

Organizadores:
Thiago Santana de Oliveira
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Carolina Gomes Araújo Garreto

Estudos em
Engenharia
& Inovação
Volume 6

Thiago Santana de Oliveira
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Carolina Gomes Araújo Garreto
(Organizadores)

ESTUDOS EM ENGENHARIA & INOVAÇÃO

VOLUME 6

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, Mirian Nunes de Carvalho Nunes e Carolina Gomes Araújo Garreto (Org). São Luís - Editora Pascal, 2023.

408 f. : il.: (Estudos em engenharia e inovação; v. 6)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-015-9

D.O.I.: 10.29327/5326080

1. Engenharia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Miscelânea. I. Oliveira, Thiago Santana de. II. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. III. Garreto, Carolina Gomes Araújo. IV. 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

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..

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 MECÂNICA

CAPÍTULO 1	13
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE	
<i>Roberto do Nascimento Silva</i>	
<i>Paola Silva</i>	
CAPÍTULO 2.....	24
O USO DE IMPRESSORA 3D NO SETOR AUTOMOTIVO	
<i>Lucas Jhonatan de Oliveira Costa</i>	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
<i>Thallyson Lucas Pavão Silva</i>	
CAPÍTULO 3.....	32
A MECÂNICA DOS FLUIDOS APLICADA NO TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO	
<i>Raimunda Anunciação Carvalho</i>	
<i>Lucas Jhonatan de Oliveira Costa</i>	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
CAPÍTULO 4	40
INFLUÊNCIA DE SISTEMAS TURBOCOMPRESSORES EM MOTORES DO CICLO OTTO	
<i>Thallyson Lucas Pavão Silva</i>	
<i>Lucas Jhonatan de Oliveira Costa</i>	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
CAPÍTULO 5.....	48
CALOR E FLUIDOS: RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPAMENTO	
<i>Danilo Oliveira Cortes</i>	
<i>Pablo Vinicius Costa Silva</i>	
<i>José Vitor Mendes França</i>	
<i>Caio Henrique Almeida de Ataíde</i>	
<i>Leandro Ribeiro da Conceição</i>	
<i>Lucas Breno Gomes Andrade</i>	
<i>Lucas Jhonatan de Oliveira Costa</i>	
<i>Camila Eduarda Silva Carvalho</i>	
<i>Thallyson Lucas Pavão Silva</i>	
<i>Vanderson Gusmão de Oliveira</i>	

CAPÍTULO 6.....	58
CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES DE USO COLETIVO CLIMATIZADOS POR CONDICIONADORES DE AR	
<i>Ítalo Sousa Mendonça de Medeiros</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Antônio Merval Tavares</i>	
<i>Thiago Santana de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 7.....	70
METALURGIA DO PÓ: PROCESSAMENTO DE PÓS METÁLICO E CERÂMICO EM FACE DA SUSTENTABILIDADE	
<i>Francisco Genis Frazão de Araújo</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Thiago Santana de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 8	81
MOTORES DE CICLO DIESEL E CICLO OTTO	
<i>Richard Júnior Pinheiro Sousa</i>	
CAPÍTULO 9.....	89
A IMPORTÂNCIA DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS	
<i>Luã Alberto Da Silva Jansen</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 10.....	98
MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: IMPORTÂNCIA E APLICABILIDADE EM EMPRESAS DE MINERAÇÃO	
<i>Wdson Rocha Boaes Meireles</i>	
<i>Rodrigo Bacarin</i>	
CAPÍTULO 11	110
GESTÃO DE MANUTENÇÃO: OS EFEITOS E A IMPORTÂNCIA DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS	
<i>Brenno Castro Tavares</i>	
CAPÍTULO 12	121
APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR ANÁLISE DE VIBRAÇÃO	
<i>Weslley Costa Sousa</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 13	131
OS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL PARA PROCESSO PRODUTIVO	
<i>Gabriel Felipe Do Nascimento De Moraes</i>	
CAPÍTULO 14	139
GESTÃO DE MANUTENÇÃO: FUNDAMENTOS, PLANEJAMENTO E FERRAMENTAS	
<i>Kayky Barros Cerqueira</i>	
<i>Rodrigo Bacarin</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Ronaldo de Jesus Barros</i>	
CAPÍTULO 15	151
MANUFATURA MECÂNICA: SOLDAGEM	
<i>Eugênio Nunes Schirmer</i>	
<i>Ana Silva</i>	
CAPÍTULO 16	162
ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	
<i>Marcelo Melo Vaz</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Daniel Afonso Gomes da Silva</i>	
CAPÍTULO 17	172
APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA	
<i>Victor Afonso Pereira de Andrade</i>	
CAPÍTULO 18	183
MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA	
<i>Thalis Vinicius Sousa Dourado</i>	
CAPÍTULO 19	194
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA EVITAR FALHAS NAS INDÚSTRIAS	
<i>João Carlos Coelho de Araújo</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 20	203
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS	
<i>Antônio Luiz da Silva Almeida Junior</i>	

CAPÍTULO 21	212
ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM ROLAMENTOS INDUSTRIAIS	
<i>Denilson Rowan Silva dos Santos</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Antonio Merval Tavares</i>	
<i>Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira</i>	
<i>Tyla Mendes Ricci</i>	

CAPÍTULO 22	220
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO PROCESSO PRODUTIVO	
<i>Lucas Santos Vale</i>	

CAPÍTULO 23	228
OS MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA	
<i>Vando Ribeiro Sá Viana</i>	

SEÇÃO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CAPÍTULO 24	238
ANÁLISE SWOT NO PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO: UM ESTUDO ACERCA DESTA FERRAMENTA NAS EMPRESAS	
<i>André Fernando Pinheiro Oliveira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 25	247
A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE CONTROLE DE ESTOQUE EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS	
<i>Gustavo Dutra Rodrigues</i>	

CAPÍTULO 26	256
GESTÃO DE INOVAÇÃO NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMPRESAS	
<i>José Claudio dos Santos Junior</i>	

CAPÍTULO 27	262
A RELEVÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA TOMADA DE DECISÃO	
<i>Larissa Manuela Martins Batista</i>	

CAPÍTULO 28	270
GESTÃO DE ESTOQUE: PLANEJAMENTO E CONTROLE NAS ORGANIZAÇÕES	
<i>Maylson Jorge Rocha Oliveira</i>	
<i>Gleidison Andrade Costa</i>	

CAPÍTULO 29	280
O PROGRAMA 5S E A VIABILIDADE DE SUA APLICAÇÃO EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: ANÁLISE TEÓRICA DA APLICAÇÃO	
<i>Carlos Emmanuel Rocha Silva</i>	
<i>Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini</i>	
CAPÍTULO 30	301
A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA A PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA	
<i>Bruno Leonardo Fernandes Alves</i>	
<i>Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 31	311
AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA GESTÃO DA QUALIDADE NA REDUÇÃO DE DEFEITOS EM PROCESSOS PRODUTIVOS DE EMPRESAS DO SETOR ALIMENTÍCIO	
<i>Valeria Estrela de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 32	320
GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA NA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NA INDÚSTRIA	
<i>Flávio Roberto Nunes Cutrim</i>	
<i>Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini</i>	
CAPÍTULO 33	332
GESTÃO DA QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE PEQUENAS EMPRESAS	
<i>Lisandra Amarante de Oliveira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Wellington Santos Araújo</i>	
CAPÍTULO 34	342
CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE ENERGIAS FOTOVOLTÁICAS	
<i>Filipe Castelo Branco de Aguiar</i>	
CAPÍTULO 35	351
GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NO CANTEIRO DE OBRAS	
<i>Carlos Antônio Aguiar Dos Reis</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

SEÇÃO: ENGENHARIA QUÍMICA

CAPÍTULO 36	361
PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO E DESMINERALIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR PARA CALDEIRA DE ALTA PRESSÃO	
<i>Alexsandra Ingrid Corrêa Sanches</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Orlando Benício Santos</i>	
CAPÍTULO 37	373
TERMOFIXOS: REUTILIZAÇÃO DOS TERMOFIXOS	
<i>Jeremias Santos de Oliveira</i>	
<i>Orlando Benício Santos</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 38	381
CONTROLE DE QUALIDADE NO TRATAMENTO DA ÁGUA	
<i>Eline Rosa Duarte</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 39	391
CONTROLE DE QUALIDADE NO TRATAMENTO DA ÁGUA	
<i>Mike Luan Ferreira da Silva</i>	
<i>Orlando Benício Santos</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 40	400
PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	
<i>Naiany Silva de Lima Sousa</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

ENGENHARIA MECÂNICA

1

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT TO INCREASE PRODUCTIVITY

Roberto do Nascimento Silva¹

Paola Silva²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Neste trabalho a pesquisa abordou a importância da gestão da manutenção para intensificar a produtividade da indústria. Visto que nos dias atuais a manutenção é uma das atividades primordiais para a indústria, pois assegura o funcionamento do maquinário que, conseqüentemente, garante a produtividade e a competitividade do negócio. O presente estudo apresentou como objetivo geral mostrar a importância e as contribuições da gestão da manutenção no processo produtivo, demonstrando melhores práticas para o aumento da produtividade. Para isso, utilizou-se na metodologia pesquisas bibliográficas. Como resultado da análise teórica; observação, estudos e reflexões foi possível compreender e reconhecer a vital importância dos conceitos Gestão Estratégica de Manutenção para o aumento da produtividade nas empresas assim como ferramentas gerenciais que auxiliam nesse processo. Pensa-se na relevância da gestão da manutenção como a soma de técnicas fundamentais ao trabalho constante e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas, recurso humano e instalações. Conclui-se que os gestores industriais continuam mudando de forma positiva a ótica sobre a gestão da manutenção e o investimento que nela retorna como aumento na confiabilidade, produtividade e competitividade.

Palavras-chave: Processos Produtivos. Ferramentas. Estratégia. Indústria. Equipamentos.

Abstract

In this work the research addressed the importance of maintenance management to intensify the productivity of the industry. Since, nowadays, maintenance is one of the main activities for the industry, as it ensures the operation of the machinery, which, consequently, guarantees the productivity and competitiveness of the business. The present study had the general objective of showing the importance and contributions of maintenance management in the production process, demonstrating best practices for increasing productivity. For this, bibliographic research was used in the methodology. As a result of the theoretical analysis; observation, studies and reflections it was possible to understand and recognize the vital importance of Strategic Maintenance Management concepts for increasing productivity in companies as well as management tools that help in this process. One thinks of the relevance of maintenance management as the sum of fundamental techniques to the constant and permanent work of machines, equipment, tools, human resources and facilities. It is concluded that industrial managers continue to change in a positive way the perspective on maintenance management and the investment that it returns as an increase in reliability, productivity and competitiveness.

Keywords: Production Processes, Tools, Strategy, Industry, Equipment.

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa abordou o tema A importância da Gestão da Manutenção para o aumento da produtividade se refere aos seus níveis logísticos, administrativos e estratégicos da manutenção, visto que ao longo dos anos e com o avanço das tecnologias, a manutenção tem progressivamente adquirido mais relevância para o desenvolvimento das organizações de modo geral para obter qualidade nos produtos e serviços.

Nesse contexto, a manutenção se transformou em uma das ações indispensáveis para a evolução contínua das técnicas, métodos e ferramentas para o controle da qualidade, confiabilidade e produtividade nas organizações. Desse modo, a gestão da manutenção é realizada para manter o objetivo da produção, no que se refere também a melhoria da produtividade, segurança, redução de custos, motivação dos colaboradores, entre outros.

A pesquisa justificou-se pela importância da manutenção planejada para o aumento da produtividade no intuito de obter melhores resultados. Visto que não é o bastante apenas produzir, mas é essencial a produção com qualidade e supervisionada. Desse modo, vários elementos passaram a ser fundamentais no processo produtivo, entre eles se destacam as ferramentas gerenciais que auxiliam na produtividade e que influenciam diretamente na competitividade das organizações.

A presente pesquisa trouxe uma análise da importância da Gestão Estratégica de Manutenção para o aumento da produtividade nas empresas apresentando ferramentas gerenciais que auxiliam nesse processo, ressaltando a contribuição de autores para o estudo desse conteúdo, descrevendo e esclarecendo a sua importância para a comunidade acadêmica.

Desta forma, a gestão da manutenção é um dos principais aspectos que influênciam no crescimento de uma empresa, sendo uma importante função dentro da política estratégica de uma organização, de modo que a empresa possa alcançar índices competitivos de mercado referentes a qualidade e produtividade. O problema desta pesquisa consistiu em responder: Como a Gestão da Manutenção pode contribuir para o aumento da produtividade nas organizações?

O objetivo principal deste estudo buscou pesquisar por meio da literatura descrever a importância e as contribuições da gestão da manutenção no processo produtivo, demonstrando melhores práticas para o aumento da produtividade. E possui como objetivos secundários conceituar os tipos de manutenção, compreender Gestão Estratégica da Manutenção e seus benefícios para as organizações e apresentar ferramentas gerenciais que auxiliam no processo produtivo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa, trata-se de Revisão de Literatura, com base nos autores Tavares, Kardec, Nascif, Rosa e Viana, por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis. A Revisão de Literatura foi escolhida para a realização desta pesquisa, sendo ela descritiva e qualitativa, porque é calçada em definições científicas, tendo uma base confiável de informações. Na pesquisa foi realizada a leitura analítica dos artigos encontrados nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico de forma que as teorias levantadas



conduzissem a obtenção da resposta ao problema de pesquisa apresentado. O período utilizado para busca, foram dos últimos 10 anos. Os descritores desta pesquisa são: Gestão; Produtividade e Manutenção.

2.2 Resultados e Discussão

A noção sobre manutenção teve início no ano de 1930 a partir do momento em que as unidades militares tinham a precisão em conservar os equipamentos de combate em melhores condições de funcionamento e preservação. A partir daí, a ciência e os estudos referentes a manutenção começaram a ser desenvolvidos no século XX até os dias atuais (CARREIRA, 2010).

Com o surgimento das máquinas a vapor no período das transformações da Revolução Industrial, a manutenção passou a ser exercida nas linhas de produção das fábricas. Desse modo, a manutenção foi sendo construída em fases marcadas de acordo com cada época da história da tecnologia e do desenvolvimento industrial. São elas, 1ª, 2ª e 3ª fase (KADEC; NASCIF, 2009).

A primeira fase é marcada pela manutenção corretiva sendo o primeiro dos métodos a surgir na manutenção industrial, a qual é fundamentada em conserto após avarias, ou seja, um equipamento deve ser consertado para que volte executar a sua função. Gregório (2018, p.19), expõe: “A manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma pane, quando o componente é usado até a sua exaustão. Essa manutenção tem o objetivo de recolocar um item em condições de executar a função requerida.”

Segundo Slack *et al.* (2002, p.625) define: “manutenção corretiva está relacionada a origem sobre manutenção”, ou seja, antigamente eram feitas correções depois da quebra de um equipamento ou peça. Nesse contexto as organizações registraram custos altos e pouco rendimento, ocasionando diminuição na produtividade total.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes, a manutenção corretiva planejada e a manutenção corretiva não planejada (KADEC; NASCIF, 2009). Na primeira o reparo depende de decisão gerencial sem causar prejuízos ao setor de produção. Já na segunda, a manutenção gera altos custos, pois a quebra inesperada pode causar perdas de produção e de qualidade do produto.

Já a manutenção preventiva é alicerçada na ideia de prevenir as falhas que podem ocorrer nos equipamentos. Kardec (2009, p.42), descreve: “Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”. Sendo assim, a metodologia utilizada pela manutenção preventiva assegura à sua produção para uma forma mais confiável de execução, pois a sua programação opera em baixa taxa de erro.

A troca de peças gastas por novas, contribui para que o equipamento permaneça em funcionamento, por um certo período. Esta troca de peças traz a demanda de conter peças de reposição, podendo ocasionar um problema no setor financeiro da empresa se não for planejada corretamente. Segundo o livro Telecurso 2000 (p. 42) para impedir possíveis problemas, “uma das metas a que se propõe o órgão de manutenção preventiva é a diminuição sensível dos estoques. Isso se consegue com a organização dos prazos para reposição de peças”.

É possível compreender que a manutenção preventiva aplica diferentes formas de operação para cada organização, visto que cada negócio dispõe de um método de

produção. Logo, os equipamentos podem se desgastar mais rápido ou não. A partir disso, cada empresa deve ter um planejamento bem definido para executar a manutenção preventiva.

Segundo Viana (2002, p. 11.) a manutenção preditiva “são as tarefas [...] que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha”. Sendo assim, o propósito desse tipo de manutenção é prevenir falhas por meio de monitoramento com o auxílio de diferentes parâmetros que possibilitam que as máquinas e equipamentos disponham de maior disponibilidade.

De acordo com Kardec e Nascif (2009) para que os objetivos da manutenção preditiva sejam atingidos, as máquinas e equipamentos devem viabilizar o monitoramento, medição afim de detectar as falhas resultantes de causas que permitam o acompanhamento regular.

Dessa maneira, a indústria inteligente enfatiza o desenvolvimento de capacidades preditivas pelas organizações. Ao ser capaz de identificar problemas, é possível liberar tempo de máquina e ao mesmo tempo, otimizar o consumo de energia e os custos de ciclo de vida do equipamento (O’DONOVAN et al., 2015).

Para Xenos (2004) o objetivo da manutenção preditiva é estabelecer o tempo correto para cada intervenção e fazer uso de cada componente durante toda vida útil. Posto isto, a manutenção preditiva se faz necessária nas indústrias como um dos elementos à preventiva, pois é embasada no princípio de inspecionar e monitorar os equipamentos de forma inteligente.

O ativo deve ser levado em conta em todas as etapas de seu ciclo de vida pela gestão estratégica de manutenção, que vai desde a identificação até a desativação. Assim, três conceitos cruciais em processos industriais são a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. Confiabilidade significa a probabilidade de um sistema realizar suas funções com a menor instabilidade possível. Disponibilidade é a porcentagem de tempo que o equipamento está em estado produtivo. E manutenibilidade é a estabilidade e confiabilidade contínua e disponibilidade do equipamento (GREGÓRIO, 2018).

A estratégia de manutenção não é padronizada atualmente, a melhor opção varia de acordo com a organização (VOGL; WEISS; HELU, 2019). Contudo, as principais estratégias expostas na literatura são Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PCM), Manutenção Produtiva Total (TPM), Manutenção Baseada em Condições (CBM) e Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM). Em alguns casos as estratégias podem ser integradas.

O Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) é considerada a ferramenta gerencial mais importante da manutenção, pois é responsável por gerenciar e monitorar todas as atividades de manutenção de uma organização. Através dessa ferramenta, podem ser administrados dados relacionados à manutenção como custos, tempo de manutenção, estado de conservação dos equipamentos, índices de disponibilidade, tempo médio entre falhas, dentre outros (KARDEC; NASCIF, 2013)

Garantir e elevar a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, a produtividade de todos os recursos da manutenção, faz parte dos objetivos estratégicos para alocar os principais recursos do setor de manutenção, que são: mão de obra, tempo e dinheiro. Somente a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, a um custo previsto e controlado, esses recursos elevam os índices de produtividade (KARDEC; NASCIF, 2013).

De acordo com Nogueira et al. (2012), Reis et al. (2013) e Silva (2019), a Manutenção de

Produção Total (TPM) é um modelo estratégico preventivo, que se aplica em várias áreas de atuação como meio ambiente, operação de equipamentos e manutenção. Seus objetivos envolvem desenvolvimento, produção, vendas, administração, financeiro, prevenção e correção, reestruturação para contribuir com a funcionalidade e o ciclo de vida de equipamentos.

Já a ferramenta Manutenção Baseada em Riscos (RBM) apresenta-se sendo uma ferramenta de aperfeiçoamento. Visto, que por meio do histórico de falhas, é possível reduzir os riscos, o tempo e os custos das manutenções, entregando maior disponibilidade dos itens físicos (SILVA, 2019).

No cenário da Indústria 4.0 é encontrada a aplicação da estratégia (CBM), que pode ser tratada como uma estratégia de decisão fundamentada na observação do sistema dentro de uma indústria ou de um componente, que faz parte do paradigma “detecção, predição, decisão e ação”. Nela, decisões são tomadas com base em dados que são coletadas em tempo real (VOGL; WEISS; HELU, 2019).

O termo Indústria 4.0 engloba um conjunto de inovações específicas ao processo produtivo que, de acordo com alguns autores, tem um potencial de gerar uma “quarta revolução industrial”. Fazem parte do conjunto principal de tecnologias da Indústria 4.0: sistemas ciber-físicos (CPS); internet das coisas (IoT); internet dos serviços (IoS); e fábrica inteligente (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

Já a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) é uma ferramenta que dispõe de uma metodologia estruturada para contribuir e definir as melhores atividades na manutenção industrial promovendo a disponibilidade e confiabilidade de qualquer processo produtivo. Desse modo, busca otimizar a vida útil dos ativos para intensificar a produtividade e reduzir ao máximo os custos da operação (REIS et al., 2013; SILVA, 2019).

A metodologia Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) consegue agregar as melhores técnicas de manutenção e instituir um equilíbrio entre elas. Dado isso, é uma ferramenta primordial para a gestão de ativos da empresa. Sobretudo, porque não existe uma solução única ou um padrão para a manutenção dos equipamentos. Visto que cada ativo tem as suas especificidades e modos de falhas diferentes. O que se busca através desse conceito de manutenção é promover benefícios como maior segurança e confiabilidade; evitar danos ambientais; custo eficaz; melhoria na qualidade dos produtos (SILVA, 2019).

Além das ferramentas mencionadas acima, para a elaboração de um planejamento bem estruturado, é necessário a utilização de ferramentas de indicadores. Portanto, de acordo com Kardec e Nascif (2013); Rosa (2006) e Tavares (1999), os indicadores de desempenho na manutenção são dados estatísticos que tem relação com a execução, características e funcionamento, com o objetivo de determinar a competência técnica e performance de máquinas e de colaboradores, além do cenário financeiro, administrativo e respostas sobre os métodos produtivos.

Outra ferramenta é o ciclo (PDCA) que facilita a tomada de decisões viabilizando o alcance das metas necessárias à sobrevivência das organizações por meio do planejamento dos processos produtivos e, embora de fácil compreensão, representa um avanço para um planejamento eficaz (KARDEC; NASCIF, 2013). Visto que a análise e a avaliação dos processos são relevantes para a manutenção e melhoria, padronização e a documentação destes.

A gestão da manutenção é então, a soma de técnicas fundamentais ao trabalho constante e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas, recurso humano e instalações. Essas precauções abrangem a conservação, a harmonização, a recuperação, a substituição e o cuidado para que a organização chegue ao resultado desejado final.

2.2.1 A importância da Gestão da Manutenção para a produtividade

Apesar da manutenção ser uma tarefa essencial para garantir a boa produtividade, muitas empresas possuem dificuldade em realizar uma boa gestão de manutenção. Segundo Sobrinho (2013) a produtividade é o estudo da relação entre os recursos empregados e os resultados alcançados. Visto que a alta produtividade é alcançada por meio de ótimos resultados, aproveitando bem a matéria prima, a capacidade das máquinas, o tempo e as habilidades dos colaboradores.

Entretanto, a maior parte das organizações julgam que a manutenção deve ser executada quando um equipamento para de operar, e por efeito, o não uso da manutenção acarreta em custos não planejados para as organizações. Mas com a integração da economia, a competitividade no mercado, a procura pela qualidade total em serviços, produtos e gestões ambientais passou a ser meta de todas as empresas.

Quando ocorre o aumento da carga de trabalho, a pressão para a rápida resolução de problemas e responsabilidade sobre os processos operacionais, atinge de forma negativa técnicos, supervisores, planejadores e outros colaboradores que estejam passíveis a exaustão mental (DE FARIA, 2021). Além disso, os equipamentos antigos e obsoletos, falhas por falta de manutenção preventiva, necessidade de interrupções para consertos não planejados, ligados a urgência para realizar as intervenções, provocam decisões precipitadas podendo gerar acidentes de trabalho e maiores perdas materiais (DE FARIA, 2021).

Entre as principais causas para os contratemplos apresentados por gerentes de manutenção e planejadores está a inexistência do histórico de falhas e desempenhos dos equipamentos e dados transparentes que valham para otimizar as estratégias de manutenção e aproveitar as vantagens das ferramentas (DE FARIA, 2021; COSTA, 2013). Pois, a falta de controle de manutenção exclui totalmente a possibilidade de identificação de falhas e elaboração de resoluções antes do problema. Dessa forma, a manutenção passa a ser corretiva, bem mais custosa.

Como já exposto anteriormente, a manutenção corretiva apresenta-se para reparar falhas que já tenham acontecido, diferente da manutenção preventiva que tem o intuito de precaver e evitar as consequências de possíveis quebras, já a manutenção preditiva almeja a previsão ou adiantamento de possíveis falhas.

Quando utilizada a manutenção Corretiva, mesmo sendo simples, pode prejudicar a organização de modo geral, pois os custos serão não planejados, causando descontrole na produção. Os custos serão altos tanto sobre equipamentos e peças quando a mão de obra. Esse tipo de gerência de manutenção, apesar de usual, pode necessitar custo altíssimos, relacionados a: estoque de peças sobressalentes, trabalho extra, custo de ociosidade de máquina e baixa disponibilidade de produção. E os custos inclinam-se a aumentar ainda mais caso o tempo de reação se amplie, seja por falha do equipamento de manutenção, ou por falta de peça de reposição (COSTA, 2013).

Desse modo, a importância da gestão da manutenção se faz no conjunto como um todo, com a intenção de evitar colapsos e interrupções na produção, bem como certificar a qualidade estruturada dos produtos e serviços. Visto que os padrões de manutenção são apontados de acordo com a conduta dos utilizadores em relação as falhas (SIQUEIRA, 2005).

