandes (1996)	Fatores que tornam cargos satisfatórios: condições de limpeza, saúde, moral, compensação, participação, comunicação, imagem da empresa, relação chefe subordinado e organização do trabalho.

Quadro 1 – Variáveis de qualidade de vida no trabalho e os autores.

Fonte: Araújo et al. (2015)

O Quadro 1 mostra os modelos criados por autores e o respectivo ano, e apresentam seus argumentos para demonstram as situações que precisam ser aplicadas no ambiente laboral, para que se consiga alcançar a Qualidade de Vida no Trabalho.

De acordo com Silva, Pedroso e Pilatti (2010) afirma que:

Dentre os modelos clássicos de QVT o modelo de Walton é o que contempla o maior número de critérios, clarificando com precisão os indicadores abarcados por cada critério. Mesmo depois de quase quatro décadas da sua publicação é considerado o mais completo modelo, sendo assim é o mais utilizado, principalmente por estudiosos da administração de recursos humanos e da psicologia organizacional (SILVA; PEDROSO; PILATTI, 2010 p.13).

O modelo de Walton é o principal estudado por administradores especialistas em Recursos Humanos e psicólogos, em razão, de como foi elaborado, o que devido à quantidade de princípios que o autor desenvolveu e classificou os de maneira objetiva, permitindo

mais transparência e entendimento nos seus critérios em torno do que envolvem a QVT.

É importante compreender também que:

A qualidade de vida no ambiente de trabalho não se limita apenas prevenir acidentes de trabalho; tem que abranger todas as esferas da organização. Para isso, deve ser desenvolvido um estudo criterioso para apurar as causas de insatisfação dos funcionários, tanto a vida familiar como a vida social devem ser consideradas, tendo em vista que as mesmas se refletem no ambiente de trabalho, afetando a qualidade da produção e o desempenho em suas funções (CAVASSANI; CAVASSANI; BIAZIN, 2006, p.3).

Nota-se que a produtividade dos empregados não está apenas relacionada com o que acontece exclusivamente no ambiente de trabalho, mas, depende de outras circunstâncias que afetam seu desempenho em relação à Organização, como seus familiares e sua vida social, se essas áreas não estiverem bem alinhadas e positivas, influencia negativamente a sua qualidade de serviço prestado.

Segundo Bertoldi (2013), é introdutório que para começar a disponibilizar o QVT, se inicia fazendo uma reflexão sobre as condições que está sendo executado o trabalho, dessa forma, se compreende a necessidade de reorganizá-lo. Assim, essas reflexões têm como proposta entender o que se passa no ambiente laboral e conduzir as melhorias relações possíveis dentro das organizações.

Para Chiaveto (2010), as organizações para alcançar sucesso, precisam respeitar, motivar e recompensar as pessoas, para que se sintam satisfeitas e felizes na realização do seu trabalho. O bem-estar dos colaboradores é crucial para que as organizações possam ter efeitos benéficos, melhorando sua produtividade e qualidade e alcançando resultados favoráveis.

Além disso, Sampaio (2018), destaca que os gestores precisam promover a QVT, pela circunstância da saúde dos indivíduos, está influenciada pelo comportamento humano no local de trabalho. Logo, é necessário aderir a programas e estratégias que visam e possam contribuir de forma positiva para garantir a qualidade de vida a todos os funcionários.

Consta-se, que as empresas devem ser humanizadas e ter propósito de servir seus colaboradores com condutas atrativas que permita despertar um sentimento de realização e felicidade pelo seu trabalho executado. Dessa maneira, o homem consegue alcançar equilíbrio em sua vida e aderir a uma prática que estimule hábitos saudáveis, reproduzindo as expectativas empresariais.

O Alcance para atrair consumidores para as empresas também tem influência direta da QVT, já que, se reflete ao mercado o fator de como a organização, práticas boas relações e tratar seus funcionários. Investir e propor satisfação do cliente interno, ou seja, dos trabalhadores, dentro das organizações, acaba também investido no cliente externo, pois, os primeiros que precisam estar satisfeitos são os que estão no desenvolvimento do produto ou serviço prestado (CHIAVENATO, 2010).

Cavassani, Cavassani e Biazin (2006) ressalta a importância do ser humano, está perceptível para as organizações, pela razão das pessoas possuírem habilidades que as máquinas não têm como: solucionar problemas, criatividade e raciocinar. A vista disso, apesar de diversas tecnologias presentes nas máquinas, ainda não é possível ultrapassar os feitos realizados por humanos.

É possível classificar para Chiavenato (2010) a Qualidade de vida no trabalho em nove



fatores, dos quais são:

1. A satisfação com o trabalho executado.
2. As possibilidades de futuro na organização.
3. O reconhecimento pelos resultados alcançados.
4. O salário percebido.
5. Os benefícios auferidos.
6. O relacionamento humano dentro da equipe e da organização.
7. O ambiente psicológico e físico de trabalho.
8. A liberdade de atuar e responsabilidade de tomar decisões.
9. As possibilidades de estar engajado e de participar ativamente (CHIAVENATO, 2010, p. 487-488).

Como observado, para alcançar a QVT envolvem uma relação de diversas situações que precisam ser seguidas e construída dentro da cultura das organizações, como: promover as melhores relações pessoais, crescimento profissional, autonomia no trabalho, ambiente confortável e outros.

Para Cavassani, Cavassani e Biazin (2006) as empresas investirem em QVT, não deve ser considerada custos e sim uma maneira de prevenção para evitar despesas maiores que podem se manifestar como: afastamentos e ações trabalhistas. Assim, promover a implementação de condutas nas organizações, é motivo de ganhos financeiros.

Bertoldi (2013) destaca que os aspectos de melhorias geradas pela QVT, apenas não favorecer os colaboradores, como também reflete de forma positiva para empresas e, ocasionar benefícios que diminuir absenteísmo e rotatividade, e melhora o desempenho. Sendo assim, a necessidade de implementar a Qualidade de Vida no Trabalho é necessário a todas as organizações que procuram melhorar seus ambientes corporativos para trazer benefícios e melhores proveitos para seus próprios interesses e para os trabalhadores possibilitam o bem-estar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ergonomia é utilizada há muito tempo, desde os tempos primitivos, na adaptação de ferramentas, porém, conseguiu se visibilidade após a Segunda Guerra Mundial, devido a pesquisas que investigavam os problemas vivenciados pelos soldados. A ergonomia é uma ciência ampla, estudada por várias áreas, que buscam compreender as limitações e características dos indivíduos, além das máquinas, equipamentos e tudo que está relacionando-se, assim, para proporcionar um cenário que atenda a necessidade e apresente segurança para as pessoas.

As doenças presentes no ambiente de trabalho, podem se dividir em dois grupos: as doenças ocupacionais ou profissionais e as doenças do trabalho. As doenças profissionais são motivadas pelo próprio trabalho na sua realização, já a doença do trabalho é resultante do ambiente inserido. Elas afetam negativamente a saúde dos trabalhadores nas práticas das suas tarefas, podem ser mencionadas as: dermatoses ocupacionais, LER/DORT, perda auditiva, doença pulmonar e as doenças psicossociais.