Com base na literatura, ao contrário do que muitos profissionais imaginam, a manutenção preventiva ainda não é a manutenção que tem o melhor custo benefício dentre as três, a manutenção preventiva varia seu custo em até 3 vezes mais que a manutenção preditiva (KARDEC; NASCIF, 2013).



A manutenção preditiva possui o objetivo principal de reconhecer antecipadamente a origem dos problemas mesmo antes de se tornarem problemas potenciais, intervindo quando ainda somente se encontram sintomas. Isso é viável através do modo de aplicação, que é monitoramento constante feito pelas ferramentas gerenciais que otimizam o tempo de produção gerando produtividade de modo geral. Além de promover benefícios para a produtividade, sendo uma forma de colocar os colaboradores como protagonistas, elevando o engajamento dos mesmos (BRANCO FILHO, 2008)

É possível compreender que as empresas que trabalham com margens pequenas e prazos curtos, um período de inatividade não planejado pode ser péssimo para o resultado das organizações. Desse modo, o custo para realizar reparos pode custar 50% a mais do que se o problema fosse identificado antes da falha, durante uma manutenção preditiva. Além disso, em moldes estratégicos, essas falhas podem dificultar a motivação e a saúde de sua equipe no ambiente laboral, o meio ambiente, as relações com fornecedores e clientes (COSTA, 2013).

Segundo Pinto e Xavier (2001) as perspectivas da gestão estratégica da manutenção nos dias atuais, baseando-se no nível crescente de competitividade dos mercados, é que qualquer ativo da organização pare de produzir somente de forma planejada, isto é, através de uma decisão, e não inesperadamente.

Os mesmos autores explicam que a atividade de manutenção deve ser gerenciada a fim de que os equipamentos e a produção apenas devem interromper suas ações por decisão gerencial, ou seja, se o ativo para por si só, a manutenção não obtém êxito em sua função central. Em síntese, o objetivo da Gestão da Manutenção é assegurar que o equipamento esteja disponível para atender os níveis de produção, com qualidade, segurança de todos os envolvidos, garantia da qualidade e otimização dos custos envolvidos. Logo a equipe de manutenção deve atuar evitando as falhas (PINTO; XAVIER 2001).

Como processo, é possível salientar que a manutenção tem evoluído ao longo dos anos. As atividades vão além de ações emergenciais, as equipes de manutenção são treinadas para promover soluções aos problemas industriais e melhorias para os processos. Consequentemente, a forma como os processos estão estruturadas irá depender de suas necessidades, atividades desempenhadas, porte da empresa e características dos produtos e/ou serviços produzidos, sendo analisados e desenvolvidos inicialmente pela gestão da manutenção.

No entanto, existe uma divergência relacionada a produção, muitas organizações ainda atribuem a produção somente a operação, ou do processo produtivo, sobretudo de maneira equivocada, pois a produção é composta pela manutenção e pela operação. Ambas atuam juntas, ocupando o mesmo nível hierárquico dentro de uma organização produtiva (VIANA, 2014).

Nessa conjuntura, a atual perspectiva da gestão da manutenção para contribuir com o aumento da produtividade nas organizações, consiste em realizá-la de forma que sustente a produção e a qualidade de produtos e serviços, de modo que sejam mínimas as necessidades de parada principalmente no que compreende a realização de manutenções corretivas não planejadas. Visto que somente a gestão estratégica da manutenção pode capacitar os profissionais a alcançar formas de otimizar o uso dos equipamentos, antevendo riscos e apresentando soluções (KARDEC; NASCIF, 2013).

Viana (2014) descreve que já existe uma mudança estratégica em relação a postura adotada pelas empresas em relação aos processos de manutenção, decorrente de estudos e ferramentas de análises internas e externas do ambiente laboral. São mudanças significativas quando aplicada a gestão estratégica da manutenção, pois tendem a apresen-

tar como resultados benéficos, o aumento da disponibilidade, aumento do faturamento do lucro, aumento da segurança pessoal e das instalações, qualidade de vida no trabalho (QVT), redução de absenteísmo, redução das demandas de serviço, redução de custos e preservação ambiental.

Esses fatores têm revelado o potencial da gestão da manutenção como ferramenta estratégica que amplia a competitividade das organizações e aumento da produtividade, proporcionando a grande variedade de ferramentas gerenciais e indicadores de produtividade disponíveis.

Como visto na literatura as duas ferramentas essenciais, é a (PCM), que compreende a otimização da gestão da manutenção, aumentando a previsibilidade e a disponibilidade de máquinas e equipamentos (SANTOS; VAMPEL, 2010). E (TPM), que envolve filosofia gerencial que atua na forma organizacional, no comportamento dos colaboradores para cessar problemas mesmo aqueles não ligados a manutenção, mas a todo o processo produtivo e produtividade (JIPM, 2008).

Todas essas contribuições da gestão da manutenção devem ser alinhadas às áreas que sofrem o impacto, tais como produção, estoque, compras, gestão de pessoas, recursos humanos e logística. Logo, esses setores poderão diversificar de acordo seguimento e atividade da empresa.

Esses aspectos demonstram a importância que a manutenção possui nas organizações cada vez mais, visto que até recentemente, a gestão de ativos ainda era ignorada e isso impactava negativamente a operação da manutenção sobre a qualidade do produto, custos de produção e, mais importante, no lucro básico.

Portanto, uma gestão estratégica eficiente buscará não somente corrigir falhas, mas trabalhar de forma preventiva e implementar melhorias no uso dos recursos. Desse modo, funcionará pautada em pilares da gestão da manutenção: qualidade, eficiência, confiabilidade, flexibilidade e custos. Posto isto, os benefícios da gestão da manutenção nas organizações o são ligados diretamente as ações necessárias para promover a produtividade e atender o consumidor final e se manter ativo no mercado.

3. CONCLUSÃO

Conforme descrito ao longo desta pesquisa com base nos argumentos citados, torna-se notório que uma das necessidades da gestão da manutenção é politizar e capacitar os colaboradores da manutenção sobre a importância das suas funções dentro da empresa e que as atividades desempenhadas têm reflexo direto na produção e, aos gestores, sobre a importância de investimento em técnicas e ferramentas avançadas de manutenção principalmente nos investimentos das manutenções preditivas e softwares de gerenciamento e planejamento.

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados, pois foi possível compreender que um PCM bem construído, ajuda a alicerçar a tomada de decisões e identificar informações que possam contribuir na resolução de algum problema que possa surgir, otimizando a gestão da manutenção. E a metodologia TPM, que envolvem desenvolvimento, produção, administração, prevenção e correção, contribuindo com a funcionalidade, ciclo de vida de equipamentos e com a produtividade de forma geral.

Portanto, nos dias atuais as técnicas de gestão e os indicadores da manutenção estão cada vez mais completos para impactarem as estratégias de toda a empresa. Visto que os dados que são extraídos dos processos de manutenção são processados e introduzidos de

forma significativa nas tomadas de decisão dos gestores industriais.

Desse modo, os gestores industriais continuam mudando de forma positiva a ótica sobre a manutenção e o investimento que nela retorna como aumento na confiabilidade, produtividade e competitividade. Como trabalhos futuros pode-se pesquisar sobre a relação da implantação de processos provenientes da Indústria 4.0 que podem resultar na redução de custos de manutenção, redução no consumo de energia e aumento da produtividade em porcentagens maiores que atualmente.

Referências

BRANCO, Filho Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2008.

CARREIRA, Felipe. **Manutenção – Evolução E Sua Importância**. Unidade Curricular de Gestão da Manutenção Semestre de Inverno - Instituto Superior Engenharia de Engenharia de Lisboa. 2010.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG 2013. Pdf. Acesso em: 14 out. 2022.

DE FARIA, Viviane Pereira; QUELHAS, Osvaldo Luíz Gonçalves. **Manutenção 4.0: Uma Revisão da Literatura da Base Scopus**. Anais do XXI CONEMI - Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Viviane_Faria/publication/357713679_MANUTENCAO_40_UMA_REVISAO_DA_LITERATURA_DA_BASE_SCOPUS/links/61dc44ae5c0a257a6fdbf4c7/MANUTENCAO-40-UMA-REVISAO-DA-LITERATURA-DA-BASE-SCOPUS.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

GREGÓRIO, G. F. P. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. ISBN 9788595026971. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000014621&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 04 abr. 2023.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Technische Universitat Dortmund. working paper, 2015.

JIPM, **Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited**. Disponível em: <http://www.tpm.jipms.jp/>. Acesso em: 01 out 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - Função estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2013.

NOGUEIRA, Cássio Ferreira; GUIMARÃES Leonardo Miranda; SILVA, Margarete Diniz Braz da. Manutenção industrial: Implementação da manutenção produtiva total (TPM). **E-xacta**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.175-197, jul 2012. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/735/452>. Acessado em 10 abr. 2023.

O'DONOVAN, P.; LEAHY, K.; BRUTON, K.; O'SULLIVAN, D. T. J. An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. **Journal of Big Data**, v. 2, n. 1, 2015.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção – Função Estratégica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

REIS, Ana Carla Bittencourt; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife**. Scielo, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132013000200002&lng=pt&tlng=pt. Acessado em: 06 mar. 2023.

ROSA, E. B. **Indicadores de Desempenho e sistema ABC: O Uso de Indicadores para uma Gestão Eficaz do Custeio e das Atividades de Manutenção**; 2006. 509 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTOS, Adilson O.; VAMPEL, W. **Manutenção industrial: sistema informatizado para gestão da manutenção**. 2010. 35 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) -Faculdade Anhanguera de Matão, 2010. Disponível em: http://www.anhanguera.com/.../engenharia_e_tecnologia Acesso em: 10 out 2022.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**.1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

SILVA, Maria José de Vasconcelos Babo e. **Contributos para a melhoria dos serviços de gestão e manuten-**

ção de infraestruturas das instituições de ensino em Portugal. 2019. 109 f. (Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas elétricos de Energia) - Instituto Superior de Engenharia do Porto. Portugal, 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SOBRINHO, F. João Carlos. **Manutenção x produtividade: a importância da gestão da manutenção para o aumento da produtividade em uma indústria de manufatura de madeira.** 201. 64 f. (Monografia de especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23446/1/PG_CEGI-PM_VIII_2013_07.pdf. Acesso em: 02 abr. 2023.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração Moderna da Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 1999.

TELECURSO 2000. **Curso profissionalizante: manutenção.** São Paulo: Editora globo, [s.d.].

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM-Planejamento e Controle da manutenção.** Qualitymark Editora Ltda, 2002.

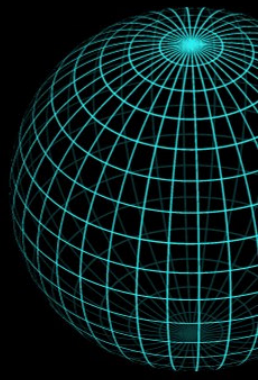
VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014. 192 p.

VOGL, G. W.; WEISS, B. A.; HELU, M. A review of diagnostic and prognostic capabilities and best practices for manufacturing. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 30, n. 1, p. 79–95, 2019.

XENOS, Harilaus Georgius d’Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** Nova Lima: Editora Falconi, 2004.



2



O USO DE IMPRESSORA 3D NO SETOR AUTOMOTIVO

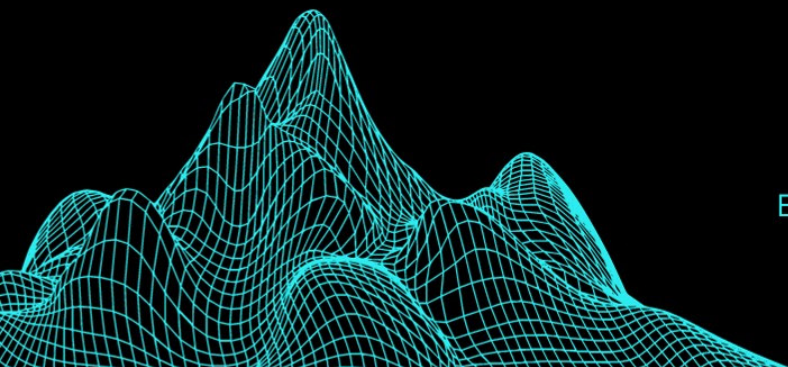
THE USE OF 3D PRINTER IN THE AUTOMOTIVE SECTOR

Lucas Jhonatan de Oliveira Costa¹

Danilo Oliveira Cortes¹

Thallyson Lucas Pavão Silva¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A impressora 3D tem sido amplamente utilizada na produção de peças e protótipos com maior precisão e rapidez, reduzindo os custos e os tempos de produção. Além disso, essa tecnologia permite a produção de peças personalizadas, leves e resistentes, melhorando a eficiência energética e a segurança dos veículos. A prototipagem rápida também é uma das principais vantagens da impressora 3D, permitindo a criação de modelos e protótipos em escala reduzida para avaliação de qualidade e funcionalidade antes da produção em larga escala. No entanto, a impressora 3D ainda tem algumas limitações em relação ao tamanho das peças que pode produzir e ao custo das impressoras. Apesar disso, a impressora 3D é uma tecnologia promissora para a indústria automotiva, permitindo a produção de peças personalizadas, protótipos de design e ferramentas de produção com maior rapidez, precisão e redução de custos.

Palavras-chave: Impressora 3D, tecnologia, prototipagem, indústria automotiva.

Abstract

The 3D printer has been widely used in the production of parts and prototypes with greater accuracy and speed, reducing costs and production times. In addition, this technology allows the production of customized, lightweight, and sturdy parts, improving the energy efficiency and safety of vehicles. Rapid prototyping is also a key advantage of the 3D printer, allowing the creation of small-scale models and prototypes for quality and functionality evaluation before large-scale production. However, the 3D printer still has some limitations regarding the size of the parts it can produce and the cost of the printers. Despite this, 3D printing is a promising technology for the automotive industry, enabling the production of custom parts, design prototypes, and production tools faster, more accurately, and at lower costs.

Keywords: 3D printer, technology, prototyping, automotive industry.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia digital 3D teve um enorme impacto na indústria automotiva. Em uma indústria que busca constantemente se manter competitiva e impulsionar a inovação tecnológica, o desenvolvimento da impressão 3D trará mudanças nos próximos anos devido às suas enormes vantagens em termos de economia e sustentabilidade da produção. Entre a tecnologia de forma livre “*Fused Deposition Modeling*” (FDM), a impressão 3D, que nasceu no final da década de 1980, está se tornando cada vez mais popular. Na verdade, a Ford tem usado essa tecnologia desde a fase de projeto do carro porque é uma maneira rápida e eficiente de implantar fisicamente os componentes antes da produção final.

Usando métodos tradicionais de design, os engenheiros que projetam peças de carros em um computador precisam esperar meses para criar protótipos. Ao mesmo tempo, a impressão 3D reduziu os tempos de espera a ponto de cada item poder ser feito em dias ou horas, mesmo para um modelo em escala 1:1 de um veículo completo, a um custo muito menor. Nessa perspectiva, este trabalho buscará responder ao seguinte problema: com a impressão 3D evoluindo, quais são as aplicações dessa tecnologia para o avanço e modernização dos processos de fabricação no setor automobilístico?

Visando apresentar as diversas formas que essa tecnologia pode influenciar no setor automotivos, esse artigo propõe uma pesquisa onde o tema busca explicar a importância da impressão 3D, efetuando uma síntese das forças que fazem parte da ferramenta. Este projeto visa destacar a importância dessa 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.

O presente trabalho tem por objetivo principal entender como a tecnologia de impressão 3D pode ser aplicada nos processos de fabricação dentro das fabricas de automóveis, e especificamente, apresentar a evolução da tecnologia de impressão 3D ao longo dos anos, demonstrar como essa tecnologia pode gerar vantagens nos processos de fabricação das indústrias e por fim, compreender o funcionamento do setor automobilístico.

A impressão 3D vem ganhando cada vez mais espaço em inúmeras áreas da indústria. Seja no desenvolvimento de protótipos, peças finais, ferramentas de especialização e personalização, as impressoras economizam tempo e custo na produção em massa. Como resultado, o uso da impressão 3D cresceu em popularidade nos últimos anos e mudou significativamente os processos industriais.

A tecnologia de prototipagem rápida é bem conhecida na indústria porque permite o desenvolvimento de modelos de plástico ou outros materiais com muitos recursos detalhados em um curto período. Denominada indústria de manufatura aditiva, vem apresentando grande crescimento nos últimos anos. Além de trazer enormes benefícios para a sociedade, a ferramenta provou ser um marco no setor automobilístico, permitindo o desenvolvimento de peças de maneira instantânea e auxiliando a montagem e fabricação de automóveis, proporcionando assim, maior flexibilidade e mais agilidade nos processos de fabricação de carros.

Esta pesquisa discorre sobre como a inovação da impressão em 3D afeta o setor de veículos automotores e quais vantagens essa inovação podem trazer para esse ramo da indústria.

A primeira impressora 3D de alta velocidade surgiu em 1984 pelo americano Chuck

Hull da Califórnia usando estereolitografia, uma tecnologia pioneira para impressão 3D. Há um ano, Hull havia desenvolvido a tecnologia que se tornaria a máquina ao ter duas funções principais, uma das quais era criar uma lâmpada que curasse a resina, o primeiro objeto criado pela ferramenta.

As impressoras percorreram um longo caminho ao longo dos anos e agora podem imprimir objetos com velocidades mais rápidas, opções de cores e melhor clareza. Os custos também diminuíram, o que tornou as iniciativas de código aberto populares no setor. Seguindo essa linha de pensamento, surge o questionamento de acordo com a pesquisa realizada: com a impressão 3D evoluindo, quais são as aplicações dessa tecnologia para o avanço e modernização dos processos de fabricação no setor automobilístico?

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este artigo foi desenvolvido através de um estudo literário com base na revisão bibliográfica, visando abordagens de autores relacionadas aos setores ligados Impressão 3D, manufatura aditiva, indústria automobilística e automotiva, em acordo com o tópico de estudo em bibliotecas virtual e física da instituição.

O assunto levantado teve estudos com pesquisas executadas frequentemente no *google acadêmicos*, dispondo dos descritores do “Manufatura aditiva”, “Impressão 3D”, relacionados ao intervalo entre 2018 e 2022.

2.2 Resultados e discussão

A impressora 3D tem sido utilizada em diversas áreas, incluindo a automotiva, para a criação de peças e protótipos com maior precisão e rapidez. Neste estudo, foram analisados trabalhos e estudos de autores relacionados ao uso de impressoras 3D no setor automotivo

Inicialmente, é importante destacar que o uso de impressoras 3D na indústria automotiva tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das razões para isso é a possibilidade de produzir peças com maior precisão e qualidade, além de reduzir os custos de produção. Vários estudos têm demonstrado que o uso de impressoras 3D pode reduzir o tempo de produção em até 50% e os custos em até 75% (ALAM *et al.*, 2018; BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019).

Um exemplo de aplicação da impressora 3D no setor automotivo é a criação de protótipos de peças para testes. Com a impressora 3D, é possível criar peças em escala real ou em tamanho reduzido, permitindo que os engenheiros avaliem a qualidade e a funcionalidade da peça antes de sua produção em larga escala. Isso ajuda a reduzir os custos de desenvolvimento e a acelerar o processo de produção (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019).

Outra aplicação da impressora 3D na indústria automotiva é a criação de peças personalizadas. Com a impressora 3D, é possível criar peças sob medida para atender às necessidades específicas de cada cliente. Isso pode incluir peças com design exclusivo, peças para veículos personalizados ou peças para veículos antigos que não estão mais em produção (ALAM *et al.*, 2018).

Além disso, a impressora 3D também pode ser utilizada para a produção de ferramen-

tas e moldes para a produção de peças. Essas ferramentas e moldes podem ser produzidos com maior rapidez e precisão do que com os métodos tradicionais de produção, o que ajuda a reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência da produção (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

Com relação às limitações potenciais, é importante destacar que a impressora 3D ainda tem algumas limitações em relação ao tamanho das peças que pode produzir e à qualidade das peças produzidas. Além disso, o custo das impressoras 3D ainda é relativamente alto, o que pode ser um obstáculo para a adoção generalizada dessa tecnologia na indústria automotiva.

No que diz respeito às implicações das descobertas, é importante destacar que o uso de impressoras 3D na indústria automotiva pode trazer benefícios significativos em termos de redução de custos e aumento da eficiência da produção. No entanto, é importante que as empresas avaliem cuidadosamente as limitações e os benefícios dessa tecnologia antes de sua implementação.

De acordo com Lee e Kim (2018), a impressão 3D tem sido amplamente utilizada na indústria automotiva para a produção de peças complexas, como componentes do motor, painéis de carroceria e protótipos de design. Essa tecnologia permite a produção de peças personalizadas em pequenas quantidades, sem a necessidade de investimentos em ferramentas de produção em massa. Além disso, a impressão 3D permite a produção de peças leves e resistentes, que podem melhorar a eficiência energética e a segurança dos veículos.

Segundo Ribeiro e Ferreira (2019), a impressão 3D também pode ser usada na fabricação de peças de reposição para veículos antigos, que já não são mais produzidas. Isso pode ajudar a preservar carros clássicos e de colecionador, que muitas vezes precisam de peças difíceis de serem encontradas no mercado. Além disso, a impressão 3D pode ser usada para a produção de ferramentas e dispositivos de montagem, que podem melhorar a eficiência e a ergonomia dos processos produtivos na indústria automotiva.

Essa tecnologia tem sido amplamente utilizada na indústria automotiva para a produção de peças complexas, protótipos de design e peças de reposição. Essa tecnologia permite a produção de peças personalizadas, leves e resistentes, reduzindo significativamente os custos e os tempos de desenvolvimento. Além disso, a impressão 3D pode melhorar a eficiência e a ergonomia dos processos produtivos na indústria automotiva.

Para buscar maior competitividade no mercado, as empresas se especializaram em tecnologia para ajudá-los a melhorarem os processos, aumentar a qualidade do produto, e reduzir custos e tempo de produção. Nesse contexto, surgiu a tecnologia de impressão 3D, incluindo representação matemática de superfícies 3D de objetos, criando formas e representações usando software, específicos para cada situação desejada (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

A prototipagem rápida permite a elaboração de métodos de desenvolvimento do produto, que é encenado e permite várias interações em áreas como: Planejamento, Desenvolvimento e Execução, foco principal em desenvolvimento de componentes funcionais, protótipos e formas de objetos dentro de um curto período e respeitando as características exigidas para o produto (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

De acordo com Lee e Kim (2018), uma das principais vantagens da prototipagem rápida é uma visualização de um produto que fornece uma compreensão e análise espacial de modelos, estes podem ser produzidos em pequena escala. Assim, a impressão 3D está se tornando uma tecnologia amplamente utilizada na fase do processo de design, no caso de

produtos produzidos diretamente por modelos computacionais, isso elimina o ferramental, reduzindo o tempo e os custos de produção.

Ainda seguindo a linha de pensamento de Lee e Kim (2018), existem muitas semelhanças entre impressoras 3D e impressoras normais, pois ambos recebem dados eletrônicos transmitidos por computador. A diferença está na criação do objeto usando uma impressora 3D, pode-se obter uma variedade de materiais e não apenas um simples documento em papel.

A tecnologia de impressão 3D inclui o uso de impressoras de prototipagem rápida, com capacidade de desenvolver protótipos de produtos no menor tempo possível, com as vantagens das máquinas tradicionais que eliminam a necessidade de ferramentas e reduzem os custos de produção (ALAM *et al.*, 2018).

A modelagem 3D surgiu no final dos anos 80 e início dos anos 90, ganhando espaço no mercado como uma tecnologia viável e com retornos rápidos. Essa técnica envolve a obtenção da forma tridimensional de qualquer tipo de objeto por meio de representação matemática em software de computador (ALAM *et al.*, 2018).

Atualmente, a prototipagem rápida utiliza um conjunto de técnicas para fabricação de objetos físicos a partir de ativos gerados por software de projeto (CAD) a partir de um sistema de projeto. Este método permite a criação de protótipos a partir de projetos gráficos 2D que permitem múltiplos usos: atua como auxílio visual para discussões de projetos entre colaboradores e clientes, permite realizar testes prévios, permite obter peças com a mesma qualidade da produção em série, exceto Outro Exterior (ALAM *et al.*, 2018).

A procura pela impressão 3D em substituição aos métodos tradicionais de fabricação manual deriva do fato da capacidade de se produzir peças de elevada complexidade de forma muito mais rápida. Pelos métodos tradicionais se gasta meses na concepção e desenvolvimento de novos produtos. Com a aplicação da técnica de prototipagem rápida, este tempo pode ser substituído por semanas, até mesmo dias, fazendo com que a organização economize em tempo e dinheiro (ALAM *et al.*, 2018).

A necessidade de impressão 3D para substituir os métodos tradicionais de fabricação manual decorre da capacidade de produzir peças altamente complexas mais rapidamente. Com os métodos tradicionais, o design e o desenvolvimento de novos produtos podem levar meses. Com a aplicação de técnicas de prototipagem rápida, esse tempo pode ser substituído (ALAM *et al.*, 2018).

Em todo o mundo, a indústria automotiva vem se aproveitando disso e, no Brasil, as empresas vêm fabricando peças de alta qualidade com mais eficiência graças aos protótipos 3D testados. Outro uso importante dessa ferramenta é desenvolver peças que estão fora de produção há muitos anos, como carros de colecionador. (ALAM *et al.*, 2018).

Segundo Horne e Hausman (2014), A impressão 3D está estimulando a inovação na indústria automotiva, pode ser impressa em horas e pode usar protótipos de peças de baixo custo que levariam semanas para serem fabricadas em outros momentos. Ao contrário de outras técnicas, como usinagem manual, usinagem CNC ou EDM, que geralmente são caras e demoradas, a prototipagem 3D pode economizar até 75% no tempo e nos custos de fabricação do produto. Segundo os fabricantes que criam protótipos 3D, a indústria automotiva é uma das que mais investe em inovação e se beneficia da tecnologia de impressão 3D.

Atualmente, diversas montadoras adotaram essa tecnologia, tendo produzido mais de 500.000 peças usando impressão 3D. Seguindo essa linha de pensamento, se um engenheiro usasse métodos tradicionais para criar um modelo do coletor de admissão - a parte

mais complexa do motor, ele teria que esperar cerca de quatro meses para produzir um protótipo ao custo de US\$ 500 mil. Usando 3D impressão, a mesma peça foi criada e pode ser feita em poucos dias e custa em média três mil reais. (ALAM *et al.*, 2018).

Além das indústrias de tratores, máquinas agrícolas e motocicletas, a indústria de autopeças também produz uma variedade de produtos para automóveis, caminhões e ônibus. De acordo com a Federação Nacional da Indústria de Autopeças - Sindipeças, 59% dos custos do setor são provenientes de matérias-primas, 22% de mão de obra e 10% de energia elétrica. Outro custo associado - 9% - é o investimento em ferramental no desenvolvimento de novas peças. O período de desenvolvimento de cada componente pode ser entre seis meses e três anos, dependendo da complexidade (ALAM *et al.*, 2018).

O benefício da impressão 3D na indústria automotiva está justamente na aceleração da inovação. No processo de desenvolvimento de um novo produto, os investimentos em projetos se distinguem pela utilização de grande quantidade de mão de obra especializada, pela identificação de problemas, dificuldades ou oportunidades de melhoria. A utilização de protótipos facilita esta etapa, pois garante os requisitos técnicos do produto, economizando tempo e custos (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

As impressoras 3D são capazes de produzir objetos com alta precisão e integridade estrutural, o que permite avaliar a aparência de seus produtos e testá-los. Se uma peça não atender às expectativas de seu designer, o design pode ser alterado rapidamente e uma nova peça (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

Segundo Ribeiro e Ferreira (2019), o ponto de vista dessa tecnologia é a evolução do processo produtivo, ou seja, ela também pode ser utilizada para a produção de peças finais. Portanto, a prototipagem rápida pode ser chamada de “produção rápida” ou “fabricação rápida”. Com essa evolução e aprimoramento do processo, o objetivo é produzir peças com os materiais necessários, no menor tempo possível e sem criar estoque.

Observou-se que o desafio para o futuro ainda é reduzir custos, reduzir estoques, ou seja, as peças devem ser produzidas sob encomenda, no material necessário, nas especificações necessárias e com as mesmas propriedades mecânicas da peça original. Outro desenvolvimento antecipado dessa tecnologia é o crescimento da personalização de produtos, a ponto de os clientes poderem montar seus produtos pela Internet e essas peças serem produzidas por meio de “produção rápida” (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2019)

Por fim, é importante destacar que a literatura sobre o uso de impressoras 3D na indústria automotiva tem evoluído nos últimos anos, com um aumento significativo no número de estudos e trabalhos nessa área. Isso sugere que essa tecnologia tem um grande potencial para transformar a indústria automotiva nos próximos anos.

Neste estudo, foram analisados trabalhos e estudos de autores relacionados ao uso de impressoras 3D no setor automotivo. Os resultados indicam que o uso de impressoras 3D pode trazer benefícios significativos em termos de redução de custos e aumento da eficiência da produção na indústria automotiva.

No entanto, é importante que as empresas avaliem cuidadosamente as limitações e os benefícios dessa tecnologia antes de sua implementação. Além disso, é importante destacar que a literatura sobre o uso de impressoras 3D na indústria automotiva tem evoluído nos últimos anos, sugerindo que essa tecnologia tem um grande potencial para transformar a indústria automotiva nos próximos anos.

3. CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo mostrou que a impressora 3D tem um grande potencial na indústria automotiva, principalmente para produção de peças personalizadas, protótipos e ferramentas de produção. As vantagens dessa tecnologia incluem maior precisão, rapidez e redução de custos, além de permitir a criação de peças leves e resistentes. No entanto, ainda há limitações em relação ao tamanho das peças e ao custo das impressoras.

O objetivo deste trabalho foi analisar o uso da impressora 3D na indústria automotiva, e podemos concluir que esse objetivo foi alcançado, uma vez que foram apresentadas as vantagens e limitações dessa tecnologia. A resposta para o problema de pesquisa foi que a impressora 3D pode ser uma ferramenta valiosa na produção de peças e protótipos na indústria automotiva.

As limitações apresentadas mostram que ainda há espaço para evolução da tecnologia, mas as recomendações apontam que a impressora 3D deve ser considerada pelas empresas do setor automotivo como uma alternativa para produção de peças e protótipos. Propostas de trabalhos futuros podem incluir estudos sobre a aplicação da impressora 3D em outras áreas da indústria automotiva, bem como a análise de novos materiais para a produção de peças.

Referências

- ALAM, S., KIM, H., & KIM, J. (2018). Additive manufacturing applications in automotive industry: A review. **Journal of Manufacturing Systems**.
- BANDYOPADHYAY, A., BOSE, S., & DASGUPTA, A. (2019). Opportunities and challenges of additive manufacturing in the automotive industry. **Additive Manufacturing**.
- LEE, J. H., & KIM, Y. (2018). 3D printing technology in automotive industry. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**.
- RIBEIRO, J., & FERREIRA, J. (2019). 3D Printing in the Automotive Industry: A Review. In **2019 International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering**





3

A MECÂNICA DOS FLUIDOS APLICADA NO TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

APPLIED FLUID MECHANICS IN WATER AND WASTEWATER TREATMENT

Raimunda Anunciação Carvalho¹

Lucas Jhonatan de Oliveira Costa¹

Danilo Oliveira Cortes¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Este trabalho tem como objetivo destacar a importância da mecânica dos fluidos em diversas áreas do conhecimento e tecnologia. Os fluidos desempenham um papel fundamental em processos industriais, como indústrias petroquímicas e alimentícias, além do tratamento de água e esgoto. Compreender e controlar o comportamento dos fluidos é essencial para garantir a produção de produtos dentro das especificações de qualidade. Este estudo utiliza uma abordagem analítica e descritiva para explorar os conceitos da mecânica dos fluidos. Foram realizadas pesquisas bibliográficas, com análise de literatura especializada, artigos científicos e informações técnicas relevantes. Além disso, foram considerados exemplos práticos de processos industriais e tratamento de água para ilustrar a aplicação dos princípios da mecânica dos fluidos. O artigo ressalta a importância da mecânica dos fluidos como uma ciência fundamental para compreender e controlar o comportamento dos fluidos em diferentes contextos. O conhecimento das propriedades dos fluidos e sua análise macroscópica permite o desenvolvimento de métodos eficientes de monitoramento e controle, especialmente em processos industriais e tratamento de água. Além disso, destaca-se a necessidade de desenvolver novos métodos de tratamento de águas residuais que acelerem as forças naturais em estações de tratamento, otimizando o uso de áreas de instalação menores sob condições controladas.

Palavras-chave: Mecânica dos Fluidos; Processos Industriais; Tratamento de Água; Comportamento dos Fluidos; Águas Residuais.

Abstract

This work aims to highlight the importance of fluid mechanics in various areas of knowledge and technology. Fluids play a fundamental role in industrial processes, such as petrochemical and food industries, as well as in water and wastewater treatment. Understanding and controlling the behavior of fluids is essential to ensure the production of products within quality specifications. This study uses an analytical and descriptive approach to explore the concepts of fluid mechanics. Bibliographic research was conducted, including analysis of specialized literature, scientific articles, and relevant technical information. Additionally, practical examples of industrial processes and water treatment were considered to illustrate the application of fluid mechanics principles. The article emphasizes the importance of fluid mechanics as a fundamental science for understanding and controlling the behavior of fluids in different contexts. Knowledge of fluid properties and their macroscopic analysis enables the development of efficient methods for monitoring and control, especially in industrial processes and water treatment. Furthermore, the need to develop new methods for wastewater treatment that enhance natural forces in treatment plants, optimizing the use of smaller installation areas under controlled conditions, is highlighted.

Keywords: Fluid Mechanics; Industrial Processes; Water Treatment; Fluid Behavior; Wastewater.



1. INTRODUÇÃO

A constante escassez de água potável enfrentada por alguns estados do Brasil tem motivado a criação de alternativas para reaproveitamento de água, esgoto e águas pluviais utilizadas em processos industriais. Para isso, várias estações de tratamento de água, esgoto e efluentes industriais foram e estão sendo instaladas com o objetivo de reduzir custos e/ou cumprir leis ou simplesmente aumentar a consciência ambiental. Uma estação de tratamento de água (ETA) é projetada para tornar a água potável para os seres humanos, enquanto uma estação de tratamento de esgoto (ETE) é projetada para tratar a água para retornar ao rio pelo menos da mesma forma que é retirada.

Seguindo essa linha de pensamento, surge o questionamento de acordo com a pesquisa realizada: Qual a aplicação da mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto

O objetivo deste artigo é demonstrar como a mecânica dos fluidos pode ser utilizada em conjunto no tratamento de efluentes, apresentar os conceitos básicos que devem estar presentes para realizar tal projeto e os passos que devem ser seguidos para dimensionar bombas elétricas e selecionar adequadamente os tubos que serão usados como condutas de fluido.

Visando apresentar as diversas formas que esses sistemas alteraram e influenciam no tratamento de efluentes, esse trabalho propõe uma pesquisa onde o tema busca explicar mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto, efetuando uma síntese das forças que fazem parte da ferramenta.

A mecânica dos fluidos é uma área da engenharia que estuda o comportamento de líquidos e gases em equilíbrio estático e dinâmico e em movimento não uniforme, e é classificada como um tipo de mecânica aplicada por utilizar as mesmas leis fundamentais da mecânica, principalmente as leis de Newton e lei de conservação. Fluidos são substâncias que fluem ou fluem facilmente e não têm forma própria. Fluidos incluem líquidos e gases, onde os líquidos têm um volume bem definido, enquanto os gases não.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este projeto foi desenvolvido através de um estudo literário com base na revisão bibliográfica, visando abordagens de autores relacionadas aos setores ligados Mecânica dos fluidos, hidrostática, efluentes, água e esgoto, em acordo com o tópico de estudo em bibliotecas virtual e física da instituição.

O assunto levantado teve estudos com pesquisas executadas frequentemente no *google* acadêmicos, dispondo dos descritores do “Mecânica dos fluidos”, “Tratamento de efluentes”, relacionados ao intervalo entre 2001 e 2022.

2.2 Resultados e discussão

A mecânica dos fluidos é uma ciência muito ampla, e seus fundamentos são os princípios de quase todos os outros campos do conhecimento. Muitos estudiosos que serão para sempre lembrados, como Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, Isaac Newton, Robert Hooke,

Albert Einstein e outros, viveram dedicados a descrever as leis da física que sustentam a mecânica atual. Como a mecânica é a base de inúmeras técnicas, a maioria dos cursos na área exata do conhecimento envolve disciplinas dessa área (MUNSON, 2004).

Nesse caso, a mecânica dos fluidos pertence à parte da mecânica chamada ciência térmica que trata dos sistemas de armazenamento, transferência e conversão de energia. A partir desta perspectiva muito acadêmica, a mecânica dos fluidos parece muito etérea e tem pouca aplicação prática fora da academia, o que não procede (MUNSON, 2004).

Ainda seguindo a linha de pensamento de Munson, ele propõe que a mecânica dos fluidos está em quase tudo que se encontra no campo de visão. O ar se move e “pesa” sobre as cabeças, o sangue flui através dos corpos, os gases fluem, comprimem e expandem em geladeiras domésticas e comerciais, uma mistura de ar e combustível flui para os motores e a água é bombeada para sistemas de irrigação para colheitas ou através de sistemas hidráulicos Lâminas de turbinas geradoras. Pode-se afirmar que os inúmeros processos conhecidos e usados agora são baseados nas leis da mecânica dos fluidos. (MUNSON, 2004).

O desenvolvimento tecnológico só é possível pela compreensão das leis que regem os processos e pelo seu controle e fiscalização. De posse desse conhecimento, é possível automatizar muitos processos industriais básicos, como os utilizados nas indústrias petroquímica e alimentícia. Durante esses processos, óleo, vapor, outros gases e líquidos, fluentes ou estacionários, em sistemas ou subsistemas dessas indústrias precisam ser monitorados, os dados verificados e interpretados para que os controles automáticos possam fazer as correções necessárias e o produto final esteja sempre dentro das especificações de qualidade Lado de dentro (MORAN, 2005).

No estudo da mecânica dos fluidos é importante definir o que é um fluido. Líquidos e gases são fluidos tecnicamente, outros materiais como o vidro podem ser considerados fluidos (MORAN, 2005).

Quando os fluidos estão em repouso ou mesmo em movimento, algumas propriedades são necessárias para caracterizar o seu comportamento. Propriedades como a pressão em um ponto ou a densidade em um ponto da massa fluida são muito utilizadas (MORAN, 2005).

Contudo, essas propriedades refletem o comportamento molecular da substância considerando-a como um meio contínuo. Isso significa dizer que estas quantidades são a média dessas propriedades em um pequeno volume em relação às dimensões físicas do sistema, mas que ainda assim contenha um significativo número de moléculas necessárias para caracterizar o mesmo. Essa análise é dita como sendo uma denominada análise macroscópica (MORAN, 2005).

Essas propriedades podem ser utilizadas em conjunto para o tratamento de água e esgoto. A história do desenvolvimento da indústria de tratamento de águas residuais é uma preocupação para questões de saúde e meio ambiente, especialmente à medida que as cidades crescem. O desenvolvimento inicial de métodos de tratamento de águas residuais teve como foco a saúde pública e as condições adversas causadas pelo lançamento de águas residuais no meio ambiente. Além disso, à medida que a cidade crescia, as áreas necessárias para tratamento e descarte não estavam mais disponíveis, principalmente para irrigação e filtragem intermitente (métodos comumente usados no início de 1900). Portanto, há a necessidade de desenvolver novos métodos de tratamento destinados a acelerar as forças da natureza em estações de tratamento projetadas para usar áreas de instalação menores (ou seja, pegadas ambientais menores) sob condições controladas (AMARAL, 2009).



À medida que a pesquisa sobre as propriedades das águas residuais se expande e as técnicas de análise de componentes específicos e seus potenciais efeitos na saúde e no meio ambiente se tornam mais completas, o conhecimento científico associado se expande significativamente. Muitos novos tratamentos em desenvolvimento são projetados para integrar aspectos de saúde e ambientais relacionados a componentes identificados por meio de métodos avançados de detecção. No entanto, os avanços na eficiência da tecnologia de processamento não acompanharam os desenvolvimentos na capacidade de detectar componentes. Atualmente, as concentrações detectadas desses componentes são inferiores às obtidas por meio de técnicas de processamento. Portanto, uma avaliação cuidadosa dos impactos ambientais e de saúde e das aspirações da comunidade está se tornando cada vez mais importante na gestão do sistema de águas residuais (ARCHELA *et al.*, 2003).

A poluição da água pode ocorrer através da limpeza de tubulações ou descargas de fluidos de equipamentos de processos industriais como trocadores de calor e geradores de vapor; etapas do processo para obtenção do produto desejado; derramamentos acidentais; descargas de esgoto doméstico (GIORDANO, 2004).

De acordo com Archela *et al.* (2003), as consequências do descarte de esgotos abaixo do padrão incluem eutrofização do lago, biodegradação e poluição térmica. Se o efluente for tóxico, pode haver um desequilíbrio ecológico, como a morte de peixes inteiros.

Um dos maiores desastres ambientais em solo brasileiro ocorreu na cidade de Cataguases (MG) em 2003, quando as indústrias de papel e celulose de Cataguases foram responsáveis pelo derramamento de 1 bilhão de litros de uma solução à base de bicarbonato de sódio conhecida como lixívia negra. A consequência imediata desse acidente foi a morte da maior parte da fauna local, além de graves prejuízos econômicos para os municípios envolvidos (CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL, 2015).

Uma tela hidrostática ou tela estática é o tipo mais simples de peneiramento. É parte integrante dos processos de pré-tratamento de águas, efluentes sanitários e industriais. “Sua principal função é reter os sólidos grosseiros para não sobrecarregar as etapas subsequentes de processamento e, principalmente, evitar bloqueios e complicações na operação da planta” (ARCHELA *et al.*, 2003).

As telas hidrostáticas ou hidrodinâmicas removem sólidos em suspensão de efluentes industriais/municipais. “Sua tela é de aço inoxidável e tem formato trapezoidal, o que evita o entupimento do sistema. Outra aplicação do dispositivo é a recuperação de matérias-primas, como fibras em fábricas de celulose” (ARCHELA *et al.*, 2003).

Essas peneiras funcionam de forma simples. “O líquido entra no tanque receptor do equipamento por gravidade ou bombeamento e transborda para onde está localizado o elemento filtrante, separando a fase sólida da fase líquida. Os sólidos são trazidos para a calha de saída pelo movimento da água e pela inclinação do filtro elemento, enquanto a água passa pela tela, o líquido filtrado é coletado no tanque e entra no tubo de saída” (ARCHELA *et al.*, 2003).

A tela hidrostática separa continuamente as partículas sólidas presentes no líquido pelo tamanho das partículas sólidas e as peneiras estabelecidas para filtração. “São utilizados para a separação precisa de suspensões desaguadas e suspensões de partículas finas. Consiste em uma base curva formada por fios paralelos entre si em um ângulo de 90° em relação à fonte de energia. A alimentação é feita por bombeamento na parte superior do crivo, distribuído ao longo de todo o comprimento da tela. O sistema não necessita de acionamento elétrico, pois remove sólidos por gravidade e sólidos descendente. Este é o sistema de menor custo-benefício, pois opera sem energia elétrica” (ARCHELA *et al.*, 2003).

A tela hidrostática pode ser ajustada às necessidades de cada aplicação, inclusive nas dimensões de altura e largura, mas sempre atendendo as principais características do equipamento. “O tamanho do equipamento varia de acordo com as características da água e do esgoto. Um exemplo é que uma peneira com 100 m³/h de água com poucas folhas nunca conseguirá lidar com esgoto com 80% de sólidos” - Schmidt dá um exemplo. O elemento filtrante deve ser de aço inoxidável devido ao ambiente de trabalho. “A abertura do elemento filtrante varia de acordo com a aplicação e determina o tamanho dos sólidos a serem separados, como funciona e com que frequência é limpo” (ARCHELA *et al.*, 2003).

A mecânica dos fluidos aplicada no tratamento de água e esgoto é uma área de extrema importância para a garantia da qualidade da água que é fornecida para a população. De acordo com Patriarca *et al.* (2018), a mecânica dos fluidos é um ramo da física que estuda o comportamento dos fluidos em repouso ou em movimento, tendo como objetivo principal a determinação das forças que atuam sobre os fluidos e a análise da sua dinâmica.

No contexto do tratamento de água e esgoto, a mecânica dos fluidos é aplicada em diversas etapas do processo, como na captação da água bruta, no tratamento da água, na distribuição de água tratada e no transporte e tratamento de esgoto. Segundo Guimarães *et al.* (2017), a aplicação da mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto permite o dimensionamento adequado dos equipamentos, a análise da eficiência do processo, a prevenção de perdas de água e a redução de custos operacionais.

Um dos principais equipamentos utilizados no tratamento de água é o decantador, que tem como objetivo a remoção de partículas sólidas presentes na água bruta. Segundo Castro *et al.* (2016), o processo de sedimentação que ocorre no decantador é governado pela lei de Stokes, que relaciona a velocidade de sedimentação das partículas com o seu tamanho e densidade. O dimensionamento adequado do decantador é fundamental para garantir a eficiência do processo de remoção de partículas sólidas.

Além do decantador, outro equipamento importante no tratamento de água é o filtro de areia, que tem como objetivo a remoção de partículas sólidas e micro-organismos presentes na água. De acordo com Ferreira *et al.* (2017), a eficiência do processo de filtração depende de diversos fatores, como a granulometria da areia, a vazão de água e a altura do leito filtrante.

Para exemplificar a aplicação da mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto, pode-se citar o estudo realizado por Gomes *et al.* (2019), que analisaram o desempenho de um sistema de tratamento de esgoto utilizando um reator anaeróbio e um filtro anaeróbio em série. O estudo foi realizado em uma estação de tratamento de esgoto localizada na cidade de São Paulo e os resultados obtidos mostraram que o sistema de tratamento em série apresentou uma eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 90%.

Outro estudo relevante foi realizado por Silva *et al.* (2018), que avaliaram o processo de filtração em um filtro de areia utilizado no tratamento de água. O estudo foi realizado em uma estação de tratamento de água localizada na cidade de Belo Horizonte e os resultados mostraram que a granulometria da areia influencia diretamente na eficiência do processo de filtração, sendo que a utilização de areia mais grossa resultou em uma redução da eficiência do filtro.

Um terceiro estudo que pode ser citado é o realizado por Santos *et al.* (2017), que analisaram o desempenho de um filtro biológico no tratamento de esgoto doméstico. O estudo foi realizado em uma estação de tratamento de esgoto localizada na cidade de Campinas e os resultados obtidos mostraram que o filtro biológico apresentou uma eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 90%.

Dessa forma, pode-se concluir que a aplicação da mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto é fundamental para garantir a qualidade da água que é fornecida para a população. Através do dimensionamento adequado dos equipamentos e da análise da eficiência do processo, é possível reduzir custos operacionais e prevenir perdas de água, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de abastecimento de água e esgoto.

3. CONCLUSÃO

A conclusão do artigo destaca a importância da mecânica dos fluidos como base para inúmeros campos do conhecimento e da tecnologia, apesar de muitas vezes ser vista como uma ciência acadêmica. O texto ressalta a presença dos fluidos em diversas aplicações práticas, como na indústria petroquímica e alimentícia, sistemas de irrigação, turbinas geradoras e outros. É destacada também a necessidade de monitorar e controlar processos envolvendo fluidos para garantir a qualidade do produto.

O estudo dos fluidos envolve a análise macroscópica de propriedades como pressão e densidade, que podem ser utilizadas no tratamento de água e esgoto. O texto conclui que a mecânica dos fluidos é uma ciência fundamental para o desenvolvimento da tecnologia e para a solução de problemas práticos em diversas áreas, e que seu estudo é importante para a compreensão dos processos que envolvem fluidos.

A mecânica dos fluidos é uma ciência fundamental em diversas áreas do conhecimento, com inúmeros processos baseados nas leis da mecânica dos fluidos. A partir desta perspectiva, pode-se afirmar que a mecânica dos fluidos está presente em quase tudo o que se encontra no campo de visão. Esses processos precisam ser monitorados e controlados para que o produto esteja dentro das especificações de qualidade.

É necessário compreender as propriedades dos fluidos, como a pressão e a densidade, para caracterizar o comportamento molecular da substância. As propriedades dos fluidos podem ser utilizadas em conjunto para o tratamento de água e esgoto, que é fundamental para a saúde pública e para o meio ambiente. É importante destacar que a mecânica dos fluidos é uma ciência com muitas aplicações práticas e não se restringe apenas ao meio acadêmico. Em futuros trabalhos, pode-se aprofundar o estudo das propriedades dos fluidos em processos industriais e na geração de energia, por exemplo

Referências

- AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. 2009. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. 2009. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo, Instituto Geológico,
- ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R. S. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Geografia** (Londrina), v. 12, n. 1
- CASTRO, L., ROCHA, D., & FERNANDES, E. (2016). Análise do desempenho de um decantador lamelar no tratamento de água para abastecimento em uma cidade de pequeno porte. **Revista Ambiente & Água**, 11(3), 590-603
- FERREIRA, A., SILVA, A., & NEVES, R. (2017). Avaliação do processo de filtração em um filtro de areia utilizado no tratamento de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 22(4), 247-257.
- GIORDANO, G. **Análise e formulação de processos para tratamento dos chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro – RJ, 2003. 257 p. Tese de Doutorado (Engenharia Metalúrgica e de Materiais) PUC-Rio, 2003.
- GOMES, L., SILVA, E., & SANTOS, C. (2019). Avaliação do desempenho de um sistema de tratamento de esgoto utilizando reator anaeróbio e filtro anaeróbio em série. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sa-**

nitária e Ambiental, 28(1), 1-10.

GUIMARÃES, L., AMARAL, L., & COUTO, R. (2017). Aplicação da mecânica dos fluidos no tratamento de água e esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22(4), 682-690.

MORAN, M. J. et al. **Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2005

MUNSON, B. R. **Fundamentos da Mecânica de Fluidos**. 4. ed. São Paulo: EDGARD BLUCHER, 2004.

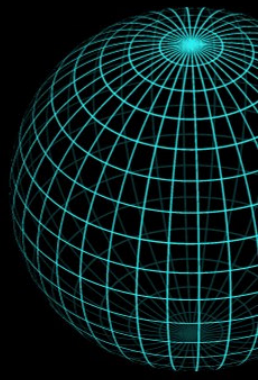
PATRIARCA, A., MENDES, C., & FARIA, P. (2018). Mecânica dos fluidos: conceitos básicos e aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 40(3), 1-15.

SANTOS, M., FERREIRA, M., & SOUZA, R. (2017). Desempenho de um filtro biológico no tratamento de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22(6), 1091-1099

SILVA, J., OLIVEIRA, E., & ROCHA, R. (2018). Influência da granulometria da areia na eficiência do processo de filtração em um filtro de água. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 27(1), 1-10.