A Qualidade de vida no Trabalho é complexa, pelo motivo de não ter apenas uma interpretação para seu tema, mas seu objetivo tem um único pretexto que é garantir saúde aos empregados. As Organizações que implantam a QVT, tem mais possibilidades de reconhecimento no mercado consumidor e entendem que os colaboradores são primordiais para o seu sucesso, além de sofrerem menos com rotatividade e absenteísmo dentro dos seus ambientes corporativos.

Mediante ao estudo realizado, como resposta ao problema de pesquisa e ao objetivo proposto, consta-se que a ergonomia é um fator que está diretamente relacionando com

a Qualidade de Vida no Trabalho, em razão do seu princípio que é adequar condições favoráveis, e o da QVT que é promover saúde. Este vínculo, desenvolve resultados benéficos de bem-estar aos trabalhadores, e para as empresas, resultar em melhores condições financeiras. Assim, torna-se possível afirmar que todos os objetivos traçados e o problema foram alcançados nesse estudo científico.

Por mais que tenham ficado visível os benéficos que a ergonomia pode proporcionar na qualidade de vida no trabalho, mediante a este estudo bibliográfico, podem ser desenvolvidos novas pesquisas. Desse modo, pesquisas futuras podem ser realizadas como: aplicar questionamentos que analisam a absorção da qualidade de vida no trabalho; desligamentos de funcionários nos últimos anos devidos as doenças no ambiente laboral e ações que visam demonstra a aplicação prática da ergonomia em diferentes setores no local de trabalho.

Referências

- ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.
- ALI, S. A. **Dermatoses Ocupacionais**. São Paulo: Fundacentro, 2009.
- ARAÚJO, P. C. D. de et al. Avaliação sobre qualidade de vida no trabalho entre os docentes de duas instituições de ensino superior: uma realidade no estado do Amazonas. **Revista Gestão & Sociedade**, v.9, n.23, p. 961-976, maio/ago. 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/fd47/06132d074453e7f6645a6069300442cdc377.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- BELLUSCI, S. M. **Doenças Profissionais ou do Trabalho**. São Paulo: Editora Senac, 2017.
- BERTOLDI, A. D. **Psicologia organizacional e do trabalho**. Indaial: Uniasselvi, 2013.
- CASTRO, C. A. P. de; LAZZARI, J. B. **Manual de Direito Previdenciário**. Rio de Janeiro: Forense, 2018.
- CAVASSANI, A. P.; CAVASSANI, E. B.; BIAZIN, C. C. **Qualidade de vida no trabalho**: fatores que influenciam as organizações. XIII SIMPEP. Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/784.pdf. Acesso em: 27 out. 2022.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas**: o novo papel dos recursos humanos na organização. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- COELHO, J. A. P. de M. et al. Estresse como preditor da Síndrome de Burnout em bancários. **Revista Psicológica: Organização e Trabalho**, v.18, n. 1, p. 306-315, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpot/v18n1/v18n1a05.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.
- COELHO, M. de S. B. et al. As emissões otoacústicas no diagnóstico diferencial das perdas auditivas induzidas por ruído. **Revista Cefac**, v. 12, n. 6, p. 1050-1058, nov./dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/MTTCKfdYDNt8QVkmMVxyshQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.
- CORRÊA, V. M.; BOLETTI, R. R. **Ergonomia**: fundamentos e aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Editora Blucher, 2012.
- EUGÊNIO, S. A. M. **Saúde Ocupacional e Medicina Do Trabalho**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- FIORELLI, J. O. **Psicologia para Administradores**: integrando teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2006.
- KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LEITE, T. B. **Alongamentos X LER/DORT**: Proposta de Atividades Físicas no combate às LER/DORT/. São Paulo: Editora Dialética, 2022.
- LIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. de M. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.
- LIMONGI – FRANÇA, A. C. **Qualidade de Vida no Trabalho – QVT**: Conceitos e práticas nas empresas da sociedade pós-industrial. São Paulo: Atlas, 2004.
- OLIVEIRA, S. G. de. **Indenizações por acidente do trabalho ou doença ocupacional**. São Paulo: LTr, 2014.

OLIVEIRA, U. R. de. **Noções de Ergonomia**: conceitos básicos, legislação aplicada, LER/DORT e manuais técnicos. São Paulo: Saraiva Publique-se, 2017.

SAMPAIO, T. de F. **Qualidade de vida no trabalho: o impacto do estresse ocupacional na saúde do trabalhador**. 2018. Monografia (grau de especialista) – Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/N208971.pdf?fbclid=IwAR3I3H-w40QLh-QMfNczxg1mSlevTnOaRymDmlspYHnZnh13f-cGhJi-93Uk. Acesso em: 01 out. 2022.

SHIQUEMOTO, A. C. G. **Ergonomia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

SILVA, F. R. da. **Ergonomia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

SILVA, K. A.; PEDROSO, B.; PILATTI, L. A.; **Qualidade de vida no trabalho e sociedade pós- moderna**: Construção de um instrumento de avaliação. Faculdade Integradas de Itararé – FAFIT / FACIC. Itararé, v. 01, n. 02, p. 11-25, jul./dez. 2010.

65

A RELEVÂNCIA DA GESTÃO EFICIENTE DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

*THE RELEVANCE OF EFFICIENT MANAGEMENT OF THE
PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS*

Laidelucy Santos Correia

Resumo

A elaboração do presente estudo se deu pela necessidade de se compreender o impacto referente à relação entre a gestão eficiente e o processo de desenvolvimento de produtos, sobressaindo-se como um assunto pertinente para a sociedade e potenciais estudos. Desse modo, com base no método de Revisão Bibliográfica e, consequentemente, baseado em importantes pesquisas, este trabalho apresenta disposições acerca da “relevância da gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos” retratada de maneira a esclarecer o quanto uma gestão eficiente do PDP pode trazer benefícios enriquecedores a um empreendimento e como a ausência de um bom gerenciamento é capaz de impactar negativamente todo o processo. Sobre pontos negativos, podem-se citar falhas que tendem a representar o fracasso do produto caso não sejam cuidadosamente avaliadas, como a ausência de análises do mercado; perspectiva irreal quando a ideia de um novo produto; falta de atenção quando às reais necessidades do consumidor; problemas referentes ao marketing, entre outros. Acerca dos benefícios, podem-se citar alguns pontos importantes como melhorias em processos e produtos, significativa redução de custos, já que retrabalhos serão evitados. Além disso, custos e prazos ficam sob controle, assim como muitos outros fatores que impactarão o processo de maneira eficiente. E mesmo que a gestão do PDP se mostre um fator complexo a princípio, devido ao dinamismo e etapas que envolvem o processo de desenvolvimento, isso não impede a introdução de uma gestão bem estruturada, vital para o sucesso do processo em análise.

Palavras-chave: Gestão. PDP. Falhas. Eficiência. Benefícios.

Abstract

The preparation of this study was due to the need to understand the impact related to the relationship between efficient management and the product development process, representing a relevant subject for society and potential studies. Thus, based on the Bibliographic Review method and, consequently, based on important research, this paper presents provisions about the “relevance of efficient management of the product development process” portrayed in order to clarify how efficient management of the PDP can bring enriching benefits to an enterprise and how the absence of good management is able to negatively impact the entire process. On negative points, one can mention failures that tend to represent the failure of the product if they are not carefully evaluated, such as the absence of market analyses; unrealistic perspective when the idea of a new product; lack of attention when to the real needs of the consumer; marketing problems, among others. Regarding the benefits, some important points can be mentioned such as improvements in processes and products, significant cost reduction, since rework will be avoided. In addition, costs and deadlines are under control, as well as many other factors that will impact the process efficiently. And even if the management of the PDP is a complex factor at first, due to the dynamism and steps that involve the development process, this does not prevent the introduction of a well-structured management, vital to the success of the process under analysis.

Keywords: Management. PDP. Failures. Efficiency. Benefits.

1. INTRODUÇÃO

É importante compreender que o processo de gestão apresenta duas facetas contundentes. Assim, uma gestão ruim não trará bons resultados, mas, ao contrário, apenas diminuirá o rendimento de determinado serviço ou produto, lembrando que a pouca atenção para esse fato pode ser um caminho sem volta, com prejuízos irreparáveis ou, se possível, apenas com uma trabalhosa e cara redução de danos. Em contrapartida, uma gestão eficiente segue um caminho confiável, suscitando benefícios notáveis para a organização, em que o aumento da produtividade e redução de custos são apenas alguns dos tópicos a serem citados. Combinado a isso, tem-se o processo de desenvolvimento de produtos (PDP), que determina todas as etapas do ciclo de vida de um produto, analisando as necessidades mais relevantes do mercado. Nesse sentido, saber identificar a real importância de uma gestão eficiente dentro deste processo colabora para o alcance de resultados positivos.

É verídico que a ausência de uma gestão eficaz torna inviável o desenvolvimento do produto de forma plena, o que acaba impossibilitando um impacto positivo e gerando uma série de problemas organizacionais. Nesse contexto, entender a “relevância da gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos” permite compreender todos os fatores envolvidos e como podem contribuir para o crescimento adequado de todas as etapas. Assim, a aplicada reflexão se deu pela necessidade de se compreender o impacto proveniente desta relação, compreendendo os resultados benéficos possíveis e consequentes impactos dentro do projeto/desenvolvimento de determinado produto quando aliados a uma boa gestão.

Assim, com o objetivo de atrair atenção para o tema em estudo, o presente estudo responderá de forma coesa uma importante questão. Desse modo, qual a importância de uma gestão eficiente quando inserida no processo de desenvolvimento de produtos? Estabelecendo a definição do gerenciamento, a sua relação com o processo de desenvolvimento de produtos e os impactos provenientes da ausência e da presença de um bom gerenciamento, teremos as respostas a essa problemática. Desse modo, é importante analisar a questão com cuidado, desde que o problema de pesquisa é pertinente para a sociedade e potenciais estudos.

Com foco nisso, o objetivo geral do presente trabalho está embasado em intuir a relevância de uma gestão eficiente dentro do processo de desenvolvimento do produto enquanto os objetivos específicos estão fundamentados em apresentar o conceito de gestão e sua relação com o processo de desenvolvimento de produtos, em explicitar impactos negativos motivados pela falta de uma gestão eficiente no processo em pauta, além de compreender a relevância e benefícios do gerenciamento eficaz dentro do contexto de desenvolvimento de produto, respectivamente.

Dentro deste contexto, o método de pesquisa utilizado foi o de Revisão Bibliográfica, mediante a análise dos principais autores e pesquisadores da área, utilizando-se de livros, sites relevantes, artigos científicos previamente selecionados, de modo a permitir a obtenção dos resultados e respostas acerca da problematização apresentada neste trabalho. O estudo foi fundamentado em pressupostos de estudiosos que apresentam decisiva relevância na conceituação e construção dos termos discutidos nesta análise, como: Henrique Rozenfeld, Fernando Forcellini, José Carlos de Toledo, entre outros pesquisadores pertinentes.

Dessa forma, o trabalho utilizou conceitos e ideias de outros autores estabelecidos em



arquivos publicados nos últimos vinte anos, de acordo com os objetivos defendidos, para a construção de uma análise descritiva e qualitativa sobre o objeto de estudo. As palavras-chave utilizadas na busca de informações necessárias foram: gestão de empresas, conceitos importantes de PDP, etapas do processo de desenvolvimento de produtos, gestão do PDP, entre outras. E todos estes termos terão ligação direta com a presente pesquisa, delineando finalmente a relevância da gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos.

2. DEFINIÇÕES IMPORTANTES ACERCA DA GESTÃO

Ao longo dos anos, o conceito de gestão pôde finalmente ser construído. Alguns detectaram o processo de gerenciamento na antiguidade, sobretudo entre os comerciantes sumérios e construtores das famosas pirâmides egípcias. Além disso, mais adiante, com as mudanças trabalhistas ocasionadas após a primeira e segunda revolução industrial, ficou clara a aplicação da gestão dentro de fábricas e processos. Contudo foi no século XX, que realmente surgiu a real necessidade da contratação de gestores eficientes, considerando a expansão do mercado capitalista, e o estudo acerca do assunto passou a ser fundamental em diversas universidades (GROEGER, 2018).

A relevância da gestão para o mundo empresarial ainda é ampla e apenas se solidificou ao longo dos anos. Suas ramificações determinarão o sucesso de determinado produto ou serviço. Por isso surge a necessidade de se entender seus conceitos mais influentes, desde que a gestão adotada poderá influenciar positivamente ou não no andamento de um negócio. Compreender seus conceitos é fundamental, considerando que boa parte da população ainda desconhece o verdadeiro sentido do gerenciamento na prática (TRIPLA, 2018).

Em relação a isso, tem-se que a gestão provém do termo *gestione*, em latim, configurando o ato de “administrar ou de gerir recursos, pessoas ou qualquer objeto que possa ser administrado com alguma finalidade: seja em benefício próprio ou de uma entidade.” (TRIPLA, 2018). Nesse contexto, com base em uma meta a ser alcançada, ocorrerá o processo de gerenciamento, fator amplamente defendido no campo empresarial.

Na visão de Fayol (2011), o ato de gerenciamento significa planejar, organizar, comandar, prever, relevando também ações de coordenação e controle. Fayol (2018) ainda estabeleceu a divisão da gestão em seis setores, sendo eles: gestão de administração, responsável por coordenar a administração da empresa por completo; gestão financeira, responsável exclusivamente pelos recursos financeiros da organização; gestão de contabilidade, desenvolvida no âmbito contábil de determinada empresa; além de gestão de produção, relacionada aos processos administrativos que coordenam e sistematizam a produção; de segurança, que cuida das políticas e ações, garantindo assim a segurança da produção, do trabalho e de pessoas no ambiente interno e externo da empresa; e comercial, voltada aos processos de vendas e relacionamento cliente/empresa. Vale destacar que esses seis setores possibilitaram o sucesso da Teoria Geral da Administração.