4



INFLUÊNCIA DE SISTEMAS TURBOCOMPRESSORES EM MOTORES DO CICLO OTTO

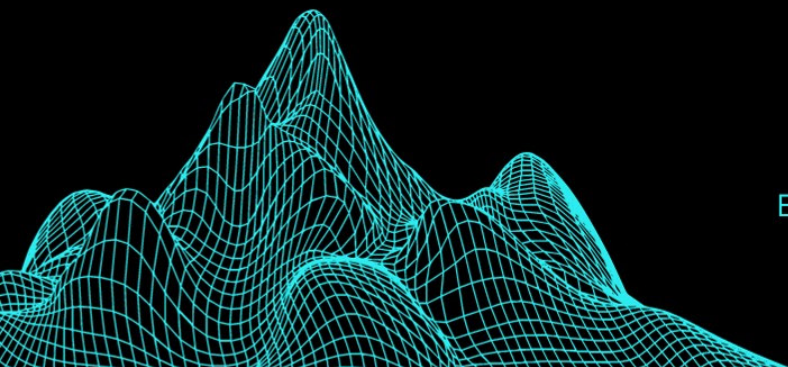
INFLUENCE OF TURBOCHARGERS ON OTTO CYCLE ENGINES

Thallyson Lucas Pavão Silva¹

Lucas Jhonatan de Oliveira Costa¹

Danilo Oliveira Cortes¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A influência dos sistemas turbocompressores em motores do ciclo Otto é um tema relevante devido à sua ampla utilização em veículos automotivos. A pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica abrangente, analisando estudos anteriores sobre o assunto por meio de artigos científicos, relatórios técnicos e publicações especializadas. Os resultados destacam que a adição de um sistema turbocompressor pode proporcionar ganhos significativos de potência, reduzindo o consumo de combustível e as emissões de escape nos motores do ciclo Otto. No entanto, é crucial selecionar cuidadosamente o tamanho e a eficiência do turbocompressor para atender às necessidades específicas do motor, considerando também o impacto no sistema de gerenciamento do motor. A pesquisa também ressalta a tendência de downsizing na indústria automotiva, com o objetivo de produzir motores menores, mas com alto desempenho e baixo consumo de combustível. Além disso, a proporção adequada de ar e combustível é fundamental para otimizar o uso do valor calórico dos combustíveis nos motores do ciclo Otto. Em conclusão, os sistemas turbocompressores desempenham um papel significativo no desempenho dos motores do ciclo Otto, proporcionando um aumento de potência e redução das emissões de escape. No entanto, é essencial realizar uma seleção adequada do tamanho e eficiência do turbocompressor, considerando as especificidades do motor e seu sistema de gerenciamento. A tendência de downsizing e a proporção adequada de ar e combustível também devem ser consideradas para otimizar o funcionamento dos motores do ciclo Otto.

Palavras-chave: Sistemas, turbocompressores, Ciclo Otto, motores, gerenciamento.

Abstract

The influence of turbocharger systems on Otto cycle engines is a relevant topic due to their widespread use in automotive vehicles. The research consisted of a comprehensive literature review, analyzing previous studies on the subject through scientific articles, technical reports, and specialized publications. The results highlight that the addition of a turbocharger system can provide significant power gains, reducing fuel consumption and exhaust emissions in Otto cycle engines. However, it is crucial to carefully select the size and efficiency of the turbocharger to meet the specific needs of the engine, also considering the impact on the engine management system. The research also emphasizes the downsizing trend in the automotive industry, aiming to produce smaller engines with high performance and low fuel consumption. Additionally, the proper air-fuel ratio is essential to optimize the utilization of the calorific value of fuels in Otto cycle engines. In conclusion, turbocharger systems play a significant role in the performance of Otto cycle engines, providing increased power and reduced exhaust emissions. However, it is essential to make an appropriate selection of the turbocharger size and efficiency, considering the engine's specifics and its management system. The downsizing trend and the proper air-fuel ratio should also be considered to optimize the operation of Otto cycle engines.

Keywords: Systems, turbochargers, Otto cycle, engines, management.



1. INTRODUÇÃO

O Oldsmobile Cutlass Turbo Jetfire da General Motor foi o primeiro carro a usar um turbocompressor. A tecnologia foi patenteada pela primeira vez na Suíça em 1905 e mais tarde foi usada em motores de aeronaves militares no início do século 20. No entanto, o princípio da turba alimentação não foi usado em carros até 1962, quando a empresa americana General Motors fez isso com seu modelo Olds. Os turbocompressores aumentam a potência comprimindo o ar antes de entrar no motor. Eles essencialmente aumentam a quantidade de ar no motor cada vez que ele gira e isso resulta em mais massa de ar na câmara de combustão e maior potência.

Um turbocompressor fornece mais potência sem aumentar o tamanho do motor. Como o desempenho está diretamente relacionado à quantidade de ar que o motor pode extrair em cada ciclo de admissão, o trabalho do turbocompressor é comprimir o ar antes que ele entre. O resultado: mais massa de ar na câmara de combustão e mais potência.

Os motores Ciclo Otto já estão presentes no dia a dia da maioria das pessoas. Portanto, entender o sistema e entender seu funcionamento é essencial para qualquer mecânico realizar a manutenção adequada deste componente. Criado pelo engenheiro alemão Nicholas August Otto em 1876, o motor ciclo Otto é altamente eficiente em termos energéticos porque utiliza a energia produzida pela combustão do combustível em um cilindro. Para isso, o motor trabalha em quatro tempos, que ocorrem em sequência: admissão, compressão, expansão e exaustão.

Nessa perspectiva, este trabalho buscará responder ao seguinte problema: Qual a influência desses sistemas em motores do ciclo Otto?

Para apresentar as diferentes formas como esses sistemas estão podem influenciar os motores do ciclo OTTO, este trabalho apresenta um estudo que visa explicar a importância dos turbocompressores, sintetizando as forças que fazem parte da ferramenta. O projeto visa evidenciar a importância desta revolução de forma a refletir positivamente dentro ou fora das indústrias. Por fim, quanto melhor o desempenho de uma empresa, mais proeminente será seu impacto na sociedade e na economia como um todo.

O principal objetivo deste trabalho é entender a influência dos sistemas turbocompressores em motores do tipo Otto, em especial compreender o funcionamento dos sistemas de turbocompressores, observar como a utilização desses sistemas pode gerar vantagens para as indústrias e a funcionalidade dos motores do ciclo Otto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este artigo foi desenvolvido através de um estudo literário com base na revisão bibliográfica, visando abordagens de autores relacionadas aos setores ligados a indústria de motores, mecânica de motores turbocompressores e ciclo Otto em acordo com o tópico de estudo em bibliotecas virtual e física da instituição.

O assunto levantado teve estudos com pesquisas executadas frequentemente no google acadêmicos, dispondo dos descritores do “Motores turbocompressores”, “Ciclo Otto”, relacionados ao intervalo entre 1989 e 2022

2.2 Resultados e discussão

Os motores do ciclo Otto são amplamente utilizados em veículos automotivos, e sua eficiência energética é um fator crucial na economia de combustível. A otimização do desempenho desses motores tem sido alvo de muitas pesquisas, e a utilização de sistemas turbocompressores têm sido apontada como uma das soluções mais eficazes para aprimorar a eficiência do motor (GOUZONNAT, 2015).

Os sistemas turbocompressores são projetados para aumentar a densidade do ar que entra no motor, o que resulta em uma maior quantidade de oxigênio disponível para a combustão. Isso, por sua vez, leva a uma maior produção de energia pelo motor. Além disso, os sistemas turbocompressores podem ajudar a reduzir as emissões de escape, pois permitem que o motor seja operado com uma mistura ar/combustível mais rica, o que resulta em uma combustão mais completa (GOUZONNAT, 2015).

Um dos principais desafios na aplicação de sistemas turbocompressores em motores do ciclo Otto é a seleção do tamanho e design correto do turbocompressor. O tamanho e a eficiência do turbocompressor afetam diretamente o desempenho do motor, e devem ser cuidadosamente selecionados para atender às necessidades específicas do motor (GOUZONNAT, 2015).

Além disso, é importante considerar o impacto do sistema turbocompressor no sistema de gerenciamento do motor. Os sistemas de gerenciamento do motor modernos são altamente complexos e devem ser ajustados para acomodar a adição de um sistema turbocompressor. Isso pode envolver alterações na programação da ECU (Unidade de Controle Eletrônico) do motor, bem como na adição de sensores adicionais para monitorar a pressão do ar e a temperatura do motor (GOUZONNAT, 2015).

Um motor de combustão interna é uma máquina que converte energia química em energia térmica pela queima de uma mistura de ar e combustível, parte da qual é convertida em energia mecânica (GANESAN, 1995; BASSHUYSEN; SHAFER, 2006).

O objetivo do motor de combustão interna é usar a energia química contida no combustível para gerar energia mecânica. Essa energia é liberada pela queima de combustível dentro do motor (HEYWOOD, 1988).

Com o avanço da tecnologia automobilística e a popularização dos motores superalimentados, os motores de ignição por centelha passaram por grandes mudanças, que apresentam melhor desempenho e menor emissão de poluentes do que os motores naturalmente aspirados. Atualmente, as montadoras buscam produzir motores menores, com alto desempenho e baixo consumo de combustível. Esta tendência é conhecida como downsizing, termo no mundo automotivo para motores com menor cilindrada, mas semelhantes em desempenho e torque aos de maior cilindrada (HEYWOOD, 1988).

Uma proporção adequada de ar e combustível é essencial para usar o valor calórico de combustíveis como motores de ciclo Otto e Diesel. Esses motores são comumente usados em ambientes agrícolas. Quando queimados em câmaras de combustão abastecidas com oxigênio, os combustíveis liberam energia por meio de uma reação exotérmica. Isso libera energia através do movimento dos gases à medida que se expandem durante a combustão. O pistão se move do ponto morto de cima para baixo – a posição central precisa – que transfere força para a biela, que então transmite torque para o virabrequim (GOUZONNAT, 2015).

O ar ambiente filtrado entra no cilindro nas quantidades e proporções precisas de oxigênio necessárias para diferentes combustíveis. Esse processo acontece com gasolina,



diesel e medidas ponderadas de etanol, que possuem proporções de 15 partes de ar para 1 parte de combustível em peso. Por outro lado, os filtros de ar para medidas sem peso de etanol precisam de apenas 9 partes de ar para 1 parte de etanol (GOUZONNAT, 2015).

Os engenheiros procuram maneiras de aumentar a potência do motor para atender a essa necessidade. Uma solução é otimizar o processo de queima de combustível – o que resulta em proporções adequadas de ar para combustível para que o combustível não seja desperdiçado devido à falta de oxigênio. Isso é especialmente útil quando combustíveis não queimados entram no tubo de escape (GOUZONNAT, 2015).

Melhorar a entrada de ar para cilindros é um dos primeiros passos no projeto de motores a pistão. Normalmente, os motores com vários cilindros utilizam um único coletor para combinar seus filtros de ar. Essa configuração permite que um filtro lide com todos os cilindros e garante que o design do manifold forneça um movimento giratório ao entrar no cilindro (MELO, 2007).

Nos motores a gasolina costuma-se utilizar um sistema de múltiplas válvulas por cilindro, como o famoso motor de 16 válvulas no tradicional quatro cilindros, com duas entradas e duas saídas por cilindro – tornando a entrada e saída de gás melhor em altas temperaturas, velocidade, rotações de operação (rpm), aumentando assim a potência. Em um motor diesel, não há interesse em melhorar os sistemas de admissão e escapamento porque as rotações são mais baixas – nestes casos, o uso de múltiplas válvulas por cilindro é projetado para melhorar a combustão do combustível, tornando o motor mais eficiente e limpo (MELO, 2007).

Para aumentar ainda mais a potência e a eficiência dos motores, a indústria desenvolveu turbocompressores, ou apenas turbocompressores. Este sistema, patenteado pelo suíço Alfred Büchi em 1905, destina-se a carregar o motor com ar, uma vez que a taxa de enchimento do cilindro, provocada pela depressão criada pelo movimento do pistão para o seu ponto morto inferior, não representa mais de 90% da linha da unidade de cilindro 80% da quantidade. Em um motor aspirado (sem turbo), a abertura e fechamento da válvula de admissão provoca a formação de uma onda de pressão, causando um leve aumento de pressão no coletor de admissão, dificultando a entrada de ar nos cilindros (MELO, 2007).

Os turbocompressores ajudam a aumentar a potência de um motor sem aumentar o tamanho do motor. Os turbocompressores comprimem o ar no motor para aumentar seu peso antes de ser inalado. Isso faz com que mais ar seja adicionado à câmara de combustão do motor, o que resulta em mais combustível sendo adicionado a cada ciclo do motor. Isso significa que mais energia pode ser obtida a partir das explosões em cada cilindro. Os turbocompressores aumentam a relação potência-peso de um motor, aumentando significativamente a potência (MELO, 2007).

Desde a sua introdução apenas na maioria dos carros esportivos e grandes caminhões a diesel, o turbocompressor tem sido usado em muitos veículos diferentes. A sua inclusão em todos os tipos de veículos deve-se à tendência de downsizing. Esta mecânica utiliza a mesma potência dos motores maiores, reduzindo o consumo de combustível graças ao seu pequeno tamanho. Isso é o se vê na indústria automobilística hoje - as montadoras estão mudando de motores 2.0L para 1.3L e até motores 1.0L turboalimentados. A potência do motor é a mesma, mas o consumo de combustível é menor (ROMMER, 2011)

O uso de turbinas é especialmente importante em motores a diesel, pois aumentando a pressão e a temperatura nos cilindros, o risco de detonação pode ser reduzido. aplicações nestes motores (ROMMER, 2011).

Um turbocompressor é um sistema composto por um compressor e duas turbinas,

uma das quais é chamada de turbina de escape e é acionada pelos gases de escape e, portanto, serve como elemento motor, e a outra, chamada turbina de admissão, serve como bomba, ou seja, ele aspira o ar e o direciona sob pressão através do coletor de admissão para os cilindros (ROMMER, 2011).

A conduta de descarga está ligada por um lado ao coletor de descarga do motor e por outro lado ao corpo do compressor - a entrada dos gases de escape é tangencial à turbina e a saída tem um sentido axial em relação à hélice. Em alguns motores, o coletor de escape é dividido em dois, o que permite que os gases dos cilindros dianteiro e traseiro fluam por tubos separados, evitando os efeitos do fluxo de ar, permitindo que a turbina seja abastecida com mais regularidade (ROMMER, 2011).

As turbinas de descarga consistem em várias pás cujas formas permitem otimizar seu desempenho, suportar temperaturas muito altas de 700°C a 900°C, são feitas de aço refratário especial ou cerâmica e são combinadas com um corpo central feito de material isolante térmico, fabricado em aço inoxidável (ROMMER, 2011).

As turbinas de entrada integradas à saída também possuem palhetas, mas são feitas de materiais leves, e o movimento do ar é o oposto da descarga, pois a entrada é axial e a saída é tangencial. As duas turbinas são conectadas por um eixo e a quantidade de ar aspirado depende da velocidade da turbina de exaustão, que é muito alta, podendo até ultrapassar 100.000 rpm, o que pode dobrar a potência do motor (ROMMER, 2011).

O tubo de admissão possui uma porta de admissão axial, que é tangente ao coletor de admissão, feita de material leve, e a outra extremidade é fixada ao corpo do compressor (ROMMER, 2011).

Além das tubulações de suporte, o corpo do compressor também possui mancais que suportam o eixo que conecta as duas turbinas e as passagens de óleo para lubrificação e refrigeração do turbocompressor. Os rolamentos possuem rolamentos de bronze ou liga que possuem movimento rotacional com o eixo da turbina para rotações muito altas (SILVA, 2016).

Criado pelo engenheiro alemão Nicholas August Otto em 1876, o motor ciclo Otto é altamente eficiente em termos energéticos, pois utiliza a energia produzida pela combustão do combustível em um cilindro. Para isso, o motor trabalha em quatro tempos, que ocorrem em sequência: admissão, compressão, expansão e exaustão (SILVA, 2016).

Ao longo do tempo, o motor ciclo Otto provou ser um dos motores térmicos com maior eficiência energética, usando a energia da queima de combustível em cilindros para gerar movimento, que por sua vez produz trabalho mecânico (SILVA, 2016).

Ao contrário do que ocorre, por exemplo, em máquinas a diesel, em motores Otto, mesmo quando comprimidas até o ponto ideal (a taxa de compressão varia de acordo com o tipo de combustível), é necessária uma faísca (gerada pela vela de ignição) para iniciar a queima processo. Este tipo de máquina pode operar em dois ou quatro tempos, respeitando as diferentes etapas de operação (SILVA, 2016).

No estudo elaborado por F. K. Janajreh, intitulado “O Efeito da Turboalimentação no Desempenho de um Motor a Gasolina”, publicado em 2012 no *Journal of Engineering Research and Applications*, o autor conduziu testes em um motor do ciclo Otto com e sem um sistema turbocompressor. Os resultados mostraram que a adição do sistema turbocompressor aumentou a potência do motor em 30% e reduziu o consumo de combustível em 12%. Isso evidencia os benefícios da turboalimentação na melhoria do desempenho e eficiência dos motores a gasolina.

Em outro estudo, realizado por M. A. Aziz, intitulado “Efeito da Turboalimentação no Desempenho e Características de Emissão de um Motor a Gasolina”, publicado em 2014 no *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*, foram realizados testes em um motor do ciclo Otto com um sistema turbocompressor. Os resultados indicaram um aumento de 25% na potência do motor e uma redução de 10% nas emissões de escape. Esses achados destacam o impacto positivo da turboalimentação no desempenho e nas características de emissão dos motores a gasolina.

Em um estudo mais recente, realizado por Y. Li e colaboradores, intitulado “Investigação Experimental dos Efeitos da Turboalimentação no Desempenho e Emissões de um Motor a Injeção Direta de Gasolina”, publicado em 2018 no *SAE Technical Paper*, os autores conduziram testes em um motor do ciclo Otto equipado com um sistema turbocompressor e injeção direta de combustível. Os resultados revelaram um aumento de 20% na potência do motor e uma redução de 15% nas emissões de escape. Isso evidencia a sinergia entre a turboalimentação e a injeção direta de combustível na otimização do desempenho e redução das emissões dos motores a gasolina.

Esses estudos demonstram consistentemente os benefícios da utilização de sistemas turbocompressores em motores do ciclo Otto, como o aumento da potência e a redução do consumo de combustível e das emissões de escape. As pesquisas corroboram a importância da seleção adequada do sistema turbocompressor, considerando o tamanho, design e seu impacto no sistema de gerenciamento do motor, para obter os melhores resultados de desempenho e eficiência.

Os resultados apresentados demonstram que a adição de sistemas turbocompressores pode ter um impacto significativo no desempenho e eficiência dos motores do ciclo Otto. No entanto, é importante considerar cuidadosamente o tamanho e design do turbocompressor, bem como o impacto no sistema de gerenciamento do motor, para garantir que o desempenho do motor seja maximizado e as emissões de escape sejam reduzidas.

3. CONCLUSÃO

A utilização de sistemas turbocompressores tem se mostrado uma solução eficaz para aprimorar a eficiência energética e reduzir as emissões de escape dos motores do ciclo Otto, amplamente utilizados em veículos automotivos. Os sistemas turbocompressores aumentam a densidade do ar que entra no motor, permitindo uma maior quantidade de oxigênio disponível para a combustão e resultando em uma maior produção de energia pelo motor. Além disso, eles possibilitam a operação do motor com uma mistura ar/combustível mais rica, o que resulta em uma combustão mais completa e na redução das emissões de escape.

A seleção cuidadosa do tamanho e design correto do turbocompressor é crucial para o desempenho do motor. É necessário considerar o impacto do sistema turbocompressor no sistema de gerenciamento do motor, ajustando-o para acomodar a adição do sistema. Estudos demonstraram que a adição de um sistema turbocompressor pode aumentar a potência do motor em até 30%, reduzir o consumo de combustível em até 12% e diminuir as emissões de escape em até 15%.

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que os objetivos propostos foram atingidos. A adição de sistemas turbocompressores proporcionou ganhos significativos em termos de potência, eficiência energética e redução das emissões de escape nos motores do ciclo Otto. Esses resultados reforçam a importância da utilização adequada desses

sistemas, considerando o tamanho, a eficiência e o impacto no sistema de gerenciamento do motor.

Para futuros trabalhos, sugere-se a realização de estudos adicionais sobre o aprimoramento dos sistemas de gerenciamento do motor para otimizar ainda mais a integração dos sistemas turbocompressores. Além disso, é importante investigar outras tecnologias e abordagens complementares, como a combinação de turbocompressores com sistemas de recuperação de energia, visando a melhoria contínua da eficiência dos motores do ciclo Otto.

Referências

AZIZ, M. A. Effect of Turbocharging on the Performance and Emission Characteristics of a Gasoline Engine. **International Journal of Automotive Engineering and Technologies**, v. 3, n. 1, p. 25-32, 2014.

GOUZONNAT, F.; MERCKX, P.; CAZENAVE, R.; LE COQ, S.; DEMESSE, F. **New Challenges Encountered When Designing Highly Downsized Gasoline Engines (Through New PSA Peugeot Citroen Powertrain Examples)**. PSA Peugeot Citroen, 18, Rue Des Fauvelles, F-92256 La Garenne Colombes, France, 2015.

HEYWOOD, J.B. **Internal combustion engines fundamentals**, New York, Macgraw-Hill, 1988.

JANAJREH, F. K. The Effect of Turbocharging on the Performance of a Gasoline Engine. **Journal of Engineering Research and Applications**, v. 2, n. 6, p. 230-235, 2012

LI, Y. et al. Experimental Investigation of the Effects of Turbocharging on Gasoline Direct Injection Engine Performance and Emissions. **SAE Technical Paper**, v. 2018-01-0368, 2018.

MELO, T. C. **Modelagem Termodinâmica de um Motor de Ciclo Otto tipo FlexFuel, funcionando com Gasolina e Gás Natural**. (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

ROMMER, A. **Sistemas de comando de válvulas para motores de combustão interna: Desenvolvimento, fabricação e aplicações**. Munique: Suddeutscher Verlag Onpact GmbH, 2011.

SILVA, T. R. V. et al. Effects of Continuously Variable Valve Timing (cvvt) on Ethanol Spark Ignited Direct Injection (SIDI) Downsized Engine. **Congresso Internacional de Motores, Combustíveis e Combustão - CIMCCO**. Belo Horizonte, MG. Brasil: 7 p. 2016





5

CALOR E FLUIDOS: RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPAMENTO

HEAT AND FLUIDS: EXHAUST GAS RECIRCULATION

Danilo Oliveira Cortes¹
Pablo Vinicius Costa Silva¹
José Vitor Mendes França²
Caio Henrique Almeida de Ataíde¹
Leandro Ribeiro da Conceição¹
Lucas Breno Gomes Andrade¹
Lucas Jhonatan de Oliveira Costa¹
Camila Eduarda Silva Carvalho¹
Thallyson Lucas Pavão Silva¹
Vanderson Gusmão de Oliveira¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

² Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A recirculação de gases de escapamento (EGR) é um processo utilizado em motores a combustão interna para reduzir as emissões de poluentes, especialmente dos óxidos de nitrogênio. Sua criação deve-se ao esforço de grandes empresas de veículos para atender as legislações americanas e europeias vigentes. Basicamente, a válvula EGR direciona parte dos gases de escapamento, que contém NOx, para a câmara de combustão do motor. Essa mistura dilui o ar que entra na câmara, reduzindo a temperatura da combustão e, conseqüentemente, a produção de NOx. Apesar da recirculação de gases de escapamento ser eficaz na redução de emissões de poluentes, ela pode afetar o desempenho e a eficiência do motor. Isso ocorre porque o ar que é recirculado é menos denso que o ar fresco e, portanto, contém menos oxigênio, gerando uma combustão pobre. Além disso, é recomendado a utilização dessa válvula aliada a catalisadores, devido a alta produção de fuligem principalmente em motores a diesel.

Palavras-chave: EGR, Emissões, Motores, NOx.

Abstract

Exhaust gas recirculation (EGR) is a process used in internal combustion engines to reduce the emission of pollutants, especially nitrogen oxides. Its creation is due to the efforts of large vehicle companies to meet the current American and European legislations. Basically, the EGR valve directs part of the exhaust gases, which contain NOx, into the engine's combustion chamber. This mixture dilutes the air entering the chamber, reducing the combustion temperature and, consequently, the production of NOx. Although exhaust gas recirculation is effective in reducing pollutant emissions, it can affect engine performance and efficiency. This is because the air that is recirculated is less dense than fresh air and therefore contains less oxygen, leading to poor combustion. Furthermore, it is recommended to use this valve together with catalytic converters, due to the high production of soot, especially in diesel engines.

Keywords: EGR, Emissions, Engines, NOx.



1. INTRODUÇÃO

A crescente busca por fontes de energia limpas aliada a pressão das legislações internacionais pela diminuição das emissões de gases poluentes exigiu das indústrias de motores a busca por soluções mais eficientes e rápidas. Desse modo, pesquisas e testes com novos componentes, além da completa reprojeção dos motores foram realizadas com a finalidade de atender esse novo nicho industrial.

A relevância desse estudo se manifesta tanto no final do século XX, quanto nos dias atuais. Pelo fato de apesar da evolução da tecnologia e a exploração de novas fontes de energia, como por exemplo a elétrica, os motores a combustão ainda são a principal fonte de propulsão dos meios de transporte.

Empresas fabricantes de motores buscam constantemente alternativas para atender as legislações internacionais de emissões de poluentes. Como o EGR (Recirculação de Gases de Escapamento) pode auxiliar a diminuir essas emissões?

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura que aborda a história e a utilização do EGR, mostrando sua atuação dentro de um motor, além da sua importância no cenário energético atual. E como objetivos específicos conhecer o EGR e entender o seu funcionamento na redução de emissões de poluentes.