Ademais, gestão ainda é tida como a “arte” de se ter conhecimento do que fazer em um tempo pré-estabelecido, observando o que foi realizado da melhor maneira possível com relação de menor custo (TAYLOR, 2019). Ou seja, o método de gerir não engloba apenas o monitoramento e acompanhamento do processo em si, mas também considera a forma como uma empresa pode avançar no mercado, considerando um modelo eficiente e econômico.

Dentro desse contexto, algumas metodologias de gestão da atualidade podem ser citadas, como *Objectives and Key Results* (OKR), onde a empresa deve atingir um objetivo bem estruturado com base em resultados-chave, que necessitam de um limite de tempo, devendo ser realistas e de fácil mensuração. Além disso, tem-se também o conhecido Planeje, Faça, Verifique e Aja (PDCA), onde os problemas dentro da organização passam a ser detectados com maior facilidade, além dos agentes causadores e possível controle ou correção (NEGRI; NIEHUES, 2018). É verídico que não há apenas o OKR e o ciclo PDCA como metodologias importantes. Dependendo da necessidade de cada empresa e processo, outro modelo também pode ser adotado.

Sumariamente a isso, tem-se que a gestão é fator determinante para a sobrevivência de determinado negócio. Com uma metodologia bem aplicada conforme a necessidade mais visível, o processo ganha forma e passa a influenciar a cadeia produtiva e econômica de uma empresa. E considerando a pesquisa defendida neste trabalho e os estudos expostos até o momento, é possível finalmente explicitar a gestão dentro do processo de desenvolvimento de produtos.

2.1 Gestão do processo de desenvolvimento de produtos

A gestão está presente no processo de desenvolvimento de produto (PDP), definido por Toledo et al. (2006) como o aglomerado de atividades que envolve todo o ciclo de vida do produto, iniciando-se com a geração de ideias seguida das demais etapas do processo. De maneira relevante, desenvolver certo produto diz respeito a um aglomerado de tarefas pelas quais se detecta, com base nas necessidades mercadológicas e das restrições e possibilidades tecnológicas, e levando em conta fatores competitivos e o impacto do produto em questão, chegar às particularidades do projeto do mesmo e de sua metodologia de produção, para que a manufatura possa finalmente produzi-lo e posteriormente lançá-lo no ambiente externo (ROZENFELD et al., 2006).

Nesse cenário, desenvolver um produto se tornou um modelo de negócio cada vez mais influente para a competitividade evidente no mercado atual, sobretudo se levarmos em conta a crescente variedade de produtos e a subsequente redução do ciclo de vida dos mesmos (TOLEDO et al., 2006). Assim, o PDP engloba atividades presentes em quase todos os departamentos da empresa, objetivando a transformação das necessidades do mercado em serviços ou produtos, de forma economicamente viável (KAMINSKI, 2000).

Com base em referenciais relevantes é possível intuir que:

O desenvolvimento de produto também envolve as atividades de acompanhamento do produto após o lançamento para, assim, serem realizadas as eventuais mudanças necessárias nessas especificações, planejada a descontinuidade do produto no mercado e incorporadas, no processo de desenvolvimento, as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto. (ROZENFELD et al., 2006, p. 4).

Tal processo não se baseia em um método simplificado, mas engloba análises densas das necessidades mercadológicas, além de um estudo aprofundado acerca das exigências dos clientes (TOLEDO et al., 2006). Ou seja, é muito mais complexo do que aparenta ser inicialmente e precisa ser embasado em intensas pesquisas e gestão adequada.

Ademais, dentro do escopo do PDP, pode-se encontrar duas questões de grande valia para a capacidade de competição de uma empresa, sendo elas: o lançamento adequado

de novos produtos no mercado e o progresso da qualidade de produtos já existentes (ROZENFELD et al., 2006). Segundo Forcellini et al. (2006), com relação aos últimos anos, variados casos bem-sucedidos presentes em muitas organizações empresariais em questão de desenvolvimento de produtos demonstraram que o sucesso do processo de desempenho de produtos também depende do modelo e de práticas de gerenciamento assumidas e desempenhadas. Isto é, mesmo com indicadores de incerteza, a gestão do PDP é imprescindível, com atenção para o planejamento, execução, controle e possível melhoria das atividades, objetivando melhores sugestões de desempenho (TOLEDO et al., 2006). Nesse momento fica clara a importância da gestão, que poderá influenciar o processo de maneira significativa, desde que leve em conta todas as suas especificidades.

E Rozenfeld et al. (2006) realmente defendem que o PDP, se comparado a outros modelos do mercado, tem diversas particularidades. Entre elas estão: alto nível de incertezas, além de riscos das atividades e resultados obtidos; decisões importantes necessitam ser adotadas no início de todo o processo, quando os índices de incerteza são bem mais preocupantes; complicação ao se mudar as decisões iniciais; as atividades de base seguem um ciclo; entres outros fatores particulares. Isso faz com que a natureza deste processo apresente características especiais, se comparadas com outros processos da empresa, permitindo que métodos, práticas de gerenciamento, perfil e capacitações demandadas dos profissionais envolvidos no PDP se adequem ao processo (TOLEDO et al., 2006).

Ainda segundo Rozenfeld et al. (2006), a introdução de um produto no mercado, para a maioria das organizações, não é uma atividade simples, no entanto envolve os frutos de um esforço que demanda um período significativo, abrangendo praticamente todos os setores ativos da empresa, implicando em impactos diretos na comercialização futura e posteriormente no ciclo de vida da empresa. Nesse aspecto, produtos novos podem fracassar durante sua introdução no ambiente externo, considerando uma fraca ou inexistente pesquisa de mercado, altos custos de desenvolvimento, desempenho ruim ou produto com projeção insatisfatória, falhas com marketing, entre outros.

Com relação ao exposto, uma característica marcante do processo de desenvolvimento é que cada projeto tem a tendência de apresentar dificuldades e históricos bem específicos. Além disso, a quantidade de dados de entrada no PDP, que são repassados e articulados é significativamente alto e complexo (ROZENFELD et al. 2006). Nesse cenário, aplicar uma gestão bem articulada é fundamental para controlar todo esse processo e compreendê-lo de maneira mais profunda.

A demanda por mudanças nos produtos, e nas suas aplicações e usos, tem aumentado muito intensamente, justificando uma preocupação maior com a eficiência e a eficácia do desenvolvimento de produtos. E esse desempenho depende do gerenciamento do PDP (FORCELLINI et al., 2006, p. 14).

Assim, um bom gestor de Desenvolvimento de Produto terá que lidar com questões como análise de cenários, desenvolvimento de produtos alinhados à estratégia da empresa. Considerará também, além de outras estratégias, as necessidades do mercado e terá que lidar com processos de tomada de decisões, a fim de criar medidas onde a geração de ideias flua de maneira benéfica. E com a ajuda de uma equipe engajada, ele finalmente entenderá que ter uma gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos não representa algo simples, pois irá considerar a complexidade de todo o processo, porém compreenderá que esse objetivo poderá ser alcançado desde que haja comprometimento de todas as partes envolvidas.