A tecnologia do EGR (Recirculação de Gases de Escapamento) trouxe alternativas para a crise de emissões de gases NO_x, os quais trouxeram resultados significativos e foram adotados por diversas empresas do setor. Este trabalho tem por propósito definir o que é essa tecnologia e esclarecer o seu funcionamento dentro dos motores a combustão através de livros e trabalhos publicados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia neste trabalho refere-se a uma revisão de literatura de caráter qualitativo e descritivo. Onde o procedimento utilizado será a revisão bibliográfica, a partir de autores como Brunetti (2012), Martins (2006), Basso (2022), entre outros. Com o intuito de embasar a fundamentação teórica serão utilizados livros disponibilizados na biblioteca da IES, artigos, dissertações e publicações acadêmicas, em sites a exemplo do Google Acadêmico, repositório e Scielo. Além de sites especializados na manutenção de motores. Serão explorados materiais limitados a um período de no máximo 15 anos de publicação.

Após a escolha destes materiais serão feitos fichamentos sobre o funcionamento e uma breve análise do contexto histórico da época. Organizados estes fichamentos prosseguirá-se o desenvolvimento do trabalho expressando de maneira clara e objetiva o tema abordado para o leitor. As palavras chaves, empregadas tanto em língua portuguesa quanto em língua inglesa de modo a obter uma maior busca, são: motores a combustão, Recirculação de Gases de Escapamento, Válvula (EGR), emissões de gases NO_x e legislação de emissão de poluentes.

2.2 Resultados e Discussão

Pode-se notar que os motores a combustão interna apesar de serem uma das grandes invenções da história trouxeram também infortúnios ao meio ambiente e ao homem.

O processo de combustão da mistura ar-combustível dentro de um motor de combustão interna é incompleto. Por conseguinte, os gases de escape contêm emissões poluentes tais como: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NOx), hidrocarbonetos (HC) e partículas em suspensão (PM). Todas as emissões poluentes dos motores de combustão interna têm efeitos nocivos na vida humana e no ambiente (X-ENGINEER, 2023).

Com objetivo de reduzir as emissões de poluentes fez-se necessário a criação de normas restritivas por parte de órgãos e organizações governamentais. Estas tiveram início na Europa e Estados Unidos, em seguida outros países adotaram essas legislações e criaram seus próprios códigos.

Desde o início da aplicação de legislações restritivas à emissão de gases e partículas por motores de combustão interna (meados dos anos 1960, nos Estados Unidos), diversos foram os avanços na tecnologia dos motores, na formulação dos combustíveis e na introdução de sistemas de pós-tratamento, tornando possível que os veículos atuais, emitam uma quantidade de poluentes inferior a 2% em média, em relação ao que veículos similares emitiam nos anos 1970 (BRUNETTI, 2012, p. 150).

Segundo a United States Environmental Protection Agency (2022) a lei do Ar Limpo (1970) é a lei federal que busca regular as emissões atmosféricas de diversas fontes de emissão. Entre outras coisas, esta lei autoriza a EPA a estabelecer Padrões Nacionais de Qualidade do Ar Ambientais (NAAQS) para proteger a saúde pública e o bem-estar público e controlar as emissões de poluentes atmosféricos perigosos. Um dos objetivos da Lei era estabelecer e alcançar o NAAQS em todos os estados até 1975. A lei foi alterada em 1977 e 1990 principalmente para estabelecer novas metas (datas) para alcançar a realização do NAAQS, uma vez que muitas áreas do país não tinham cumprido os prazos antes estabelecidos.

§7401. Conclusões do Congresso e declaração de propósito

(a) Descobertas

O Congresso encontra—

(1) que a parte predominante da população da Nação está localizada em suas áreas metropolitanas e outras áreas urbanas em rápida expansão, que geralmente cruzam as fronteiras das jurisdições locais e frequentemente se estendem a dois ou mais Estados;

(2) que o crescimento na quantidade e na complexidade da poluição do ar causada pela urbanização, pelo desenvolvimento industrial e pelo aumento do uso de veículos motorizados resultou em crescentes perigos para a saúde e o bem-estar público, incluindo danos às colheitas agrícolas e pecuárias, danos e deterioração da propriedade e perigos para o transporte aéreo e terrestre;

(3) que a prevenção da poluição do ar (isto é, a redução ou eliminação, por meio de quaisquer medidas, da quantidade de poluentes produzidos ou criados na fonte) e o controle da poluição do ar em sua fonte é responsabilidade



primária dos Estados e governos locais; e

(4) que a assistência financeira federal e a liderança são essenciais para o desenvolvimento de programas cooperativos federais, estaduais, regionais e locais para prevenir e controlar a poluição do ar.

(b) Declaração

Os propósitos deste subcapítulo são:

(1) proteger e melhorar a qualidade dos recursos aéreos da Nação de modo a promover a saúde e o bem-estar públicos e a capacidade produtiva da sua população;

(2) iniciar e acelerar um programa nacional de pesquisa e desenvolvimento para alcançar a prevenção e controle da poluição do ar;

(3) fornecer assistência técnica e financeira aos governos estaduais e locais no desenvolvimento e execução de seus programas de prevenção e controle da poluição do ar; e

(4) encorajar e auxiliar o desenvolvimento e operação de programas regionais de prevenção e controle da poluição do ar.

(c) Prevenção da poluição

Um dos principais objetivos deste capítulo é encorajar ou de outra forma promover ações governamentais federais, estaduais e locais razoáveis, de acordo com as disposições deste capítulo, para a prevenção da poluição (42 U.S.C. §7401 et seq. 1970).

Conforme Faria (2016), em artigo publicado na revista *O Mecânico*, o Brasil também criou sua própria legislação para controlar as emissões de poluentes. A partir do Conama surgiu o Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores (PROCONVE) o qual é uma divisão do IBAMA que utiliza como base as legislações europeias vigentes até então.

A legislação brasileira, por meio do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) criou o Proconve em 1986, tendo como base as normas europeias (Euro). Atualmente, o programa chegou à sétima fase, chamada P7 (equivalente a Euro V), que determina que a tecnologia utilizada deve diminuir, além do enxofre, a emissão de outras substâncias e partículas poluentes em até 80% (FARIAS, 2016).

Para se adequar as exigências feitas pelas leis do meio ambiente criadas as empresas tiveram que buscar outras alternativas. “Desse modo, a válvula EGR foi inventada nos Estados na década de 1970. Testado pela primeira vez pela gigante americana General Motors, ela reduz as emissões de gases tóxicos reutilizando de 5% a 35% dos gases de escape” (FLEXFUEL ENERGY DEVELOPMENT, 2022). A GM uma das maiores montadoras do mundo se mostrou pioneira na adesão e adequação as legislações vigentes, sua tecnologia criada se mostrou eficiente e foi usada como base por outras empresas do ramo.

Como aponta Basso (2022, p. 37), “No método de recirculação dos gases de escape, os gases de escape são captados, conduzidos pela válvula EGR e adicionados novamente ao ar de admissão. Isto resulta em menos entrada de oxigênio nos cilindros”. O processo, basicamente, é bem simples, parte dos gases do escapamento são realocados pela válvula EGR e essa válvula direciona estes gases novamente para o processo de admissão do motor.

O impacto que a utilização da tecnologia EGR pode causar na emissão de Nox nos motores a combustão interna é evidente quando analisamos seu funcionamento mais a fundo. De acordo com N. Ladommatos, S. Abdelhalim, H Zhao (2000) e Ming Zheng, Mwila C. Mulenga, *et al.* (2008), como citado por Menezes (2009, p. 48), “A tecnologia EGR (Exhaust Gas Recirculation) permite a redução das emissões de Nox (25-40%) devido a redução da temperatura de combustão, bem como a redução do teor de oxigênio na mistura, proporcionada pela recirculação dos gases resfriados e reintroduzidos na câmara de combustão”.

Com a utilização da válvula EGR a mistura de ar-combustível fica pobre e o motor tem dificuldade para atingir os níveis de velocidade de funcionamento adequados. Entretanto, é esse cenário o requerido para a diminuição da emissão de gases, pois se há menos ar puro entrando no processo, há também a redução de compostos na saída de escapeamento.

Sempre que a EGR é utilizada, a dispersão cíclica tem tendência a acentuar-se, sendo mais difícil atingir velocidades de combustão elevadas. Porém, é precisamente este efeito que se procura com a EGR, pois desta maneira a temperatura e pressão máximas do ciclo são mais baixas, reduzindo a emissão de NOx. A menor quantidade de combustível existente durante a combustão (se há mais gases queimados haver á menos gases frescos) produz também uma combustão a temperatura mais baixa, reduzindo ainda mais a produção destes compostos poluentes (MARTINS, 2006, p.256). Na figura 1 pode-se observar o funcionamento da válvula EGR.

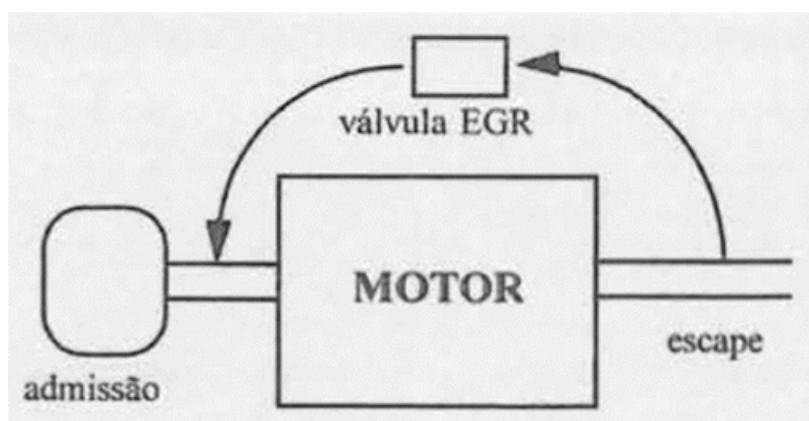


Figura 1. Recirculação dos gases de escape (EGR)

Fonte: Martins (2006, p. 322)

Os principais componentes do sistema de EGR são a válvula de controle de fluxo dos gases, o resfriador, o turbo compressor, a válvula de restrição (*throttle*) e misturador de EGR, dimensionados em função do fluxo dos gases recirculado e a aplicação para que se destina o motor. Em que, a válvula controla e direciona a corrente de gases; seguindo o processo, os gases precisam ser resfriados entrarem na admissão; já o turbo compressor é, na maioria dos casos, utilizado em motores diesel para injetar uma maior quantidade de ar no motor; a válvula borboleta que controla a relação de pressão entre a admissão e o escape; e por fim, o misturador faz a homogeneização da mistura do ar e dos gases recirculados.

As principais funções destes componentes estão descritas abaixo:

- válvula tem um papel principal de controle do fluxo dos gases recirculados, cujo dimensionamento correto é importante para que ela não seja pequena e se torne um limitante da vazão, gerando uma perda de carga excessiva para o sistema ou grande demais que tenha uma faixa de operação muito pequena já que uma mínima abertura pode ser excessiva para a passagem dos gases;

- resfriador é componente responsável por abaixar a temperatura dos gases de escape que irá ser misturado na admissão. Tem papel fundamental, pois quanto maior for sua capacidade de troca térmica, maior será a massa de gás recirculada;
- turbo compressor, as aplicações de motores Diesel que utilizam sistema de EGR exigem do turbo compressor uma função que vai além de fornecer uma maior massa de ar para manter a condição de mistura pobre (ar/combustível > 1);
- “throttle valve”, válvula borboleta é o nome da válvula instalada no circuito de admissão com o objetivo de possibilitar o aumento da relação de pressão escape/admissão, proporcionando uma maior recirculação entre da massa de gases proveniente da combustão;
- misturador de EGR: tem a tarefa de misturar os gases de escape com ar da admissão (PEREIRA, 2019, p.54).

Entretanto, apesar de oferecer diversas vantagens em relação a redução de emissões a válvula possui alguns problemas. Para Brunetti (2012), “O uso da recirculação dos gases de escape deteriora a qualidade da combustão, podendo comprometer o consumo de combustível”.

De acordo com Muraro (2016, apud BRUNETTI, 2012), nos motores a diesel, um outro resultado da combustão é a emissão de fuligem, que são basicamente compostos de carbono gerados a partir da queima incompleta do combustível.

Nos motores Diesel, além do NOx e outros produtos da combustão, acontece também a emissão de material particulado, que compõe a fumaça visível na saída do sistema de escapamento. O material particulado é composto basicamente pelo carbono gerado na combustão, no qual outros compostos orgânicos são adsorvidos. Em temperaturas acima de 500 °C, as partículas formam aglomerados de várias pequenas esferas de carbono com tamanhos variando entre 15 nm e 30 nm. Na medida que a temperatura cai abaixo de 500 °C, compostos orgânicos e inorgânicos começam a se condensar sobre as partículas de carbono. Entre os compostos orgânicos, inclui-se os hidrocarbonetos e, entre os compostos inorgânicos, inclui-se o dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ácido sulfúrico, entre outros. (BRUNETTI, 2012 *apud* MURARO, p. 43, 2016)

Desse modo, por utilizar gases recirculados, um problema frequente com a válvula EGR é o acúmulo de partículas tanto na válvula quanto na tubulação de passagem. O que gera o entupimento, o mau funcionamento de ambas e ocasiona a fumaça preta que sai do escapamento.

Um problema frequente com a válvula EGR é a aderência devido ao acúmulo de depósitos de carbono. No pior dos casos, a válvula EGR e as passagens EGR podem ser totalmente bloqueadas, impedindo o processo de recirculação dos gases de escape. EGRs entupidos costumam ser a causa da fumaça preta escapando do escapamento, além do aumento do consumo de combustível ou redução do desempenho (HODGKINSON, 2021).

Uma alternativa para a emissão de poluentes nos motores do ciclo Otto e do ciclo diesel é a utilização de catalisadores associados a recirculação de gases, o que oferece maior eficiência no processo.

Os motores de ciclo Otto convencional, o controle preciso da mistura, em torno da ideal, não resolve totalmente o problema deste tipo de emissão. Na situação de regulamentações mais restritivas, a solução consiste na recirculação dos gases de escape associada ao pós-tratamento com catalisador de 3 vias.

Nos motores de ciclo Otto GDi (injeção direta), por trabalharem com mistura estequiométrica e pobre, a solução consiste no pós-tratamento com catalisador de 3 vias e catalisador adsorvente de NOx e/ou sistema de recirculação dos gases de escape.

Nos motores de ciclo Diesel as emissões de NOx são menores, mas, em função de trabalhar com mistura pobre, não é possível a utilização do catalisador de 3 vias, já que este exige a combustão de mistura em torno da estequiométrica, para assegurar máxima eficiência de conversão. Assim, no motor diesel, a solução consiste na recirculação dos gases de escape e no pós-tratamento utilizando algum dos tipos disponíveis de catalisadores de NOx (MANAVELLA, 2016).

O processo finaliza com os gases de escape passando pelo catalisador, que tem como objetivo elevar a temperatura até ocorrer a sublimação de todo excesso de material retido no filtro de partículas.

Os gases resultantes da combustão, que vão para atmosfera, passam por um catalisador de oxidação de diesel chamado de DOC (*Diesel Oxidation Catalyst*). O DOC tem a função de aumentar a temperatura dos gases de escape a ponto de sublimar todo excesso de material particulado retido no filtro de partículas (DPF – *Diesel Particulate Filter*), que, em seguida, é expelido na forma de gás pela secção final da tubulação de escape (FARIA, 2016).

Com a finalidade de expor algumas vantagens do sistema EGR, o presente trabalho visa ressaltar, a partir do estudo e apontamentos feitos, a importância dessa válvula no cenário energético atual. A figura 2 abaixo ilustra a diminuição das emissões de NOx utilizando a recirculação de gases.

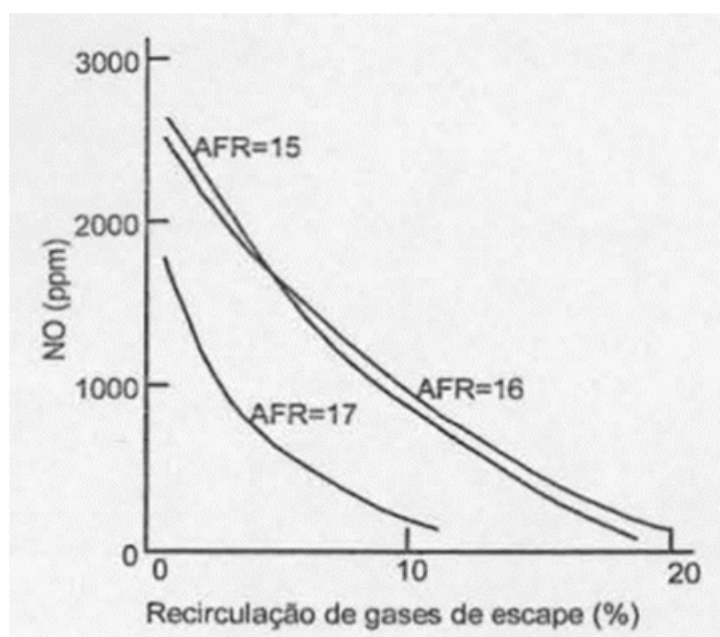


Figura 2. Emissão de NOx em função do EGR

Fonte: Martins (2006, p. 318)

Analisando o gráfico observa-se que à medida que se aumenta a recirculação dos gases a taxa de emissão de NOx tende a diminuir proporcionalmente. Além disso, a relação ar-combustível (AFR) também tem influência nesse processo. Em que quanto maior for a relação AFR, menor será a produção de NOx e de gases recirculados. Porém, se a relação for baixa será necessária uma porcentagem maior de gases de escapamento redirecionados para a admissão do motor para que haja redução na produção de NOx.

Após o entendimento do seu funcionamento, nota-se que a recirculação de gases de escapamento é uma alternativa eficiente para a redução dos gases poluentes. Entretanto, apresenta algumas limitações (Quadro 1).

Vantagens	Desvantagens
Não requer reagentes químicos	Aumento do consumo de combustível
Realiza a recirculação de parte dos gases de escapamento até a câmara de combustão, para redução dos gases NOx	Facilidade de entupimento devido ao acúmulo de fuligem
Utiliza o mesmo sistema de arrefecimento do motor	Diminuição da potência
É mais sensível ao teor de enxofre presente no Diesel	

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da válvula EGR

Fonte: Canaldapeca (2016)

Os resultados da recirculação de gases de escapamento podem variar dependendo do tipo de motor e das condições de operação. No geral, essa técnica tem o potencial de reduzir as emissões de NOx em até 50%, sem comprometer significativamente o desempenho do motor. No entanto, a recirculação excessiva de gases de escapamento pode reduzir a eficiência do motor e aumentar as emissões de outros poluentes, como hidrocarbonetos e monóxido de carbono.

Além disso, a recirculação de gases de escapamento pode ter impactos negativos na durabilidade do motor, especialmente em motores a gasolina, devido ao acúmulo de depósitos nos cilindros e nas velas de ignição. Para minimizar esses efeitos, é importante utilizar combustíveis de alta qualidade.

Desse modo, é preferível e recomendado a do EGR utilização aliada a outros métodos de redução de emissões, a exemplo de catalizadores. Além disso, vale ressaltar que manutenções periódicas ajudam a prolongar a vida útil dos mecanismos do sistema.

3. CONCLUSÃO

A crescente preocupação com o impacto ambiental dos veículos levou a criação da recirculação dos gases de escapamento. Essa técnica consiste em recircular uma parte dos gases de escape para dentro do motor, gerando uma mistura pobre e reduzindo a quantidade de emissões de poluentes na atmosfera. Outrossim, a utilização da válvula EGR também reduz o consumo de combustível e aumenta a vida útil de alguns componentes. Entretanto, esta válvula pode gerar alguns inconvenientes como a diminuição de potência e o aumento do consumo de combustível.

Em termos de discussões, a recirculação de gases de escapamento é um assunto controverso, com defensores e críticos. Os defensores argumentam que essa técnica é uma

forma eficaz e econômica de reduzir as emissões de poluentes dos motores a combustão interna, especialmente em aplicações comerciais e industriais. Já os críticos argumentam que a recirculação de gases de escapamento pode comprometer o desempenho e a eficiência dos motores, além de aumentar o custo de manutenção.

De qualquer forma, a recirculação de gases de escapamento é uma técnica amplamente utilizada na indústria automotiva e em outras aplicações comerciais e industriais, e continuará sendo um assunto de debate e pesquisa.

Em suma, ao analisar os dados expostos neste trabalho, observa-se que a adoção do EGR é uma alternativa eficaz não só para redução de NOx como também de outros gases poluentes. Contudo, há a necessidade de uma atenção especial quanto a sua manutenção, pois defeito e/ou falha deste mecanismo podem gerar sérios danos ao veículo e ao meio ambiente. Além disso, sua utilização aliada a outros mecanismos redutores de emissões, como os catalisadores, evitam o acúmulo de material e outros problemas que possam ser causados pela combustão pobre do motor aumentando ainda mais a eficiência do processo.

Referências

BASSO, Matheus Maciel. **Estudo de viabilidade de redução de poluentes de motores de combustão interna de ciclo diesel**. 2022. 53 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, 2022.

BRUNETTI, Franco. **Motores a Combustão Interna**: volume 2. São Paulo: Blucher, 2012.

CANALDAPECA. **EGR e SCR: Soluções Na Redução de Poluentes em Motores Diesel**. 2016. Disponível em: <https://www.canaldapeca.com.br/blog/seistema-egr-egr-redutores-de-poluicao/>. Acesso em: 06 mar. 2023.

FARIAS, Flávio. **EGR e SCR: duas soluções para um ar mais limpo**. São Paulo: Revista O Mecânico, 2016. Disponível em: <https://omecanico.com.br/ed-264-especial-diesel-motor/>. Acesso em 06 mar. 2023.

FLEXFUEL ENERGY DEVELOPMENT. **EGR valve: Function and maintenance**. 2022. Disponível em: <https://www.flexfuel-company.co.uk/technical-information/egr-valve/#:~:text=The%20EGR%20valve%20was%20invented,it%20mandatory%20in%20diesel%20vehicles>. Acesso em: 27 fev. 2023.

HODGKINSON, Paige. **What is an EGR Valve?**. Disponível em: <https://www.evanshalshaw.com/blog/what-is-an-egr-valve/>. Acesso em: 06 mar. 2023.

MANAVELLA, Humberto. **Diferenças: sistemas e estratégias para o controle de emissões de NOx – EGR externos e interno**. Disponível em: <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/diferencas-sistemas-e-estrategias-para-o-controle-de-emissoes-de-nox-egr-externos-e-interno>. Acesso em: 06 mar. 2023.

MARTINS, Jorge. **Motores a combustão interna**. Porto: Publindústria, 2006.

MENEZES, Eliana Weber de. **Produção de trabalho, Geração de contaminantes e tratamento pós-combustão em motores ciclo diesel**. 2009. 170 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MURARO, Marco Antonio. **Efeito do uso de recirculação de gases de exaustão (EGR) na contaminação do lubrificante e no desgaste de anel e camisa de motor de combustão interna com ciclo diesel**. 2016. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2020>. Acesso em: 06 mar. 2023.

PEREIRA, David Telerman Pacheco. **Análise dos métodos de controle e redução dos poluentes emitidos pelos motores de combustão interna no Brasil**. 2019. 64 f. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2019.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **The Clean Air Act (CAA) [1970]**. Disponível em: <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act>. Acesso em: 27 fev. 2023.

X-ENGINEER. **Exhaust Gas Recirculation (EGR) complete guide – introduction**. 2023. Disponível em: <https://x-engineer.org/exhaust-gas-recirculation-egr-introduction/>. Acesso em: 27 fev. 2023.





6

CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES DE USO COLETIVO CLIMATIZADOS POR CONDICIONADORES DE AR

*MAINTENANCE CONDITIONS FOR ASSURING AIR QUALITY IN COLLECTIVE USE
ENVIRONMENTS AIR CONDITIONED*

Ítalo Sousa Mendonça de Medeiros¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Antônio Merval Tavares²

Thiago Santana de Oliveira²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

As pessoas passam cada vez mais tempo dentro de ambientes fechados seja a trabalho, estudos ou lazer e em muitos casos fazem uso de condicionadores de ar com o interesse de climatizar de forma confortável esses ambientes nos quais se encontram. Portanto, é de fundamental importância que seja gerenciado o funcionamento desses equipamentos e se crie mecanismos de manutenção, com a finalidade de garantir o pleno funcionamento desses aparelhos essenciais para o conforto dos usuários e também controlar a qualidade do ar que esses instrumentos fazem circular pelos ambientes fechados, já que esse ar pode afetar diretamente na saúde e na vida desses usuários. Dessa forma questionou-se: como o processo de manutenção pode garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar dentro de ambientes climatizados? Nesse sentido abordou-se nesse artigo as informações sobre quais as condições necessárias de manutenção que precisam ser gerenciadas e executadas nesses aparelhos segundo as Leis, Normas e Decretos existente na literatura brasileira para que se obtenha o funcionamento integral dos aparelhos e se mantenha uma boa qualidade do ar nos ambientes internos com base no objetivo geral com o fim de levantar quais os parâmetros de manutenção que precisam ser verificados e controlados para garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar em ambientes climatizados. Para obtenção dos resultados desse estudo foi realizado um levantamento bibliográfico em fontes produzidas nos últimos dez anos.

Palavras-chave: Condicionadores de ar, Coletivo, Manutenção, Qualidade.

Abstract

People spend more and more time indoors, whether for work, study or leisure, and in many cases, they use air conditioners in the interest of comfortably acclimatizing the environments they are in. Therefore, it is of fundamental importance to manage the operation of these equipment and to create maintenance mechanisms, with the purpose of guaranteeing the full functioning of these essential devices for the comfort of the users and also to control the quality of the air that these instruments circulate through the environments. closed, as this air can directly affect the health and life of these users. Thus, the following question was asked: how can the maintenance process guarantee air quality and safety in the operation of air conditioners within climate-controlled environments? In this sense, this article addressed the information about the necessary maintenance conditions that need to be managed and executed in these devices according to the Laws, Standards and Decrees existing in the Brazilian literature in order to obtain the full functioning of the devices and maintain a good quality of air in indoor environments based on the general objective in order to raise which maintenance parameters need to be checked and controlled to guarantee air quality and safety in the operation of air conditioners in climate-controlled environments. To obtain the results of this study, a bibliographical survey was carried out in sources produced in the last ten years.