3. PRINCIPAIS PROBLEMAS OBTIDOS ATRAVÉS DO GERENCIAMENTO INEFICIENTE DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A eficiência segue firmemente conectada ao custo-benefício do processo produtivo e diz respeito à característica de uma empresa que tem a capacidade de produzir precisamente o que é esperado dela, onde há a entrega de um serviço exemplar dentro do orçamento estipulado, permeada pela qualidade e cumprimento do prazo requerido. No momento em que determinado trabalho ou processo passa a ser realizado da melhor forma possível, com a utilização exclusiva dos recursos disponíveis e sem a geração de custos inesperados, ele pode vir a ser rotulado como eficiente (ROCK CONTENT, 2018).

Nesse sentido, um funcionário ou equipe se torna eficiente assim que consegue diminuir os custos, danos ou qualquer espécie de desperdício ao desempenhar uma atividade específica. Quanto menor se tornar o esforço preciso para que determinada tarefa seja desempenhada, maior se tornará a eficiência do trabalho realizado. Um bom exemplo diz respeito ao sinal de eficiência exposto ao se conseguir aprimorar e otimizar os resultados de um setor em um menor espaço de tempo possível, fazendo-se uso dos recursos disponibilizados anteriormente (ROCK CONTENT, 2018).

Com base nisso, o conceito de eficiência se associa ao ato de tornar qualquer atividade mais ágil, procurando viabilizar e acelerar todos os processos envolvidos de forma a chegar a um objetivo dentro de um espaço viável de tempo. Além disso, significa aperfeiçoar todos os meios e recursos empregados na atividade, buscando se atingir os parâmetros de qualidade. Nesse sentido, se determinada pessoa ou instituição não consegue realizar uma atividade por meio dessa via, a ineficiência se torna a resposta a essa condição (CYRINO, 2019).

No caso de uma gestão deficitária, ou seja, ineficiente, não se considera um método positivo, desde que isso estará firmemente direcionado a um processo incompleto e conseqüentemente limitará o domínio que o gestor direciona ao negócio. Dentre os indícios de um gerenciamento ineficaz tem-se a falta de planejamento, ausência de comunicação, falta de estudos acerca dos possíveis riscos, alto índice de reclamações, retrabalho, além de desperdícios e outros fatores capazes de impactar o processo de maneira negativa (DOCUSIGN, 2018). Nesse cenário, quando se analisa uma gestão ineficiente do Processo de Desenvolvimento de Produtos, é possível verificar uma série de erros que possibilitam a ineficácia de tal gerenciamento.

Associar erroneamente uma ótima ideia com um bom produto diz respeito a um desses erros. Nesse aspecto, expor uma ideia genial não significa indiscutivelmente que a mesma se sobressairá como um ótimo produto. Esse é um ensinamento crucial acerca do PDP, considerando que a elaboração e introdução de um produto ou serviço no mercado dependem de uma série de fatores, e uma excelente ideia não alcançará os resultados esperados se não for estudada e efetuada com atenção. Nesse sentido, dirigir um bom método de desenvolvimento de produto a partir de uma ideia acertada, dando espaço a uma comunicação visual diferenciada e uma estratégia de negócio vantajosa, pode vir a ser mais proveitoso do que arriscar em métodos ousados de forma a acabar executando as etapas do produto de maneira insignificante (CAMPOS, 2019). Pode-se pensar na quantidade de produtos “criativos e inovadores” que são disseminados em campanhas monumentais e esquecidos pouco tempo depois.

Outro erro colossal diz respeito à criação de novos produtos sem atentar para as reais necessidades do consumidor. Na maioria das vezes, o usuário deseja algo mais sóbrio e objetivo, no entanto a empresa decide introduzir diversos diferenciais e funções no mes-

mo item. A consequência disso é um processo que não se atenta para o anseio central do público-alvo, o que acaba gerando a ideia de que a empresa está mais direcionada aos próprios interesses do que à demanda do consumidor (CAMPOS, 2019).

Copiar a concorrência também configura uma possível falha no gerenciamento do PDP. É nítido que grande parte dos serviços e produtos de sucesso é inspirada em processos já existentes, todavia explorar e reproduzir as ideias da concorrência sempre que um novo produto for lançado com sucesso no mercado não constitui uma ideia justa e vantajosa. Na maioria das vezes, essas cópias desonestas acabam não atingindo o sucesso do concorrente e podem acabar por prejudicar a confiabilidade da empresa (CAMPOS, 2019).

O erro referente à análise do mercado também foi citado por Campos (2019). Desse modo, qualquer deficiência no estudo referente à concorrência, dimensionamento das oportunidades e ameaças, ponderação da demanda ou identificação de propensões pode representar um equívoco alarmante. A precificação também deve ser levada em conta, considerando que o valor financeiro do produto deve refletir sua qualidade, garantir a liquidação dos custos produtivos e ser combinado ao perfil do consumidor.

Os problemas referentes ao marketing também podem representar o fracasso do produto logo após o seu lançamento, quando se considera a distribuição do mesmo, passando-se pelos atos de agenciamento e divulgação. Entre as falhas mais corriqueiras tem-se a distribuição ineficiente, seleção desfavorável dos canais de comunicação empregados, além de publicidade escassa ou apenas pouco segmentada. Nesse cenário, não são incomuns os casos em que novos produtos fracassam em seu desenvolvimento ou lançamento (CAMPOS, 2019).

Rozenfeld et al. (2006) apontaram que por volta da década de 1990 já se era possível identificar amplas empresas multinacionais com uma capacidade eficaz de desenvolvimento de produtos, enquanto outras lidavam dificilmente com os altos custos obtidos, com falhas referentes à qualidade, atraso no lançamento do produto, ou mesmo com a ausência de mercado para o produto concebido. Segundo um estudo transmitido no ano de 2018 pela consultoria Nielsen, cerca de “metade dos produtos lançados anualmente na América Latina fracassa — e 30% não sobrevivem sequer por um ano” (CAMPOS, 2019).

De acordo com a líder de inovação da Nielsen, Cassiana Costa, apenas 50% dos novos produtos seguiram o caminho certo: traduzir uma necessidade do consumidor em um produto adequado. Os outros 50% simplesmente basearam o desenvolvimento de novos produtos nos motivos errados, tentando copiar a concorrência ou aproveitar tendências sem avaliar o que os consumidores realmente queriam (CAMPOS, 2019).

Outra pesquisa da Nielsen, realizada nos Estados Unidos em 2014, divulgou um dado ainda mais preocupante, onde 85% dos novos produtos fracassam ao serem introduzidos no mercado B2C norte-americano. Nesse aspecto, apenas um método bem estruturado possibilita o sucesso e eficácia de processos inovadores, considerando-se fatores referentes a um bom design estratégico, ótima efetivação comercial e propagação eficiente (CAMPOS, 2019).

Sumariamente a isso, é necessário se considerar toda a estrutura do PDP, relevando também as necessidades do potencial consumidor. Acerca da estrutura do processo de desenvolvimento de produtos não se pode ignorar ou apenas tratar com indulgência fatores como o *brainstorming* (geração de ideias), a triagem de informações, teste preliminar e prototipação, análise mercadológica, desenvolvimento, validação de mercado, além do lançamento do produto. Também é importante estudar as tendências mercadológicas, como concorrência, viabilidade econômica, entre muitos outros fatores que poderão impactar o processo. E mesmo tendo à disposição diversos métodos rumo ao bom gerencia-

mento do PDP, muitas empresas ainda optam por não seguir rigorosamente estas etapas. Assim, uma série de problema é obtida, como: falhas no “estudo de viabilidade técnica”; onde serão necessários maiores investimentos e despesas do que o estipulado; erros referentes ao estudo de viabilidade econômica e comercial; desperdício, tanto econômico quanto financeiro, com exorbitante número de despesas; subversões associadas a interesses e a preferências, que podem suscitar atrasos e outros problemas (COSTA, 2022).

Uma pesquisa realizada com 346 empresas de manufatura brasileiras buscou investigar os principais obstáculos constatados ao longo da concepção de produtos. O problema mais comum diz respeito à ausência de integração funcional; problema identificado em 73% das unidades analisadas. Essa falha foi constatada em todos os setores produtivos estudados, estando mais evidente em empresas maiores. Isso tem relação com a dificuldade de conectar informações e áreas durante o desenvolvimento do produto, sobretudo quando se analisa grandes empreendimentos, que frequentemente possuem centros de estudos localizados em unidades distribuídas pelo mundo. O segundo problema mais comum diz respeito à falta de um método de referência durante o processo de desenvolvimento do produto, evidente em 64% das empresas investigadas. Tal dificuldade é mais usual em empreendimentos de pequeno porte e o resultado exposto sugere que estas empresas continuam envoltas por dificuldade quanto à introdução e padronização de processos, destacando o processo de desenvolvimento de novos produtos (FETTERMANN, 2015).

Ademais outras falhas referem-se à diminuição ou perda de faturamento convergente a atrasos ao se lançar o produto no mercado; prejuízos a margens devido ao custo do produto resultar mais elevado do o pensado a início; diminuição do desempenho do produto no ambiente mercadológico devido à ausência de atendimento a alguma condição estabelecida; desmotivação dos indivíduos envolvidos com o PDP; além da diminuição do desempenho da empresa, em que a ausência de competitividade vai se difundindo ao longo do tempo (COSTA, 2022).

Em suma, Costa (2022) evidencia que estes problemas geralmente suscitam atrasos, retrabalhos ou custos inesperados. Além disso, requisitos relacionados ao produto ou ao processo de desenvolvimento tem a possibilidade de não serem alcançados. Desse modo, o produto incrementado passa a não ter a capacidade de atingir o sucesso esperado no ambiente mercadológico. É notável que o desenvolvimento de produtos requer tempo e recursos e é verídico que esses quesitos são limitados. Desse modo, o objetivo do PDP não pode se relacionar com expectativas irreais de que “qualquer ideia apresentada à organização pode ser realizada”. Os projetos referentes ao desenvolvimento são adicionados ou removidos do planejamento com fundamento em sua disposição com a estratégia da empresa e seu desempenho em afinidade com as metas de negócios (COSTA, 2022). Nesse cenário a ineficiência do gerenciamento se torna a razão do fracasso de determinado produto, mesmo que a ideia por trás dele pareça excelente.

4. BENEFÍCIOS OCACIONADOS PELA GESTÃO EFICIENTE DO PDP

O processo de desenvolvimento de produtos foi, de maneira tradicional, aceito como a elaboração de uma série de elementos a respeito das especificações de um produto, sobre como produzi-lo e sua disponibilidade para a atividade de manufatura. Todavia, essa visão tradicional ainda abundantemente aplicada, deixa a desejar quando se estudam os novos métodos com os quais grandes e eficientes empresas têm orientado suas atividades de desenvolvimento. Tais empresas apontam o PDP como um procedimento capaz de “integrar suas áreas e sua cadeia de suprimentos” (ROZENFELD et al. 2006). Desse modo,



desde sua conjectura, a gestão do processo de desenvolvimento de produtos evoluiu com base nas mudanças nas metodologias de gestão assumidas por cada tipo de empresa, e isso permitiu que muitas abordagens surgissem ao longo dos anos, buscando-se combater relevantes dificuldades (ROZENFELD et al., 2006).

É válido dizer que as principais soluções construtivas e as particularidades do produto são estabelecidas nas fases iniciais do PDP. Nesse aspecto, são definidos os materiais e as tecnologias que serão empregados durante o processo, além dos processos de fabricação, entre outros. Dessa maneira, mesmo que exista a possibilidade de avançar ao longo do processo com recursos alternativos, as definições fundamentais são determinadas no período inicial. Estudos relevantes apontam que as escalações de alternativas sucedidas no momento inicial do ciclo de desenvolvimento se responsabilizam por cerca de 85% do custo do produto final. Isto é, todos os outros conceitos e deliberações que chegarem a serem tomados após as fases iniciais, ao longo do ciclo de desenvolvimento do produto, determinam 15% do custo (ROZENFELD et al., 2006).

Desse modo, após o estabelecimento da tecnologia necessária, dos materiais, processos de fabricação e principais soluções a serem executadas, o time de desenvolvimento ficará responsável pelas tolerâncias das peças; construção e teste do protótipo, definição dos fornecedores, arranjo de parceiros da cadeia de suprimentos, além da disposição física da produção, campanha de marketing; entre outros. Nesse sentido, é importante analisar que algumas das principais definições do processo também ocorrem nas fases iniciais, sendo detalhadas e concretizadas nas fases posteriores (FORCELLINI et al., 2006).

Em suma, o ponto de partida do processo de desenvolvimento de produtos tem relação com o recolhimento de informações a respeito das indigências e deficiências de mercado, onde tais informações são convertidas em ideias e conseqüentemente em protótipos e projetos essenciais para a produção de um produto (CLARK e FUJIMOTO, 1991 *apud* ARAÚJO, 2006). De acordo com Rozenfeld et al. (2006) e Costa (2010), variados métodos e ações têm sido propostos para o avanço positivo do desempenho estratégico e operacional do PDP. Clássicas e modernas estratégias, assim como métodos e ferramentas, são estabelecidas e introduzidas na gestão do PDP, com a intenção de se reduzir custos e tempo de produção, aumentar a qualidade do produto e agilidade no lançamento do mesmo (ARAÚJO, 2017).

Assim, a estratégia de desenvolvimento de um produto e a forma como a empresa responsável gerencia esse processo é que definirá a atuação do produto ou serviço no mercado, além da agilidade, eficácia e qualidade do PDP. Nesse sentido, o desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos está atrelado ao seu gerenciamento. Todavia a gestão do PDP se mostra extremamente complexa quando se considera sua natureza dinâmica em relação a grande influência mútua com o restante das atividades e papéis da empresa e da cadeia de suprimentos, além das particularidades referentes às informações econômicas e tecnológicas estudadas durante o processo de desenvolvimento (TOLEDO et al., 2006).