Keywords: Air conditioners, Collective, Maintenance, Quality.



1. INTRODUÇÃO

A climatização de ambientes internos seja com as finalidades de lazer, moradia ou trabalho é comum nos dias atuais. Aumentar o conforto térmico do usuário, controlando a temperatura, umidade e velocidade do ar nas edificações é o que a tecnologia nos proporciona. Pensando nesse conforto, na qualidade do ar e na saúde do usuário é que o presente estudo será realizado. A Qualidade do ar em ambientes particular ou público, de uso coletivo, afeta direta ou indiretamente qual em sua falta de manutenção correta afeta a saúde da população como um todo.

Nesse sentido os condicionadores de ar são fundamentais para garantir o conforto térmico dos ambientes modernos, porém, a utilização dos mesmos sem a devida manutenção pode interferir diretamente na segurança desses ambientes. Destaca-se ainda que a má qualidade do ar no interno, sem citar que, atrelada a falta de manutenção existe uma grande probabilidade desses aparelhos apresentarem panes elétricas e curtos circuitos com focos de incêndios de suas peças, gerando riscos diretos aos ocupantes desses ambientes.

Por esta razão, o trabalho se torna de grande relevância para sociedade, uma vez que a sociedade nos últimos sofreu drásticas mudanças relacionadas a saúde, prevenção e manutenção de condicionadores de ar em ambientes coletivos. Basta voltarmos no tempo, mais precisamente no ao de 2019, quando o Mundo passa por um processo de transformação coletiva abrupta.

A chegada da doença conhecida como COVID-19 e que foi a causadora de milhares de morte, fez com que se repensasse em planos de manutenção mais frequentes, uma vez que essa doença se propaga rapidamente pelo ar. Nesse viés o trabalho se justifica na necessidade da garantia da qualidade do ar em ambientes de uso coletivo, conforme normatizado pela Lei 13.589/2018, através de um plano de manutenção dos aparelhos de ares-condicionados.

A problemática discutida é oriunda a partir do questionamento: como o processo de manutenção pode garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar dentro de ambientes climatizados? Portanto o presente trabalho visa levantar, através de pesquisa bibliográfica, os fatores de manutenção que podem contribuir para a entrega da boa qualidade do ar e garantir a segurança desses ambientes de uso coletivo.

Nessa perspectiva, o objetivo central da pesquisa foi o de realizar um levantamento bibliográfico, evidenciando a Lei - 13.589/2018, Normas e Portarias MS 3.523/1998, a fim de levantar quais os parâmetros de manutenção que precisam ser verificados e controlados para garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar em ambientes climatizados.

Como objetivos secundários, evidencia-se no decorrer do artigo, conceitos e entendimentos sobre o que é climatização de ambientes, bem como será destacado as diretrizes da PMOC nas normas da portaria MS 3.523/1998, na Lei 13.589/2018, apresentado planos de manutenção corretiva e preventiva destacados na Lei e portaria já citada.

2. METODOLOGIA

Segundo Marconi (2017, p. 32), define metodologia como sendo “a pesquisa tem como objetivo conhecer e explicar [...] como os fenômenos operam, qual sua função e estrutura, quais as mudanças efetuadas e como se realizam”. Nesse enfoque o artigo apresentado teve como base de desenvolvimento e de pesquisa o método de revisão bibliográfica/literatura.

O presente trabalho de pesquisa, se desenvolveu através de revisões de literaturas, e fez uma pesquisa qualitativa e descritiva de forma a levantar quais são os parâmetros vigentes e as tomadas de decisões corretas para que se consiga garantir uma boa qualidade do ar em ambientes climatizados termicamente por condicionadores de ar e assim garantir a manutenção da saúde dos ocupantes.

Como forma de parâmetro para execução da pesquisa foram tomadas algumas decisões para que se fosse atingido o objetivo da pesquisa científica. Delimitou-se na fase inicial o método de pesquisa a ser utilizado no artigo, posterior a essa etapa, foi feito um levantamento bibliográfico de livros, periódicos, artigos, teses, sites especializados, sites de banco de dados etc. O banco de dados utilizado foi: SCIELO, e banco de teses: CAPES, UFMA, UEMA, bem como busca em sites especializados como governo Federal. Ministério da Saúde, a fim de identificar Leis, Decretos, Normas e Portarias que fizesse referência ao tema proposto no trabalho.

Utilizou-se para a busca de conteúdo, alguns descritores como: “Qualidade do ar interno”, “Climatização de ambientes internos”, “PMOC”, “Manutenção Preventiva” e “Manutenção Corretiva”. As fontes bibliográficas foram exploradas a fim de ampliar a compreensão a respeito do tema adotando fontes primárias como publicações dos últimos 10 (dez) anos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Climatização

De acordo com a História, foi no final em meados do século XIX, que surgiram os primeiros “sistemas refrigeradores” equipamentos condicionadores de ar. Por volta de 1897, McCreat elaborou e registrou o primeiro sistema de refrigeração e climatização. Foi considerado o primeiro método de controle de temperatura, pois carregava em sua utilidade um sistema de resfriamento de água e que posterior ao resfriamento, era lançado no ambiente. Podia ser utilizado tanto na industrial quando no uso residencial (VIANA, 2014).

A climatização, ocorre através de um sistema, que têm como finalidade o de modificar a umidade e a temperatura de um ambiente a fim de proporcionar um conforto térmico para seus usuários ou deixar o ambiente adequado para o funcionamento de equipamentos. Em 1902, o Norte-Americano Willys Carries, com apenas 25 anos de idade, apresentou a sociedade os primeiros equipamentos condicionadores de ar para espaços fechados. Foi considerado o precursor do equipamento condicionador de ar da modernidade (ARAUJO,2011).

O Ministério da Saúde, em sua Portaria N° 3.523/1998 de, define que climatização é um conjunto de processos que são empregados através de equipamentos de refrigeração em ambientes fechado, para obtenção de condições específicas de conforto térmico e boa qualidade do ar que devem ser adequadas para o bem-estar dos ocupantes (BRASIL, 1998).

O Ministério do Trabalho em um evento realizado no ano de 2021 que teve como tema a Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho (CANPAT), define climati-



zação como sendo o um ambiente artificialmente climatizado, tendo como características: Delimitação de um espaço físico, dimensões e instalações próprias e que são submetidos a climatização por meio de equipamentos; Climatização: conjunto de processos empregados para se obter, por meio de equipamentos, em recintos fechados, condições de conforto e boa qualidade do ar, adequadas ao bem-estar dos seus ocupantes; Ar condicionado: Processo de tratamento de ar, destinado a manter os requeridos de Qualidade de Ar Ambiental Interior (QAI) do espaço artificialmente climatizado, controlando variáveis de temperatura, umidade, velocidade do ar, concentrações de material particulado, partículas biológicas e teor de oxidação de carbono (CO₂) (PALADINI, 2016).

Portanto, para garantir essas condições de específicas de conforto térmico e boa qualidade do ar o Ministério da Saúde definiu, ainda na Portaria N° 3.523/1998, definiu uma série de procedimentos para o planejamento de manutenções, operação e controle (PMOC) a fim de elencar quais itens devem ser inspecionados para assim garantir o pleno funcionamento dos aparelhos de climatização e garantir uma boa qualidade do ar nesses ambientes.

3.2 Qualidade do ar

Ao se tratar de qualidade de ar em ambientes climatizados, observa-se que essa promoção está intimamente ligada a questão da manutenção da saúde e do bem-estar dos usuários dentro dos ambientes internos. Basta pensar que o trabalhador de forma geral, passa 1/3 do dia confinado dentro de um ambiente empresarial, seja esse de caráter público ou privado. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), destaca que qualidade do ar interno, está em conformidade com a aceitabilidade quando: “Estão livres de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas a saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 80% dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologias de desconforto” (BRASIL, 2003, p.1).

Em ambientes internos, os poluentes podem se manifestar como poeira, fibras de móveis, mofo, pó de mariposa, que se acumulam em móveis, carpetes, cortinas, papéis velhos e se espalham pelo ar interno. Compostos orgânicos voláteis, liberados de tintas, vernizes, produtos de limpeza, além da fumaça do tabaco, são comuns em ambientes de circulação e causam diversas doenças além de causar desconforto aos usuários (BRASIL, 2003).

Alguns poluentes atmosféricos podem causar reações alérgicas, incluindo rinite alérgica, certos tipos de asma e pneumonia. Os sintomas podem ser: nariz escorrendo lacrimejamento persistente, tosse, letargia, febre e problemas digestivos. As pessoas com doenças respiratórias ou alergias são particularmente vulneráveis à contaminação com agentes biológicos através do ar interior (ABRAVA, 2018).

Nesse sentido, a ANVISA n° 09, de 16 de janeiro de 2003 propõe padrões de referências que visam garantir a qualidade do ar interior em ambientes artificialmente climatizados e de uso público e coletivo. Essa resolução trata da contaminação por agentes químicos e biológicos (fungos, bactérias, protozoários, vírus, pólen, artrópodes, monóxido e dióxido de carbono), sendo esses os mais recorrentes (BRASIL, 2003).

Para delimitar padrões de qualidade a ANVISA estabelece níveis de aceitabilidade de contaminação, ou nível máximo recomendado - (VMR) sendo esse igual a 750 ufc/m³ de fungos. Quando a contaminação detectada for superior ao valor estabelecido deverá ser executada uma correção preventiva. Nesse sentido cabe destacar que para se assegurar a

qualidade são necessárias limpeza, manutenção, operação e controle adequados obedecendo a Legislação vigente.

3.3 Síndrome dos Edifícios Doentes – SED

A Síndrome do Edifício Doente (SED) começou a ser estudada nos inícios dos anos 70. O termo Síndrome dos Edifícios Doentes foi reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no ano de 1982, e foi caracterizada e associada a uma combinação de agravos a saúde da população, sendo muito associado ao uso de condicionadores de ar em ambientes de confinamento (ABRAVA, 2018).

Esse termo ficou mundialmente conhecido depois da confirmação de que vários trabalhadores morreram em decorrência de uma grave pneumonia atípica, gerada pela falta de manutenção preventiva e corretiva de aparelhos condicionadores de ar. A causa da pneumonia foi consequência do acúmulo de diversos micro-organismos nocivos à saúde humana que estavam impregnados em peças do aparelho condiciona e que eram expelidas no ar (ABRAVA, 2018).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), a define essa síndrome tendo como algumas características que carecem de atenção, como por exemplo: fadiga, letargia, rouquidão, sonolência, falta de concentração, prurido e ardor nos olhos, irritação, vias respiratórias infeccionadas. Por esse motivo, existe hoje uma preocupação com os espaços de uso coletivo, em especial com o ambiente de uso coletivo interno, a causa dessa preocupação é o Vírus – SARS-COV-2 conhecido popularmente como COVID-19. Causador de milhares de mortes e outros milhares doentes. (PALADINI, 2016).

A principal forma de transmissão do vírus ocorre através da emissão de gotículas respiratórias liberadas por um agente contaminado. Pode ser transmitido por tosse, espirros e até mesmo pela gotícula expelida ao falar. Em ambientes artificialmente climatizados e de uso coletivo a disseminação desse vírus é ainda mais rápida e tem um alcance maior de pessoas. Pensando nessa situação pandêmica é que o Plano de Manutenção, Operação e Controle deve ser executado com maior frequência obedecendo o que a Leis e as Normas diretivas estabelecem (SANTOS, et al. 1998 *apud* PALADINI, 2016).

3.4 Legislação e características do PMOC

O funcionamento do sistema de climatização de ar condicionado que atingir capacidade térmica instalada acima de 60000 BTUS passou a ser regida de 2018 o então Presidente da república Michel Temer, sancionou a lei N° 13.589, de 4 de janeiro de 2018, a qual obriga que todos os ambientes públicos ou privados de uso coletivo, que sejam refrigerados artificialmente, com carga térmica de refrigeração acima de cinco toneladas de refrigeração, possuam um plano de manutenção do sistema de refrigeração, para que assim se reduza os potenciais riscos à saúde humana através da contaminação do ar (BRASIL, 2018).

Para a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento, na sua Cartilha de orientação sobre manutenção de sistemas de climatização (ABRAVA, 2018), o PMOC é o documento deve conter todos os dados da edificação, do sistema de climatização e do seu responsável técnico tal como todos os procedimentos feitos no sistema de climatização e toda a sua rotina de manutenção que comprove a sua execução.



A portaria N° 3.523/1998, tem como principal função definir medidas básicas de verificação visual do estado de higienização, da retirada de sujidades através de procedimentos físicos e manutenção dos sistemas de climatização sendo exemplos dessas medidas: Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja; Limpar as serpentinas e bandejas Verificar a operação dos controles de vazão; Verificar a operação de drenagem de água da bandeja; Verificar o estado de conservação do isolamento termo acústico; Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete; Verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento; Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos; Limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor); Verificar os filtros de ar (BRASIL, 1998). Segundo a portaria, somente através das manutenções é possível garantir o bem-estar, o conforto, a produtividade e a diminuição do absenteísmo ao trabalho.

3.5 Manutenções em condicionadores de ar

A respeito das manutenções em condicionadores de ar é de suma importância salientarmos que:

A manutenção do sistema de ar-condicionado deve ser cuidadosamente planejada e executada. A manutenção não tem apenas a finalidade de manter os equipamentos e as instalações em condições de funcionamento mecânico e elétrico. De igual importância, sua finalidade é também garantir a qualidade do ar de interior. Uma manutenção inadequada pode ser a causa principal de uma má qualidade do ar (ABNT; NBR16401-3, 2008, p.16).

A missão atual da manutenção é garantir a confiabilidade e a disponibilidade do funcionamento dos equipamentos e instalação, a fim de atender plenamente ao processo de produção ou de serviços, garantindo segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados (KARDEC; NASCIF, 2019). Muitos autores abordam vários tipos de manutenção sendo classificadas em: Preventiva, corretiva, preditiva e produtiva total. Neste estudo, optou-se por aprofundar-se na preventiva e corretiva.

A manutenção preventiva é caracterizada como substituição de peças ou componentes antes que atinjam a idade em que passam a ter risco de quebra. Ela analisa possíveis defeitos das peças, equipamentos ou sistemas ao longo do tempo, ou seja, ela procura prevenir antes que a falha ocorra.

Segundo Kardec e Nascif (2019), a manutenção preventiva possibilita um conhecimento prévio das ações a serem tomadas, permitindo assim um melhor gerenciamento das atividades, além de uma maior previsibilidade da quantidade a ser utilizada de insumos e matérias nos sistemas de refrigeração. A manutenção preventiva é uma ação efetuada em intervalos previamente estabelecidos que tem como principal função reduzir a probabilidade de falha ou interrupção no funcionamento dos equipamentos, evitando assim futuras manutenções corretivas e a degradação precoce do equipamento (NBR 13971:2014).

A resolução n° 9, de 16 de janeiro de 2003 da ANVISA nos traz uma série de medidas de manutenção preventiva que devem ser tomadas em determinados intervalos de tempo a fim de se manter a qualidade do ar interior, são elas: Tomada de ar externo: Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração, no máximo 3 meses; Unidades filtrantes: Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração, no máximo 3 meses; Bandeja de condensado: Mensal; Serpentina de aquecimento: Desincrustação semestral e lim-

peza trimestral; Serpentina de resfriamento: Desincrustação semestral e limpeza trimestral; Umidificador: Desincrustação semestral e limpeza trimestral; Ventilador: Semestral; Plenum de mistura/casa de máquinas: Mensal (BRASIL, 2003).

Já a ABRAVA (2016) na sua RENABRAVA 06 – 03/2016 detalha como deve ser feita a inspeção visual de cada item, como: Bandeja de condensado: Verificar se existe acúmulo de água na bandeja de água condensada, com a presença de limo (matéria orgânica) e se há pontos de ferrugem na mesma. A drenagem deve estar desobstruída e sua tubulação de saída deve ser sifonada; Serpentinhas: Verificar o estado de limpeza das tubulações e se suas aletas não estão amassadas; Ventiladores: inspecionar o ventilador de ar quanto a presença de corrosão, presença de sujeira e acúmulo de pó nas aletas.

Já a Manutenção corretiva baseia-se na intervenção necessária para evitar graves consequências aos instrumentos de produção. Ela é o tipo de manutenção utilizada nas empresas sendo implantada a todo nível de planejamento de manutenção, ou seja, tem a função de corrigir falhas em equipamentos, sistemas, entre outros mecanismos visando restabelecer sua função. Ela geralmente tem um custo elevado, pois a falha inesperada pode acarretar queda da qualidade e produtividade.

Segundo Kardec e Nascif (2019), a manutenção corretiva é a atuação do operador a fim de corrigir uma falha ou problema de desempenho em um determinado equipamento, podendo ser essa correção emergencial, ou seja, após a falha e interrupção do funcionamento do equipamento ou através da correção planejada, que é a substituição do componente que está afetando no desempenho do equipamento antes dele falhar e interromper no funcionamento do equipamento, o que torna a correção mais rápida e barata ao cliente.

Portanto, o somatório das práticas de manutenção preventiva e corretiva planejada visando o bom funcionamento e desempenho térmico dos sistemas de climatização, permitirá o correto controle dos ajustes das variáveis de manutenção e controle dos poluentes dos ambientes. Assim, os serviços executados na manutenção devem envolver grandes aspectos de ações que vão desde a identificação dos problemas a ações técnicas e operacionais além de promover o aumento da sensibilização da mão de obra e participação no processo de controle de qualidade.

Como resultados foram localizados 32 artigos que englobavam sobre qualidade nas manutenções, porém apenas 10 artigos que atendiam à temática, ou seja, especificavam em relação a qualidade da manutenção em ar-condicionado, no qual foram utilizados neste estudo para possíveis análises. Por possuir poucos estudos publicados de forma específica, optou-se em selecionar um de cada ano, entre o período de 2013 a 2023, ou seja, últimos dez anos, para melhor verificar as diferenças ou evolução em relação aos conceitos e características relacionadas a manutenção de ar-condicionados.

Quanto aos aspectos da abordagem metodológica sobressaem a utilização do método qualitativo na qual observou-se cada ideia abordado pelos autores estudados. A seguir tem-se a apresentação das principais obras que foram utilizadas nesse estudo de revisão bibliográfica, os quais serviram de apoio na estruturação do corpo, elaboração dos resultados, discussões e das considerações finais.

Referência	País, Ano	Análise e Discussão
Lopes; Almeida (2023)	Brasil, 2023	A Qualidade do ar interno (QAI) impacta diretamente na saúde humana, com efeitos a curto e longo prazo, citando o COVID-19. A manutenção das condições psicométricas adequadas, precisa advir de ações conjuntas que englobem desde o cumprimento da legislação e normatização no projeto, passando pelos cuidados com as instalações e manuseios dos equipamentos e das variáveis, até a realização correta das manutenções periódicas de todo o sistema de condicionadores de ar.
Caballero; Copetti; Nepo- muceno (2022)	Brasil, 2022	O controle das manutenções preventivas e higienizações realizadas, assim também como das manutenções corretivas melhorou substancialmente visto que no cenário anterior as manutenções e higienizações eram realizadas apenas quando o aparelho apresentava alguma avaria. Para o setor de manutenção, o procedimento aumentou a eficiência na tomada de decisão e alinhamento junto aos ocupantes do recinto quanto a manutenção dos equipamentos visto que isso poderá ser tratado com antecedência a manutenção.
Silva (2021)	Brasil, 2021	Apesar da saúde do edifício ser considerada saudável, a implantação do PMOC se faz necessária para melhorar a eficiência na manutenção destes sistemas obtendo um melhor controle da qualidade do ar dos quartos do hotel. Outra vantagem que se espera é, com as planilhas do PMOC atualizadas e arquivadas, é possível obter um histórico de manutenção mais abrangente e completo de todo o sistema a fim de facilitar o gerenciamento das tarefas de manutenção.
Cutrim, Figuei- redo, Concei- ção (2019)	Brasil, 2019	A manutenção não é apenas manter a capacidade operacional/funcional dos equipamentos, mas, principalmente, saber identificar falhas e propor soluções para um melhor desempenho do equipamento e da equipe de manutenção.
Toledo (2018)	Brasil, 2018	A tendência de retorno das atividades de inspeção dos serviços vem no sentido de uma abordagem de manutenção, além de contribuir para uma redução das falhas apresentadas no atendimento ao cliente, entretanto, essa manutenção não deve ser vista apenas como uma alternativa para o controle da qualidade, mas como uma forma de melhoria dos serviços e organização do trabalho.
Juran (2017)	Brasil, 2017	O planejamento da qualidade: Identificar os clientes, determinar as suas necessidades, criar características de produto que satisfaçam essas necessidades. A melhoria da qualidade: Reconhecer as necessidades de melhoria, transformar as oportunidades em uma tarefa de todos os trabalhadores, avaliar a progressão dos projetos, rever os sistemas de recompensa para aumentar o nível de melhorias. O controle da qualidade: avaliar o nível de desempenho atual, comparar com os objetivos fixados, tomar medidas para reduzir a diferença entre o desempenho atual e o previsto.
Paladini (2016)	Brasil, 2016	A melhoria contínua é o princípio que sempre deve ser lembrado na manutenção, pois é através dele que se realizam as ações corretivas e preventivas para evitar que os problemas sejam repetidos evitando assim que o verdadeiro objetivo seja atingido.
Ferreira (2015)	Brasil, 2015	É de suma importância que aparelhos de ar-condicionado possuam uma programação para a execução de manutenções que venham a prevenir e eliminar qualquer tipo de organismo que possam ser prejudiciais à saúde humana e diminuir a ocorrências de falhas desses aparelhos, aumentando assim a segurança desses ambientes e o tempo de disponibilidade desses aparelhos.

Viana (2014)	Brasil, 2014	É possível aumentar a eficiência dos equipamentos, com redução dos custos operacionais, sendo utilizada nos reparos e na gestão dos equipamentos. A manutenção não pode se limitar apenas em corrigir problemas cotidianos, mas buscar melhorias constantes para o aproveitamento dos instrumentos de produção já que a “manutenção cuida dos intramuros de uma companhia”.
Marè; Leite (2013)	Brasil, 2013	O Planejamento se enquadra no processamento da manutenção em condicionadores de ar quando reconhece a necessidade de elaborar estratégias em suas operações em busca do seu melhoramento, ou seja, o Planejamento é a “tarefa de determinar a capacidade efetiva da operação.

Quadro 1. Síntese dos periódicos utilizados na pesquisa

Fonte: O autor

A partir do exposto nessa pesquisa foi possível categorizar alguns estudos acerca da qualidade da manutenção em climatização de ambientes internos, voltados para climatizadores de ar em ambientes de uso coletivo. O processo de manutenção está cada vez mais tendo importância no alcance dos objetivos globais da organização, principalmente aqueles relacionados a climatização de ambiente para garantir a qualidade do ar em ambientes de uso coletivo climatizados por condicionadores de ar.

Diante das literaturas analisadas, verificou-se que o processo de manutenção deve servir de apoio para que a qualidade do ar consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades. Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objetivos da qualidade é alcançado com um bom planejamento de manutenção.

A aplicabilidade de manutenção tanto preventiva e corretiva, representa um fator diferencial na qualidade dos equipamentos e conseqüentemente na garantia da qualidade do ar. Além disso, caracteriza-se como uma ferramenta para alertar e monitorar chamados de maneira proativa além de avaliar o desempenho das operações, servindo como resposta a inquietação desta pesquisa em saber como o processo de manutenção pode garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar dentro de ambientes climatizado.

4. CONCLUSÃO

Entre os principais pontos identificados nas literaturas analisadas estão a importância da manutenção preventiva sobrepondo a corretiva, com a finalidade de garantia da qualidade tanto do aparelho quanto do ar em ambiente coletivo. Verificou-se que após a pandemia do covid-19 muitos estudos passaram sobre a relevância desse tema passou a ser publicado, pois o ambiente fechado é visto como um local apropriado para proliferação do vírus, fazendo com que se tenha mais cuidado em relação a qualidade dos climatizadores de ar.

Percebeu-se que o Governo Federal, com a criação e consolidação do PMOC tornou possível que se adotasse medidas protetivas que visam a qualidade do ar em ambientes de confinamento coletivo quando regulamenta a Portaria 3.523/98 e a Resolução 09/2003. Assim, com o PMOC conseguiu-se padronizar os requisitos para parâmetros composição física e química do ar interior, bem como a identificação de poluentes de propriedades químicas, físicas e biológicas, sua tolerância e métodos de controle, e como pré-requisito para instalar o projeto e executar ar-condicionado.

Sendo assim, conclui-se que a aplicabilidade constante de manutenção tanto preventiva quanto corretiva, representa um fator diferencial na qualidade dos equipamentos e conseqüentemente na garantia da qualidade do ar.

O presente trabalho acadêmico cumpriu com a sua finalidade institucional e acadêmica, pois conseguiu atingir os objetivos propostos através da revisão de literatura, na medida em que destaca os estudos mais relevantes que abordam a Lei - 13.589/2018, Normas e Portarias MS 3.523/1998, apresentando ainda os parâmetros de manutenção que precisam ser verificados e controlados para garantir a qualidade do ar e a segurança no funcionamento dos condicionadores de ar em ambientes climatizados.

Sugere-se que para que se tenha sucesso no planejamento do PMOC deve ser um planejado de forma a garantir que a execução e manutenção dos sistemas condicionadores de ar estejam dentro das condições estabelecidas na Lei, ou seja, que estejam sempre limpos, higienizados, preservando assim a saúde do usuário, expondo a importância de se realizar constantemente os serviços de manutenção garantindo assim qualidade dos equipamentos.