Rozenfeld et al. (2006) defendem que as variadas mudanças nos requisitos e necessidades dos consumidores, “nas tecnologias disponíveis e nas regulamentações que se aplicam aos produtos também colaboram no aumento das particularidades desse processo”. O caráter energético do PDP está relacionado ao ciclo Projetar-Construir-Testar-Otimizar, predominante nas tarefas típicas do desenvolvimento, onde há constantes alterações e, ainda, contato persistente entre as etapas. Desse modo, lidar com as inseguranças, mudanças e complexidades significa um grande desafio, desde que as mesmas dificultam, até mesmo, no mapeamento do processo de maneira sistemática (FORCELLINI et al., 2006).

É nítido que um processo eficiente de desenvolvimento de produtos não é algo simples de se obter. Muitas empresas podem apresentar sucessos ocasionais com determinado produto, mas são poucos os negócios que obtêm vitória por meio de um método eficiente de desenvolvimento, considerando práticas dirigidas de forma planejada e bem articulada com as táticas competitivas da empresa. O que diferencia as empresas com altos níveis de excelência em PDP é o método de coesão e firmeza em todo o processo de desenvolvimento, em que se pode introduzir a estrutura da organização, a estratégia, a ordenação das atividades, as capacidades técnicas, os métodos de resolução de problemas, o modelo de cultura influente envolvido, entre outros. De forma geral, pode-se verificar que a conexão e firmeza nas variadas extensões de capacidade do produto concebido seria resultado da consistência na organização e na gestão eficiente do PDP (ROZENFELD et al. 2006).

Assim, é nítida a necessidade de uma estratégia de desenvolvimento bem estruturada. Essa estratégia possibilita um espaço para a criação de uma estrutura capaz de reduzir problemas característicos, como a ausência ou fraco envolvimento da alta administração nas resoluções do desenvolvimento de produtos ou serviços, sobretudo nas primeiras fases, além da falta de conexão entre o programa de negócios da empresa e os projetos em andamento ou prestes a serem iniciados. Devido a esse desacerto, relevantes enfoques de marketing e de métodos tecnológicos, por exemplo, tendem a ocorrer somente após os projetos estarem em andamento, o que torna o gerenciamento do PDP muito mais complexo (TOLEDO et al., 2006).

A estratégia de desenvolvimento também trata de traduzir os objetivos do negócio, geralmente mais amplos, em requisitos de caráter detalhados, tais como: tempos para introdução de novos produtos, custos de desenvolvimento, definição de capacidades e de mix produtivo. Essa estratégia compreenderia não apenas uma visão de curto e médio prazos, relacionados à criação de novas gerações de produtos, mas, principalmente, a Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos (ROZENFELD et al., 2006, p. 15-16).

Está claro que a gestão eficiente do Processo de Desenvolvimento de Produtos se mostra bastante complexa. Mas é nítido que o grande diferencial das organizações com excelência em PDP e empresas que apresentam um processo deficitário se encontra na adequada estratégia de desenvolvimento. Ou seja, posicionamento frente aos métodos de assimilação e desenvolvimento das “competências críticas para que a empresa possa continuar tendo um desenvolvimento eficaz no futuro” (FORCELLINI et al., 2006). Assim, o gerenciamento estratégico do Processo de Desenvolvimento do PDP acompanha a orientação estratégica do negócio e, concomitantemente, norteia as deliberações em nível operacional desse processo. O gerenciamento operacional do PDP por sua vez ocupa-se do “planejamento e controle das atividades rotineiras de desenvolvimento”, tais como: o dimensionamento das condições e necessidades dos clientes, dos importantes requisitos do projeto, a definição das particularidades do produto e dos materiais envolvidos, além da efetivação de avaliações, estruturação dos protótipos, pesquisas relacionadas aos custos e prazos estimados, entre outros (ROZENFELD et al. 2006).

Todavia a estratégia de desenvolvimento não atua de maneira suficiente para o andamento do processo, considerando que ela deve orientar e ser complementada e conduzida por um vasto número de abordagens e métodos gerenciais. Em suma, as instituições que são referências em desenvolvimento eficiente de produtos possuem um arquétipo para o PDP, onde se verifica ampla firmeza em seus elementos e um gerenciamento estratégico e operacional do desenvolvimento de produtos devidamente conectados (FORCELLINI et al., 2006).



Para Toledo et al. (2006) o desenvolvimento eficiente de novos produtos deve almejar algo muito além do custo e da capacidade técnica do produto em análise. Nesse sentido, quando a qualidade do produto atende às necessidades dos clientes tem-se uma das condições desejáveis para a competitividade, além da introdução do produto no mercado de maneira ágil, para obtenção adequada de oportunidades, adiantando-se em relação ao concorrente. Outra condição desejável diz respeito à facilidade de produção e montagem do produto, além da concepção e da consistência, a cada projeto, das capacitações requeridas para o PDP no futuro (FORCELLINI et al., 2006).

Mesmo com sua aparente complexidade e certas dificuldades expostas, a gestão eficiente do Processo de Desenvolvimento de Produtos é vital para o futuro da empresa. Nesse cenário, benefícios podem ser citados, e um deles refere-se às melhorias em processos e produtos. Por exemplo, na fase de declínio do produto no cenário mercadológico, é plausível colocar em prática iniciativas que visem fazer alguns ajustes que aprimorarão o desempenho do produto, reestruturação completa do produto, ou até mesmo sua remoção do mercado (COSTA, 2022). Ademais, outro benefício refere-se ao fato de que produtos de sucesso, ao serem introduzidos no mercado, podem aumentar o faturamento da empresa. Também é possível verificar avanços importantes em processos organizacionais, onde poderá haver significativa redução de custos já que retrabalhos serão evitados.

Costa (2022) ainda cita a participação de determinados indivíduos como ponto fundamental deste processo. Nesse aspecto, com o estabelecimento de uma gestão eficiente e aprazível, o PDP adquire forças mais qualificadas, onde pessoas se sentem responsáveis pelo desenvolvimento e se esforçam para que tudo caminhe na direção correta. Outro benefício diz respeito ao fato de custos e prazos ficarem sob controle. Quando isso ocorre, o processo avança conforme o planejado, disponibilizando produtos e serviços que impulsionarão positivamente o PDP e consequentemente aumentarão o faturamento da empresa.

Assim um PDP bem estruturado permite a obtenção de produtos que podem ser produzidos e introduzidos no mercado de forma lucrativa, o que representa fator muito importante para o custo total de determinada empresa (GOMES, 2015). Nesse aspecto, Rozenfeld et al. (2006) reforçam que “85 % do custo do produto final é derivado das escolhas das alternativas no início do ciclo do desenvolvimento do produto”. Assim, a gestão eficiente do Processo de Desenvolvimento de Produto reduz os riscos, evita mudanças bruscas e insensatas no processo, restringem retrabalhos e custos inusitados. Dessa forma, a empresa expõe um diferencial competitivo, onde há possibilidade de investimento em colaboradores, qualidade, rendimento, sempre atenuando os riscos (COSTA, 2022). Esse processo rentável e bem estruturado acaba impulsionando a empresa para o crescimento, tornando-a um referencial no desenvolvimento sustentável de produtos e serviços.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após consistentes estudos acerca da gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos, principalmente no que tange aos benefícios resultantes, tem-se resultados vantajosos a respeito da importância de uma boa gestão para o processo e o quanto sua ausência pode justificar um desenvolvimento cheio de falhas. Sobre erros usuais, foi possível verificar problemas referentes à ausência de análise do mercado, desatenção quando às necessidades do consumidor, falhas no marketing, desperdícios, atrasos, entre outros problemas alarmantes. Nesse aspecto, estes e outros pontos negativos podem influenciar significativamente no desempenho do produto antes ou após sua inserção no mercado, os quais possibilitarão um grande fracasso caso não sejam evitados.