Espera-se, por fim, que as informações descritas sirvam como fonte de pesquisa para outros acadêmicos, ou estudantes de áreas afins, na qual, não se limitam ao estudo realizado, mas fornecem orientações científicas para outras pesquisas e práticas para as empresas que pretendem implementar sobre qualidade na manutenção.

Referências

ARAUJO, Eliete de Pinho. **Apostila de ar condicionado e exaustão**. 6. ed. Brasília: Loyola, 2011. 119 p. Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xyw4E_cozPoJ:https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7455/1/Apostila%2520ar%2520condicionado%252010.2011.pdf+%cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 24 abr. 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13971: Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar, Ventilação e Aquecimento – Manutenção Programada** Rio de Janeiro, 2014.

ABRAVA. Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento. **Cartilha de orientação sobre manutenção de sistemas de climatização**. São Paulo - SP, 2018. 04 p. Disponível em: <http://abrava.com.br/wp-content/uploads/2018/06/RENABRAVA-07-vers%C3%A3o-final-12-de-junho.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

ABRAVA. Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento. **Resolução RE nº 09, de novembro de 2003**. Brasília, v. 29, n. 2, dez. 2003. Disponível em: <http://www.abrava.com.br/html>. Acesso em: 21 mar. 2023.

ABRAVA. Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento **RENABRAVA 06 – 03/2016**. São Paulo - SP, 2016. 08 p. Disponível em: <http://www.dnqaiabrava.org.br/html/arquivos/arq515081624277.pdf> Acesso em: 24/04/2023.

BRASIL. Lei Nº 13.589 de 4 de janeiro de 2018. Michel Temer. Brasília- DF. 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, D.F., 8 abr. 2018 Seção 1, pt. 1, p. 897. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13589.htm. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998. José Serra. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Brasília – DF. 1998. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. Resolução-re nº 9, de 16 de janeiro de 2003. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Brasília – DF. 2003. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0009_16_01_2003.html. Acesso em: 24 abr. 2022.

CABALLERO, Matias; COPETTI, Bruno; NEPOMUCENO, Rodrigo. **Desenvolvimento de um PMOC para o centro universitário união das américas-descomplica**. 2022. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário União das Américas, Foz do Iguaçu, Paraná, 2022. Disponível em: <https://pleiade>.

uniamerica.br/index.php/bibliotec/894. Acesso em: 10 abr. 2023.

CUTRIM, Marco André Matos; FIGUEIREDO, Lays Silva; CONCEIÇÃO, Kelly Vanessa Barbosa. **Utilização de ferramentas de controle na manutenção de ar-condicionado: estudo de caso no setor de manutenção de uma Universidade de São Luís-MA.** IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa (PR), 2019. Anais.... Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10122019_081044_5da1b-8744fd94.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

FERREIRA, Nathalia Cristina da Silva. **Importância da manutenção preventiva de ar condicionados em uma empresa locadora de eletrodomésticos localizada na cidade do Rio de Janeiro.** Duque de Caxias, 2015. 54 f. Disponível em: <http://blogs.unigranrio.br/bibliotecavirtual/files/2020/03/IMPORT%C3%82NCIA-DA-MANUTEN%C3%87%C3%83O-PREVENTIVA-DE-AR-CONDICIONADOS.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

JUAN, Joseph M. **A qualidade desde o projeto.** São Paulo: Pioneira, 2017. p. 521.

LOPES, Danielle Lima; ALMEIDA, Antonio Gabriel Souza. **Qualidade do ar interior e contribuição no combate à pandemia de covid-19.** Revista Desafios, v. 01, n. 01, Salvador (BA), 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20873/uftvIn123-13921>. Acesso em: 24 abr. 2022.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** São Paulo: Atlas 2016.

KARDEC, ALAN - **Manutenção: função estratégica.** 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2019.

MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados.** São Paulo: Atlas, 2017.

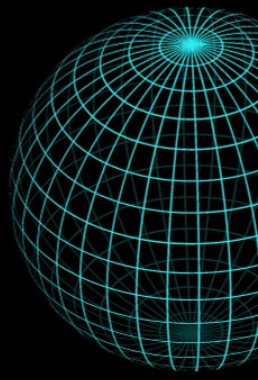
MARÈ, Renate; Leite, Brenda Chaves Coelho. **Estudo da contribuição de um sistema de ar condicionado com distribuição de ar pelo piso para a remoção de particulados e dióxido de carbono do ar de um ambiente interno.** Scielo. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/P7b6Vx3DqQn5SS9H7yM-QWnc/?lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SILVA, Luiz Matheus. **Plano de Manutenção, Operação e Controle do ar condicionado central presente no Hotel das Cataratas.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, 2021.

TOLEDO, José Carlos De. **Qualidade na climatização de ar: Conceitos, Sistemas E Estratégias.** São Paulo: Atlas, 2018.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCS, **Planejamento e controle de manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

7



METALURGIA DO PÓ: PROCESSAMENTO DE PÓS METÁLICO E CERÂMICO EM FACE DA SUSTENTABILIDADE

POWDER METALLURGY: PROCESSING OF METALLIC AND CERAMIC POWDERS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY

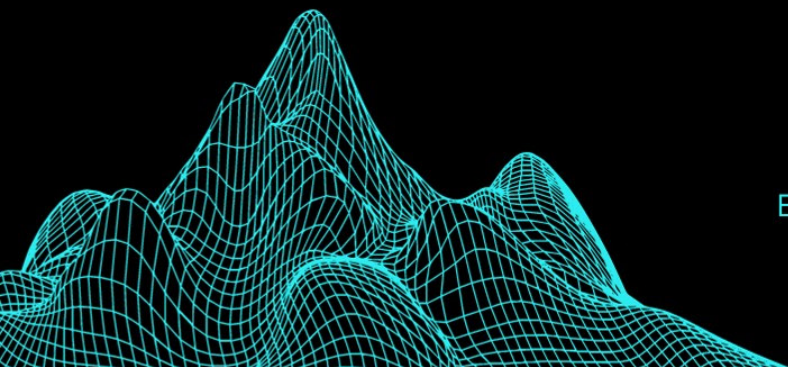
Francisco Genis Frazão de Araújo¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Thiago Santana de Oliveira²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O artigo aborda a problemática da indústria de metais e cerâmicas quanto ao descarte inadequado de resíduos gerados na confecção de peças e sua relação com a sustentabilidade. A metalurgia do pó é apresentada como uma alternativa viável para reduzir perdas de materiais e diminuir as etapas de fabricação, além de ser energeticamente eficiente e de fácil automação. O estudo apresenta uma revisão da literatura para analisar as perspectivas de sustentabilidade do processamento de pós metálicos e cerâmicos decorrentes da metalurgia do pó no Brasil. Deseja-se mostrar a promoção do processo de metalurgia do pó e suas principais características, apresentar como principais vantagens e proteção do processamento de pós metálicos e cerâmicos e seus benefícios em relação à sustentabilidade, além de identificar quanto à aplicação do processo na indústria brasileira. Tendo como método de pesquisa uma revisão de literatura, com descritores como Metalurgia do pó, sustentabilidade, metais e cerâmica. O estudo apresenta considerações importantes sobre a metalurgia do pó e seu potencial para atender aos padrões adequados de sustentabilidade, restrições para sua aplicação na indústria brasileira, bem como aspectos econômicos para a viabilidade de sua aplicação na indústria.

Palavras-chave: Sustentável. Eficiência. Metalurgia. Indústria. Reaproveitamento.

Abstract

The article addresses the issue of the metal and ceramics industry regarding the inadequate disposal of waste generated in the production of parts and its relation to sustainability. Powder metallurgy is presented as a viable alternative to reduce material losses and streamline the manufacturing process, as well as being energy-efficient and easily automated. The study provides a literature review to analyze the sustainability prospects of processing metallic and ceramic powders through powder metallurgy in Brazil. The aim is to demonstrate the promotion of the powder metallurgy process and its main characteristics, present the key advantages and benefits of processing metallic and ceramic powders in terms of sustainability, as well as identify the application of the process in the Brazilian industry. The research method employed is a literature review, using descriptors such as powder metallurgy, sustainability, metals, and ceramics. The study presents important considerations about powder metallurgy and its potential to meet appropriate sustainability standards, the constraints for its application in the Brazilian industry, as well as the economic aspects for its viability in the industry.

Keywords: Sustainable. Efficiency. Metallurgy. Industry. Reutilization.



1. INTRODUÇÃO

A indústria que trabalha com a fabricação de objetos de metais e cerâmicos de modo geral é constantemente impactada com um dilema entre os resíduos decorrentes da confecção de peças tanto metálicas, como cerâmicas e a sustentabilidade, pois o descarte nem sempre é feito de maneira correta. Assim sendo, uma opção viável para o dilema existente, a metalurgia do pó, processo manufaturado de objetos metálicos, tanto de natureza ferrosa como de não ferrosa, tendo como vantagem o reaproveitamento de insumos que não foram necessários para a confecção dos objetos.

Embora seja uma forma eficiente de reaproveitamento, é necessário levar em conta os impactos causados ao meio ambiente, tendo em vista que a matéria prima é extraída da natureza. Dessa forma, é necessário ter em consideração quais perspectivas a usabilidade desse tipo de processamento atende os padrões adequados para o dilema de sustentabilidade, a fim de garantir uma melhor forma de se aproveitar os resíduos em todas as etapas do processo.

Nota-se que a metalurgia do pó no processamento de pós metálico e cerâmico e detrimento da sustentabilidade, abrange uma série de processos em áreas químicas, mecânica e física e que essa tecnologia atende uma das maiores demandas atualmente na indústria. Outrossim, a metalurgia do pó é caracterizada pela notável economia de insumos e matéria prima, quando se comparada com os processos convencionais de usinagem, sendo, portanto, a alternativa mais viável para a redução de perda de material, diminuição das etapas de fabricação, eficiência energética, podendo ser feito a sua automação de forma simples e mais econômica.

Tais características são de extrema importância, pois se enquadram em objetivos cruciais na indústria atual, em que a competitividade paralela a sustentabilidade são um fator determinante para o sucesso da empresa e essa tecnologia inova quando se trata de eficiência nos processos diminuindo o tempo de execução, eliminando desperdícios e, conseqüentemente, reduzindo custos nas etapas do processo fabril. Por conseguinte, as características desse processo se sobressaem devido a sua singularidade, sendo a única técnica existente capaz de produzir alguns tipos de ligas metálicas de alta qualidade, além de produzir ligas cerâmicas usadas nos mais variados setores e equipamentos. Portanto, faz-se imperiosa a discussão a respeito desse tipo de processamento de pós metálicos e cerâmicos para o meio acadêmico, tal como para a sociedade como um todo. Desta forma, a presente pesquisa almeja solucionar o seguinte questionamento: Quais perspectivas o processamento de pós metálico e cerâmico decorrente da metalurgia do pó atende a padrões adequados de sustentabilidade?

Por fim, o seguinte artigo tem como objetivo geral analisar os aspectos sustentáveis da metalurgia do pó no processamento de pós metálicos e cerâmico no Brasil. Quanto aos objetivos específicos, destacam-se: promover o processo de metalurgia do pó e suas principais características, apresentar as principais vantagens e desvantagens do processamento de pós metálico e cerâmico e seus benefícios em relação à sustentabilidade, identificar limitações quanto a aplicação do referido processo na indústria brasileira.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este é um estudo de revisão de literatura que tem como objetivo abordar trabalhos e materiais previamente explorados e mencionar os avanços ocorridos em relação ao assunto em questão. Essa abordagem contribui para o importante processo de produção de conhecimento, investigação e análise da temática. As ferramentas que foram utilizadas para conduzir esse estudo foram Scientific Electronic Library Online - SciELO, Google Acadêmico e Periódicos Capes, a fim de realizar uma pesquisa sobre a produção científica relacionada metalurgia do pó.

Com objetivo de atingir uma pesquisa fundamentada fez-se o uso de trabalhos acadêmicos e publicações em revistas feitos nos últimos 30 anos. Os descritores para chegar ao objetivo da pesquisa foram Metalurgia do pó, sustentabilidade, metais, cerâmica.

2.2 Resultados e Discussão

A metalurgia do pó é uma técnica de produção, fabricação de compostos metálicos ou cerâmicos por meio da produção do pó e de sua consolidação, utilizando a pressão e calor com temperaturas abaixo do ponto de fusão do constituinte principal; o pó pode ser obtido através de processos físicos e/ou químicos, neste último podem-se utilizar os processos de redução de óxidos, hidrometalúrgico, decomposição térmica de carbonilas, hidretação metálica, atomização, dentre outros (BRAGA; FERREIRA; CAIRO, 2007).

Há registros do uso da técnica de metalurgia do pó desde as primeiras civilizações na região do rio Nilo, em que os povos usavam armas já corroídas para obtenção de pó metálico, juntavam e aqueciam até fundir o metal, criando ferramentas em um aço com uma quantidade baixa de carbono.

Ademais, o processo de Metalurgia do Pó tem como alvo misturar pós de metais ou ligas metálicas e, às vezes, também substâncias não metálicas, transformando-as em peças resistentes, sem recorrer-se à fusão, mas apenas pelo emprego de conformação e calor. A etapa de aquecimento realizada em condições controladas de temperatura, tempo e atmosfera é chamada de sinterização (CHIAVERINI, 2001).

Outrossim, se dá ao fato de que peças fabricadas pela metalurgia do pó e que possuem certo nível de porosidade podem ser controladas por meio da de fatores como pressão de compactação, temperatura, tempo de sinterização, tamanho e forma das partículas do pó. Controla-se, ainda, a distribuição e o tamanho da partícula, seu formato, estrutura, superfície, densidade aparente, velocidade de escoamento, compressibilidade, composição química e sua pureza (CHIAVERINI, 2001).

Além de ter a versatilidade de poder agregar uma série de outras etapas adicionais de fabricação e/ou acabamento que podem melhorar as propriedades e a precisão dimensional do produto sinterizado ou ainda agregar características específicas para tipo de aplicação, dentre as quais se destacam a recompressão, forjamento, infiltração metálica, resinterização, calibragem, tratamento térmico, tamboreamento e usinagem (PANDA; JANCÍK; PANDOVÁ, 2016).



2.2.1 Processamentos de pós metálicos e cerâmicos

Um dos métodos mais utilizados para a obtenção de pós metálicos e cerâmicos se trata do moinho de bolas, processo mecânico onde tanto o metal quanto a cerâmica são atritadas por meio de um moinho de bolas que consiste em um cilindro rotativo com bolas dentro, podendo ser em metal ou cerâmica com características resistentes ao desgaste pelo atrito, onde o material é posto em um tambor rotativo com o rpm controlado para existência de um atrito entre o material e as bolas, como está demonstrado por meio da figura 1 (CHIAVERINI, 2001)

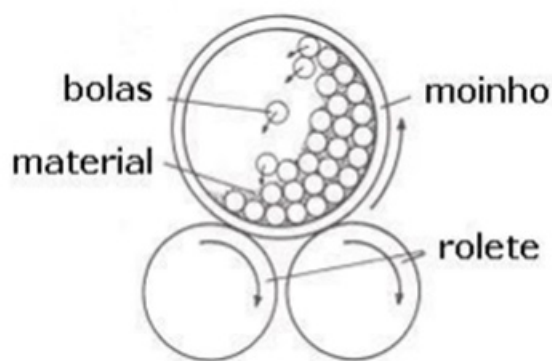


Figura 1. Representação esquemática do funcionamento de um moinho de bolas.

Fonte: RODRIGUES, (2004, p. 113).

No que diz respeito às etapas da metalurgia do pó, Höganäs (2004 *apud* WERMUTH, 2015), há um destaque para os seus processos fundamentais, sendo eles: a obtenção dos pós, mistura, compactação do pó e sinterização, tal como mostra os exemplos desses processos por meio da figura 2.

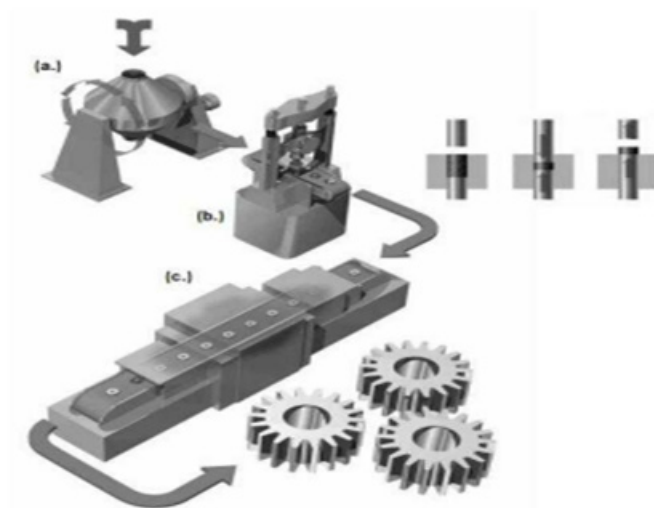


Figura 2. Etapas fundamentais para a fabricação.

Fonte: Höganäs (2004 *apud* WERMUTH, 2015).

2.2.1.1 Processo de sinterização e compactação para obtenção de resistência da peça

A sinterização normalmente é o processo realizado com condições de pressão e temperatura controlada, evitando assim com que o material oxide, usando normalmente os gases CO e CO₂, obtidos pela queima de metano e propano. Assim a distribuição de átomos ao redor da superfície dos grãos se torna o mecanismo mais eficiente para diminuir a porosidade da peça, como mostra na figura 3 a seguir:

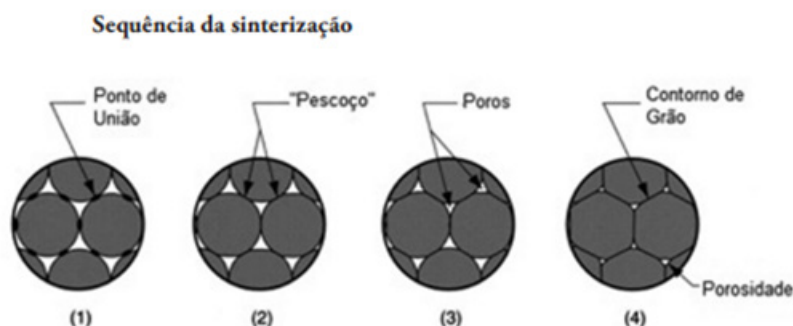


Figura 3. etapas para a formação da peça com a sinterização.

Fonte: GROOVER (2002, p.130).

Nesse sentido, quando a temperatura de um material está abaixo de seu ponto de fusão, suas partículas tendem a se dispersar. No entanto, mesmo nesta fase, pode se formar uma ligação de "pescoço" entre as partículas do pó. Uma vez iniciada a fase líquida, ocorre a sinterização e são utilizados elementos com pontos de fusão variados. Os materiais de ponto de fusão mais baixo se liquefazem e se interconectam com as partículas de outros materiais (GERMAN, 1996).

Nessa conjuntura, tanto a etapa de compactação quanto a de sinterização são as etapas mais importantes da metodologia do pó; a relevância da sinterização se dá por ela ser um fator determinante das propriedades do material, tendo em vista que a partir da sinterização determinam-se as microestruturas do material (BRAGA; FERREIRA; CAIRO, 2007).

Para Iervolino *et al.* (2009, p. 163), a etapa em que é compactada a peça pode ser executada das mais variadas maneiras, podendo se dar por isostática, compactação uniaxial, sem pressão e molde injetável. A forma mais simples e usual da compactação é a uniaxial, possui ferramentas básicas e uma maior facilidade de se trabalhar, como está exemplificado na figura 4 a seguir.

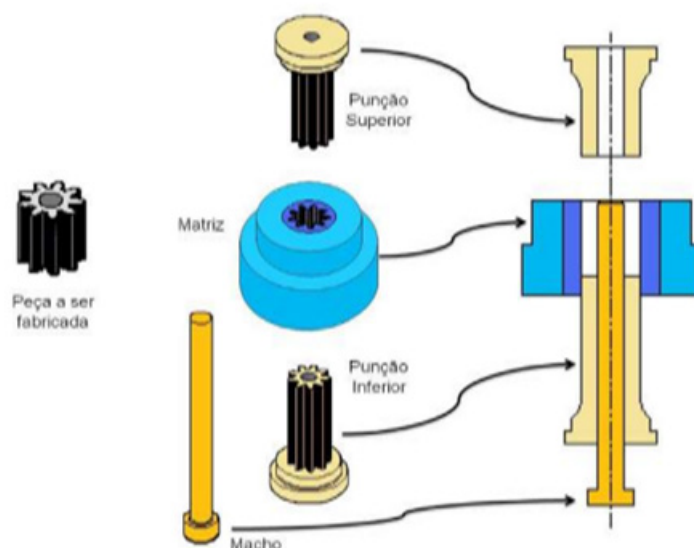


Figura 4. matérias para a compactação uniaxial, representação simples

Fonte: KRELLING (2020, p 18).

Ademais, a sinterização se caracteriza como a compactação final da peça verde sob alta temperatura, com níveis mais elevados de temperatura e pressão podendo ser usado em quase todos os estágios do material; a temperatura aplicada ao processo é suficiente para ativar o mesmo, sendo ainda controlada pelo processo de difusão atômica (MORAIS, 2022).

Outrossim, o processo pode ser feito através do material em estado sólido onde a peça se mantém com porosidade controlada. Porém, através do processo de sinterização na fase líquida, há possibilidade da peça final não haver porosidade (SILVA,1998).

Apesar do processo de sinterização apresentar significativa economia de energia e alto controle dos elementos químicos, essa etapa é a mais complexa desse tipo de trabalho devido a diversas engrenagens que atuam de forma concomitante a esse processo, dentre eles se destaca: autodifusibilidades, solubilidade mútua, molhabilidade, dentre outros (AZEVEDO, 2018).

2.2.2 Vantagens e limitações em detrimento da sustentabilidade na indústria brasileira

A metalurgia do pó cerâmico e metálico se tornou atrativa quando se buscava uma solução eficiente para solução do problema de desperdício de matéria prima. Esse tipo de metalurgia apresenta vantagens como reduzir a perda de material, a quantidade de operações para produzir uma peça, facilmente feito de maneira automatizada, bom acabamento superficial e versatilidade. Entretanto, apresenta desvantagens como a limitação da forma geométrica (devido a necessidade de uma matriz), alto custo do ferramental para a fabricação e a limitação do tamanho da peça, já que o tamanho é diretamente proporcional a área da seção transversal da mesma (ASM, 2004).

Outra importante vantagem decorrente do processo se dá ao fato de possuir baixo impacto ambiental, quando posto em comparação às tecnologias usadas em processos com os mesmos materiais, porque esse tipo de fabricação demanda um consumo inferior de energia de transformação e permitindo um alto rendimento de matéria, o que implica no baixo desperdício e descarte da mesma no meio ambiente (WERMUTH, 2015).

Um dos principais motivos para o uso da MP é que por meio deste processo é possível fabricar componentes, que se fossem produzidos de outra maneira acabariam se decompondo ou se desintegrando; os processos da MP são mais flexíveis quando comparados, por exemplo, às técnicas de fundição, extrusão ou forjamento (WU *et al.*, 2003).

No processo de fabricação por meio da MP, os componentes envolvidos possuem um tamanho pequeno e forma complexa, cuja peça formada possui características quase na sua forma final e que pode produzir componentes com alta precisão, com baixo custo e com pequena margem de desperdício, a essa propriedade de obter peças quase no formato final dá-se o nome de conformação (AZEVEDO, 2018; MORAIS, 2022).

No estudo realizado por Galiotto (2005), ao comparar 5 (cinco) processos de fabricação de h determinada peça acabada, relacionando o percentual de utilização de matéria prima com a quantidade de energia necessária para produzir 1kg desta peça; os processos utilizados foram: fundição, MP, extrusão a frio e a morno, forjamento a quente em matriz fechada e processos de usinagem, onde obteve como resultado que dentre esses processos, o que apresentou maior percentual de aproveitamento da matéria prima foi o MP, sendo este de 95%, foi ainda o que utilizou a menor quantidade de energia.

Outra importante vantagem decorrente da MP reside no baixo impacto ambiental, quando comparado às tecnologias empregadas em outros processos concorrentes, porque a MP exige um menor consumo de energia de transformação e permite um alto aproveitamento da matéria, o que implica no baixo desperdício e descarte da mesma no meio ambiente (WERMUTH, 2015).

Devido a tais características, as indústrias estão cada vez mais abrindo espaço para peças que são produzidas por meio da MP, e que são utilizadas em automóveis, eletrodomésticos, aparelhos celulares, ferramentas cirúrgicas, entre outros; a MP está presente em diversas áreas, sobretudo, na indústria automobilística que se enquadra como a maior consumidora desta tecnologia (WERMUTH, 2015).

O contingente industrial da metalurgia vem se expandindo e, embora as peças derivadas da metalurgia do pó sejam usadas em vários mercados, elas são usadas majoritariamente no ramo automotivo, consumindo em média 70% dos produtos manufaturados por ano. Ademais, alguns importantes mercados como ferramentas, componentes elétricos, motores, controles industriais e hardware. À medida que os projetistas evoluem mais o desempenho do processo, tolerâncias rígidas e economia de custos, isso oferece vantagens significativas sobre outras técnicas. As tendências mostram que esse tipo de componente metalúrgico continua a se expandir em mercados inexplorados, como: a Fabricação de aditivos metálicos, exemplificado na Figura 5 (AMERICAN SOCIETY FOR METALS, 1998).