Assim, com o correto mapeamento dos possíveis riscos e falhas é possível evitá-los, desde que uma gestão eficiente esteja por trás do processo de desenvolvimento de produtos e, conseqüente, atraia vastos benefícios que impactarão o negócio de maneira produtiva. Desse modo, com uma gestão bem estruturada, permeada por importantes pesquisas de mercado, atenção para as necessidades do consumidor, entre muitos outros fatores influentes, tem-se a eficiência do PDP, o que diminui as chances de fracasso do novo produto.

Nesse aspecto, a importância de uma gestão eficiente quando inserida no processo de desenvolvimento de produtos diz respeito aos benefícios gerados, podendo-se verificar a diminuição de custos, aumento da produtividade e lucratividade, onde também se é possível detectar um conseqüente sucesso quanto ao processo e lançamento de novos produtos no ambiente externo, o que possibilitará o aumento do grau de confiabilidade da empresa. E mesmo considerando a complexidade e dinamismo da gestão do processo em foco, o gerenciamento eficiente não pode ser evitado sob nenhum aspecto, já que colaborará para o crescimento saudável da empresa envolvida.

Em suma, o presente estudo teve a intenção de reforçar a “relevância da gestão eficiente do processo de desenvolvimento de produtos”, atentando para benefícios capazes de alavancarem uma ideia acerca de um produto ou serviço e conseqüentemente enriquecê-la através de uma gestão bem desenvolvida, de modo que, evitando-se falhas e desperdícios, possa-se alcançar uma consistência e lucratividade quando ao processo de desenvolvimento de produtos. E é importante sempre atentar para as necessidades mais básicas do mercado, nunca se esquecendo da complexidade que permeia todo o processo de desenvolvimento, essencial para o futuro do negócio. Assim, sugere-se para trabalhos futuros um amplo estudo acerca das ramificações do processo de desenvolvimento de produtos, atentando-se para sua complexidade e o quanto uma gestão adequada poderá influenciar de maneira eficiente todo este processo.

Referências

ARAÚJO, Julliana Graziely Pereira de. **Gestão Do Processo de Desenvolvimento De Produtos: práticas e desafios**. REFAS, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6606604.pdf>. Acesso em: 8 de outubro de 2022.

ARAUJO, C.; ANDRADE, L. M.; AMARAL, D. C.; **Diagnóstico da gestão de processo do desenvolvimento de produtos: um estudo de caso no setor de equipamentos e próteses médicas**. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru, SP. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/297.pdf

CAMPOS, Kiko. **7 etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos que levam ao sucesso**. 27 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.poderdaescuta.com/7-etapas-do-processo-de-desenvolvimento-de-novos-produtos/>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.

COSTA, Mauro. **Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos, Processos e Serviços (PDP)**. 2022. Disponível em: <http://www.evolutengenharia.com.br/blog/detalhe/gestao-do-processo-de-desenvolvimento-de-produtos-processos-e-servicos-pdp>. Acesso em: 27 de outubro de 2022.

CYRINO, Luis. **Ineficiência na gestão**. 2019. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/ineficiencia-na-gestao/#:~:text=Inefici%C3%AAncia%20em%20seu%20conceito%20mais,do%20que%20%C3%A9%20ser%20eficiente>. Acesso em: 27 de outubro de 2022.

DOCUSIGN. **Gerenciamento de processos: 7 indícios de que sua gestão é ineficiente**. 2018. Disponível em: <https://www.docusign.com.br/blog/gerenciamento-de-processos-7-indicios-de-que-sua-gestao-e-ineficiente>. Acesso em: 21 de outubro de 2022.

FAYOL, Henri. **Administração Industrial e Geral**. 1. ed. Lisboa: Editora Sílabo, 2018.

FETTERMANN, Diego de Castro. **Problemas frequentes no desenvolvimento de novos produtos**. Julho de



2015. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3424#.Y3b0yqR-v8wA>. Acesso em: 05 de novembro de 2022.

GOMES, Pedro Osvaldo Beloti. **Caracterização Do Processo De Desenvolvimento de Produto de Empresas de Base Tecnológica Incubadas da Grande Vitória - Es**: ABEPRO, 2015. Disponível em: https://producao.ufes.br/sites/producao.ufes.br/files/field/anexo/2015-caracterizacao_do_processo_de_desenvolvimento_de_produto_de_empresas_de_base_tecnologica_incubadas_da_grande_vitoria_-_es.pdf. Acesso em: 11 de outubro de 2022.

GROEGER, Cristina V. **A “Good Mixer”**: University Placement in Corporate America, 1890-1940. 14 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/history-of-education-quarterly/article/abs/good-mixer-university-placement-in-corporate-america-18901940/D13263B7E0F437BD38988989C-C5B45E4>. Acesso em: 9 de outubro de 2022.

KAMINSKI, Paulo Carlos. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 2000.

MEGGINSON, Leon C. *et al.* **Administração**: Conceitos e Aplicações. 1. ed. São Paulo: Editora Harbra, 1986.

NEGRI, Elemar; NIEHUES, Farley. Metodologias de gestão: quais são e como aplicá-las na sua empresa: **Neomind**, 2018. Disponível em: <https://conteudo.neomind.com.br/metodologias-de-gestao>. Acesso em: 2 de outubro de 2022.

ROCK CONTENT. **Eficiência, eficácia e efetividade: saiba quais são os três Es da administração e qual a diferença entre eles**. 29 de outubro de 2018. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/eficiencia-eficacia-efetividade/>. Acesso em: 6 de novembro de 2022.

ROUSSEL, Linda. **Management And Leadership For Nurse Administrators**, 6. ed. Boston: Editora JBLearning, 2011.

ROZENFELD, Henrique. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**: Uma referência para a melhoria do processo. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

TAYLOR, Frederick. **Princípios de Administração Científica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2019.

TRIPLA. **O que é gestão**: entendendo esse importante conceito nas empresas. 18 de outubro de 2018. Disponível em: <https://tripla.com.br/o-que-e-gestao/#:~:text=Gest%C3%A3o%20vem%20do%20termo%20em,pr%C3%B3prio%20ou%20de%20uma%20entidade>. Acesso em: 9 de outubro de 2022.

O livro apresenta vários estudos da engenharia ambiental, engenharia produção, engenharia mecânica, engenharia de controle e automação, engenharia elétrica e engenharia química, onde abordam temas sobre processo produtivo, manutenção industrial, computação, comunicação, redes, IoT, resíduos sólidos, indústria 4.0, segurança do trabalho, sustentabilidade, projeto, dentre outros.

ISBN: 978-65-80751-76-1

QR



9 786580 751761