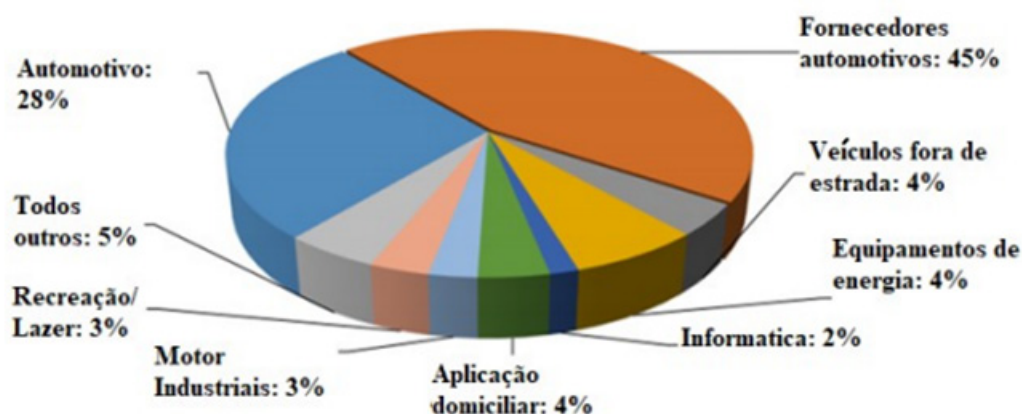


Figura 5. divisão dos mercados que aplicam a metalurgia do pó.

Fonte: (AMERICAN SOCIETY FOR METALS, 1998).

Além disso, a metalurgia do pó pode ser utilizada em quase todas as indústrias devido à sua versatilidade e baixo custo de aplicação. É poroso e controlado, o que facilita o processo de lubrificação, possui uma taxa elevada de condutividade, sendo amplamente utilizado. Motores elétricos, cerâmica, supercondutores, filtros, peças autolubrificantes e, às vezes, é o único caminho em termos de custo-benefício (MORO; AURAS, 2007).

Embora todas as vantagens da metalurgia do pó superem as suas desvantagens, esta técnica ainda encontra grandes limitações, especialmente, no que diz respeito à produção de pós no setor industrial, pois atualmente, o mercado da MP possui apenas dois fabricantes que fabricam o pó de ferro e que geralmente apresentam baixa qualidade, além de serem fabricados em quantidade insuficiente para atender a demanda (MORAIS, 2022).

Devido a isso, em regra, as indústrias brasileiras acabam comprando a tecnologia da MP no exterior ou firmam contrato de assistência tecnológica com empresas estrangeiras; existe gargalos que precisam ser eliminados devido ao país não dispor de tecnologia de qualidade para fabricação de pós de materiais com propriedades mais complexas, citando como exemplo: aços inoxidáveis e de alta resistência, superligas de níquel, ligas de titânio, entre outros (MORAIS, 2022).

Além do mais, a metalurgia do pó, no processamento de metais e cerâmicas impactam de forma positiva nos rejeitos das metalúrgicas, onde o reaproveitamento e eficiência do processo, ajudam diretamente na melhoria do tratamento de efluentes, além de não se desperdiçar tanto material que anteriormente não era utilizado. Trazendo assim benefícios econômicos e sustentáveis para qualquer indústria que aplica a metodologia desse tipo de metalurgia de forma sustentável, com reaproveitamento, perca mínima de resíduos dentre outras qualidades (THIESEN, 2018).

3. CONCLUSÃO

O processo de metalurgia do pó é composto por etapas de moagem, prensagem, e tem sua consolidação através de pressão e calor para produzir compostos metálicos ou cerâmicos. A técnica tem sido utilizada desde as primeiras civilizações para produzir ferramentas a partir de armas corroídas.

Com a melhoria contínua e o avanço da tecnologia o custo para se produzir uma peça

usando esse tipo de metalurgia baixou consideravelmente. Passaram a ter uma maior busca pela eficiência energética por parte das metalúrgicas, que passaram a reciclar sobras metálicas, diminuindo de forma geral o desperdício e os impactos ambientais causados pelo descarte desse material.

Ao identificar as limitações na aplicação do referido processo na indústria brasileira. Foi possível concluir que a metalurgia do pó é um processo que apresenta grande potencial para produção de peças de alta precisão, menor geração de resíduos e menor consumo de energia

No entanto, apesar das vantagens há limitações para sua implementação na indústria brasileira, como a falta de infraestrutura adequada e incentivos. Nesse sentido, há a necessidade do investimento e desenvolvimento de novos materiais para tornar a metalurgia do pó mais acessível e rentável para a indústria brasileira.

Além disso, como trabalho futuro, propõe-se a realização de estudos que abordem a aplicação da metalurgia do pó em outros setores industriais, bem como a análise do ciclo de vida dos produtos produzidos por este processo a fim de verificar sua efetiva contribuição para a sustentabilidade.

Por fim, os objetivos foram de fato alcançados, tendo em vista que a metalurgia do pó é uma técnica que apresenta grande potencial para a produção de peças de alta acurácia e baixo impacto ambiental. Porém, é preciso investir em pesquisa e desenvolvimento de novos materiais, além de incentivos oficiais, para que essa técnica seja amplamente utilizada na indústria brasileira e contribua efetivamente para a sustentabilidade.

Referências

AMERICAN SOCIETY FOR METALS. **Powder metal technologies and applications**. asm handbook v.7park, p. 372, Disponível em: <https://docero.com.br/doc/scxxss5>. Acesso em: 01 de abr. de 2022.

ASM, 2004. **Grupo setorial de metalurgia do pó**, 2009.

AZEVÊDO, Heytor Vitor Souza Bezerra de. **Metalurgia do Pó aplicada na fabricação de ferramentas de Corte**: Efeito da adição de WC e CO na sinterização e propriedades mecânicas da alumina. [recurso eletrônico]. 1. ed. Natal: EDUFFRN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27809/1/Pr...> Acesso em: 29 out. 2022.

BRAGA, Neila de Almeida.; FERREIRA, Neidenêi Gomes.; CAIRO, Carlos Alberto Alves. Obtenção de Titânio Metálico com Porosidade Controlada por Metalurgia do Pó. **Quim. Nova**, [s.l.], v. 30, n. 2, p. 450-457, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200037>. Acesso em: 15 out. 2022.

CHIAVERINI, V. **Metalurgia do pó**. 4ª ed. São Paulo: ABM, 2001.

CHIAVERINI, Vicente. **Metalurgia do Pó**: Técnica e Produtos. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia - ABM, 2001.

GALIOTTO, Alexandre. **Estudo da sinterabilidade de materiais ferrosos contendo elevados teores de sulfetos como aditivo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102457>. Acesso em: 28 out. 2022.

GERMAN, R. M. **Sintering**: theory and practice. Ed. John Wiley e Sons, New York, 1996.

GROOVER, M. P. **Fundamentals of Modern Manufacturing Publisher**. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002. p.130.

IERVOLINO, Fenando et al. **A Metalurgia do Pó**: Alternativa Econômica com Menor Impacto Ambiental. Revisão Técnica: Grupo setorial de metalurgia do pó – 1. Ed. – São Paulo, Metallum Eventos Técnicos, 2009.

KRELLING, Anael. **Metalurgia do Pó**. Santa Catarina: Instituto Federal de Santa Catarina. ([2020]). Disponível em: <https://docplayer.com.br/11855954-Metalurgia-do-po-metalurgia-do-po.html> . Acesso em: 07 abr. 2023.



- MORAIS, Gilberto Augusto de. **Desenvolvimento da metalurgia do pó [recurso eletrônico]**. Natal, RN: EDU-FRN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/49046>. Acesso em: 20 out. 2022.
- MORO, Noberto; AURAS, André Paegle. **Metalurgia do Pó e o Futuro da Indústria**. Florianópolis: Instituto Federal de Florianópolis. 2007. Disponível em: <http://pavanati.com.br/doc/metalurgiadopos.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- OLIVEIRA, Diego Armando. **Estudo da Viabilidade de Produção de uma peça por Metalurgia do Pó**. Ensaio USF, v. 3, n. 1, p. 27-41, 2019.
- PANDA, Anton; JANČÍK, Marek; PANDOVÁ, Iveta. Components from Powder Metallurgy. **Transfer inovácií**, [s. l.], ed. 33, p. 10-11, dez. 2016. Disponível em: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/33>. Acesso em: 01 nov, 2022.
- RODRIGUES, Daniel. **Processamento de pós metálicos e cerâmicos**. São Paulo: Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2004.
- SILVA, A.G.P. **A sinterização rápida**: sua aplicação, análise e relação com as técnicas inovadoras de sinterização. Rio Grande do Norte: Departamento de física teórica e experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1998.
- THIESEN, Geraldo. **Influência da cinza pesada e do pó de ferro em compósitos sinterizados obtidos por metalurgia do pó e aplicados como meio suporte em filtro biológico percolador**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestre) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/179417>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- WERMUTH, Diego Pacheco. **Análise Das Propriedades Físicas Do Compósito Cobre E Cinzas Leves De Carvão [...]**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre: Rio Grande do Sul, 2015.
- WU, Chuan - Yu; *et al.* Experimental and numerical investigations of powder transfer. **Powder Technology**, v. 138, p.216–228, dez, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003259100300264X>. Acesso em: 25 out. 2022.

8

MOTORES DE CICLO DIESEL E CICLO OTTO

DIESEL CYCLE AND OTTO CYCLE ENGINES

Richard Júnior Pinheiro Sousa¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente artigo trata-se de uma revisão bibliográfica sobre os motores de combustão interna, comumente utilizados no dia a dia em diversos setores, como o de transporte; como carros, motocicletas, ônibus etc., no setor industrial, na geração de energia e máquinas pesadas que necessitam de um motor mais potente para realizar tal atividade. Tendo como objetivo, explicar os ciclos dos motores de combustão interna, responsáveis por converterem a energia química do combustível em energia mecânica por meio da combustão dentro de um cilindro. Existem dois tipos principais de motores de combustão interna: o motor de combustão por faísca, também conhecido como motor de ciclo Otto, e o motor de combustão por compressão, conhecido como motor de ciclo Diesel. O ciclo Otto caracteriza por utilizar uma vela de combustão para inflamar a mistura ar-combustível, enquanto o ciclo Diesel comprime o ar até uma temperatura elevada para inflamar o combustível diesel injetado. Ambos os ciclos possuem fases comuns: admissão, compressão, combustão e exaustão.

Palavras chave: Ciclo; Motor; Combustão, Energia.

Abstract

This article is about a bibliographical review on internal combustion engines, commonly used on a daily basis in various sectors, such as transportation; such as cars, motorcycles, buses, etc., and in the industrial sector, power generation and heavy machines that need a more powerful engine to carry out such activity. My objective is to explain the cycles of internal combustion engines, responsible for converting the chemical energy of the fuel into mechanical energy by means of combustion inside a cylinder. There are two main types of internal combustion engines: the power combustion engine, also known as the Otto cycle engine, and the compression combustion engine, known as the Diesel cycle engine. The Otto cycle is characterized by using a combustion candle to ignite the ar-combustible mixture, while the Diesel cycle compresses or ar at a high temperature to ignite the injected diesel fuel. Both cycles have common phases: intake, compression, combustion and exhaust.

Keywords: Cicly, Engine, Combustion, Energy

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por motores eficientes e de alto desempenho com emissões consistentemente baixas, os fabricantes de automóveis estão investindo pesadamente em projetos que visam aumentar a competitividade em relação aos seus rivais. Historicamente, dentre esses investimentos, pode-se citar como principal a injeção eletrônica e o sistema de ignição, que transformaram a indústria automobilística, posteriormente utilizando uma série de outros sistemas eletrônicos que transformaram os carros em máquinas modernas, capazes de se adaptar a diversas situações, como diferentes condições climáticas, diferentes composições de óleo e diferentes estilos de direção.

Desde que foi a finalidade do motor de combustão interna, feito pelo francês Beau de Rochas em 1862 e a construção do motor de combustão interna do ciclo Otto, feito pelo engenheiro alemão Nikolaus August Otto em 1876, muitas aplicações surgiram e muitas melhorias foram feitas no projeto.

Por ser utilizado em diversas situações e estar sujeito a diferentes aplicações de carga e deslocamento, o motor de combustão interna é um grande desafio para os fabricantes de automóveis, pois as montadoras precisam criar novas soluções para atender às necessidades de seus clientes. Um carro ideal deve funcionar satisfatoriamente, tanto em baixa rotação do motor (tráfego urbano) quanto em alta velocidade (tráfego em vias expressas). Na tentativa de obter mais flexibilidade nos regimes de média carga, quando os carros são usados principalmente em áreas urbanas, muitas propostas para melhorar o desempenho têm surgido, incluindo turbocompressores e injeção direta. Com grande influência no desempenho e na produtividade, o trem de válvulas é uma das partes mais importantes de um motor. Ele é o responsável por gerenciar a abertura e o fechamento das válvulas, com o objetivo de controlar o fluxo de ar para dentro e para fora do motor.

O tempo de abertura das válvulas de admissão e escape está diretamente relacionado ao desempenho do motor, pois devido à inércia dos gases, são necessários diversos ajustes para se obter o melhor aproveitamento do motor em baixa ou alta rotação. Poucos veículos no mercado hoje possuem algum tipo de mecanismo que possa proporcionar essa flexibilidade nos tempos de abertura e fechamento das válvulas. Assim, são escolhidas 10 soluções intermediárias, que permitem o uso do motor em médias distâncias e velocidades.

Por outro lado, outros motores de produção da BMW, Porsche e Toyota cumprem bem esse papel. No Brasil, a Honda se destaca, com seu motor equipado com o sistema VTEC (*Variable Valve Timing and Lift Electronic Control*), que altera rapidamente o estágio das válvulas de admissão e escape de acordo com a solicitação de carga e a rotação exigida pelo motor.

Com esta polia é possível mudar a posição do comando de válvulas sem retirar a correia do motor, girando seu centro no sentido horário para avançar e anti-horário para retardar o comando de válvulas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

No presente trabalho, utilizou-se a metodologia da revisão de literatura. A revisão bi-



bibliográfica, ou revisão da literatura, é a análise crítica, meticulosa e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento.

A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema.

Juntar a este acervo as consultas a bases de dados, periódicos e artigos indexados com o objetivo de enriquecer a pesquisa. Este tipo de pesquisa tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto. Desta forma, a pesquisa bibliográfica não é apenas uma mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas sim, proporciona o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

Neste estudo adotou como estratégia metodológica, a revisão bibliográfica – optou-se por utilizar a revisão narrativa que é um dos tipos de revisão de literatura, pela possibilidade de acesso a experiências de autores que já pesquisaram sobre o assunto.

2.2 Resultados e Discussão

Heywood (1998) discute as características e os desafios dos motores de ciclo Otto e Diesel, analisando suas vantagens em termos de eficiência, potência, torque, emissões e aplicações específicas. Ele explora os sistemas de injeção de combustível, sistemas de combustão, sistemas de admissão e exaustão, e outros componentes essenciais dos motores.

Segundo Heywood (1998) abordar as tecnologias de controle de emissões, como catalisadores, sistemas de recirculação de gases de escape e sistemas de pós-tratamento, que são redutores para reduzir poluentes produzido por motores de combustão interna.

Brunetti (2012), define através do livro Motores de Combustão Interna, publicado no ano de 2012 que o ciclo Otto e o ciclo Diesel são dois ciclos termodinâmicos amplamente utilizados em motores de combustão interna. Ambos os ciclos a envoltentes e a expansão de uma mistura de ar e combustível dentro do cilindro do motor para gerar energia mecânica. O ciclo Otto, também conhecido como ciclo a gasolina, é o ciclo termodinâmico predominante nos motores de combustão interna a gasolina. Por outro lado, o ciclo Diesel é utilizado em motores a diesel e foi inventado por Rudolf Diesel no final do século XIX. Ele é semelhante ao ciclo Otto em muitos aspectos, mas possui uma diferença fundamental: a ausência de uma vela de combustão. No ciclo Diesel, ocorre a ocorrência de autoignição, ou seja, devido ao aumento de temperatura gerado pelos choques do ar no cilindro.

Martinelli (2003), propôs uma classificação de seis elementos do MCI sendo a) Relacionado ao material gasoso de entrada: ar (Diesel) ou mistura ar-combustível (Otto); b) relação ao gerador de calor: por faísca ou pressão; c) relacionado a movimentação do pistão no motor: alternativo (Otto, Diesel) ou rotativo (Wankel); d) Quanto ao ciclo de trabalho: 2 tempos e 4 tempos; e) Quanto ao número de cilindros: monocilíndrico e policilindro; f) Quanto à disposição dos cilindros: em linha, em V, opostos (boxer), em estrela (radial); g) Sobre o uso: estático, industrial, automotivo e marítimo.

Em relação aos demais motores, foco deste estudo, Varella (2014) destaca o desempenho do ciclo Otto e do ciclo Diesel. O ciclo de operação é um conjunto de mudanças no fluxo de gás dentro da sala, desde a entrada até a exaustão para o exterior. Barros (2003) afirma que a análise do ciclo do motor a pistão começou com Beau de Rochas, em 1862, e terminou em 1876, quando Nikolaus August Otto desenvolveu o projeto do motor do ciclo Otto. Em 1892, Rudolf Diesel desenvolveu o motor de compressão de ar, desenvolvendo o

ciclo Diesel. Segundo Machado (2013), os dois ciclos podem ter seu funcionamento tanto em motores de dois ou de quatro movimentos de ação do pistão dentro do motor.

Se o motor tem seu ciclo completado em dois tempos do pistão, é chamado de motor de dois tempos e se o ciclo for composto de admissão, compressão, combustão e escape é configurado motor de quatro tempos. Brunetti (2017) define um ciclo como uma sequência de processos vivenciados repetidamente para realização de uma atividade. É pertinente considerar que não se deve embaralhar tempo com processo, pois vários processos podem ocorrer ao longo do tempo.

Segundo Varella (2014) nos motores de dois tempos, é um tipo de motor de combustão interna que opera em dois tempos: admissão/compressão e explosão/escape. Nos motores de quatro tempos o ciclo é composto por admissão, compressão, combustão e escape.

Segundo Barros (2003), os motores dois tempos tem um ciclo de trabalho com dois movimentos do pistão no virabrequim. A lubrificação é feita misturando óleo lubrificante com gasolina. Segundo Machado (2013), não possuem sistema de válvulas e a admissão é feita em dois estágios: primeiro no cárter e depois no cilindro. No primeiro curso, o pistão se move do ponto morto superior. No segundo curso, o pistão move o PMS para o PMI, realizando a expansão onde mistura entra no cilindro e a combustão permanece.

Segundo Barros (2003), nos motores de dois tempos, a admissão e a exaustão ocorrem junto com a compressão e a expansão. A parede do cilindro de um motor de dois tempos é projetada com aberturas cilíndricas para ventilação. No primeiro estágio, o pistão está descendo e revela as aberturas de admissão, permitindo o ar, que é empurrado pelo ventilador. Segundo Machado (2013), ao entrar, o ar expelle a combustão gerada que vai ser expelida pela abertura das válvulas de exaustão. No segundo estágio, o pistão sobe e fecha as válvulas de admissão (fechamento) e escape. O ar fresco recebido é comprimido.

Segundo Varella (2014), motor de 4 tempos fazem um ciclo com quatro tempos, o que significa duas voltas (720°) no virabrequim. Os quatro tempos serão descritos a seguir: - Primeiro curso o pistão se move de PMS para PMI, que ocorre no cilindro de mistura ar-óleo. No segundo estágio, o pistão sobe e fecha as válvulas de admissão (fechamento) e escape. O ar fresco recebido é comprimido. Segundo Machado (2013), os motores diesel de ciclo quatro tempos possuem um sistema de lubrificação, sendo o cárter um local para colocar óleo para lubrificar o motor.

Segundo Machado (2013), os motores diesel de ciclo quatro tempos possuem um sistema de lubrificação, sendo o cárter um local para colocar óleo para lubrificar o motor. Os motores do ciclo diesel ou motores de ignição por compressão utilizam o aumento de temperatura devido à compressão da massa de ar para iniciar a reação de combustão. (VARELLA, 2014, p. 6). Onde apenas o ar é aceito para funcionar corretamente

Segundo Varella (2014) os quatro tempos serão: Primeiro curso (Admissão): o pistão se move de PMS para PMI, que ocorre no cilindro de mistura ar-combustível. Durante a admissão, a válvula de entrada está aberta para coleta do ar. No ciclo Diesel, o volume de ar de admissão é constante. Segundo Curso (Compressão): O pistão se move de PMI para PMS. Neste estudo ocorre a pressão do ar. As válvulas de entrada e saída estão fechadas. A pressão do ar na câmara de combustão produz um aumento na temperatura. A medição precisa de combustível e o tempo de injeção são fatores críticos no desempenho do motor a diesel.

Terceiro Curso (Combustão) neste estágio acontece a combustão do ar quente junto com o combustível. Durante a expansão, as válvulas de entrada e saída são fechadas. Con-

forme o combustível é injetado, ele queima, aumentando a temperatura dos gases. Durante a combustão, o pistão é acionado pela força ascendente dos gases, convertendo energia térmica em energia mecânica. Quarto curso (Escape): O pistão se move de PMI para PMS. Neste curso os gases resultantes da combustão são expelidos pelas válvulas de escape.

Brunetti (2017) destaca que os motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel não possuem tantas diferenças, em relação a sua mecânica, exceto pela maior durabilidade do motor diesel por trabalhar em baixa rotação. Dessa forma, possuem variações em outros pontos, como, por exemplo, no tipo de combustível utilizado. Conforme afirma Carvalho (2011), nos motores a gasolina, a mistura ar-combustível já é misturada no motor, dosada na proporção correta, pelo sistema de injeção. Nos motores a diesel, o combustível entra em reação com o ar quente captado na admissão e que reage no motor.

Brunetti (2017) também se refere à diferença no nível de pressão. Nos motores de ciclo Otto, a taxa de pressão é baixa para não ocasionar a autoignição. A injeção de alta pressão é importante nos motores a diesel porque permite uma melhor pulverização do combustível, provocando uma queima mais eficiente. Isso melhora o desempenho do motor, aumenta a eficiência do combustível e reduz as emissões de poluentes. Além disso, a injeção de alta pressão também oferece maior flexibilidade no controle da injeção, permitindo ajustes precisos de quantidade e momento da injeção para otimizar o desempenho em diferentes condições de carga e velocidade.

Segundo Varella (2014), motor a gasolina utiliza uma faísca de combustão produzida por uma vela de combustão para inflamar a mistura ar-combustível dentro da câmara de combustão. Essa faísca é responsável pela queima do combustível, liberando energia que impulsiona o influenciou e gera força. Os motores a gasolina têm como características serem mais silenciosos, possuírem maior potência específica e maior rotação devido a mistura ar-combustível injetada, o que lhes confere uma resposta mais rápida e adequada para veículos de passeio.

Heywood (1998) destaca que o motor a diesel não depende de uma vela de combustão para iniciar a combustão, em vez disso, o combustível diesel é injetado diretamente na câmara de combustão, onde é comprimido pela ação dos pistões. A alta pressão atmosférica eleva a temperatura do ar dentro da câmara, o que faz com que o combustível diesel se inflame espontaneamente, sem a necessidade de uma faísca. Os motores a diesel são conhecidos por sua eficiência energética superior, maior torque em baixas rotações e maior durabilidade. Eles são frequentemente usados em veículos pesados, como caminhões e ônibus.

Segundo Machado (2017), os motores a gasolina usam gasolina como combustível, que é mais volátil e inflamável. Já os motores a diesel utilizam o óleo diesel, que é menos volátil e requer uma maior compressão para queimar. Essas diferenças nos combustíveis também influenciam na eficiência energética e no desempenho dos motores.

Carvalho (2017) se refere ao motor a gasolina que depende de uma faísca de combustão para iniciar a combustão, o motor a diesel utiliza a alta pressão para inflamar o combustível. Essas diferenças resultam em características distintas, como a potência, faixa de rotação, eficiência e torque, adequando cada tipo de motor a diferentes aplicações e necessidades.

Para Barros (2003) os combustíveis utilizados também são diferentes. Os motores a gasolina usam gasolina como combustível, que é mais volátil e inflamável. Já os motores a diesel utilizam o óleo diesel, que é menos volátil e requer uma maior compressão para queimar. Essas diferenças nos combustíveis também influenciam na eficiência energética e no desempenho dos motores.

3. CONCLUSÃO

Os principais objetivos deste projeto foram traçar a história dos motores de combustão interna; seus diferentes tipos e características. Pode-se dizer que todos os objetivos foram alcançados. A sua importância no desenvolvimento social e econômico e principalmente no setor industrial que pode abranger desde um carro comum a um grande caminhão basculante.

Vale ressaltar que seu desenvolvimento foi evoluindo a partir das máquinas a vapor e aperfeiçoados com o tempo após o domínio das leis termodinâmicas, o que abriu o horizonte para os pesquisadores propusessem novas tecnologias.

Nikolaus August Otto foi quem desenvolveu o ciclo Otto, utilizados em sua maioria em carros, revolucionando a indústria automobilística e postergando desenvolvimento em outras áreas comerciais e aperfeiçoamento de outros tipos de ciclos como o ciclo Diesel, elaborado pelo alemão Rudolf Diesel que também revolucionou na área energética, logística e dos transportes comerciais, como rodoviário e marítimo.

Em conclusão, os motores de ciclo Otto e Diesel são dois tipos comuns de motores de combustão interna amplamente utilizados na indústria automotiva e em diversas outras aplicações. Cada um desses motores possui características distintas e características específicas.

O motor de ciclo Otto, que é usado predominantemente em veículos de passeio movidos a gasolina, oferece uma combinação de desempenho suave, alta velocidade e potência, além de ser mais silencioso e apresentar níveis menores de vibração em comparação com o motor diesel. No entanto, os motores a gasolina têm uma eficiência térmica geralmente menor e consomem mais combustível em relação aos motores a diesel.

Por outro lado, os motores de ciclo Diesel são conhecidos por sua eficiência energética superior e alto torque em baixas rotações. Eles são comumente usados em veículos pesados, como caminhões e ônibus, bem como em equipamentos industriais. Os motores a diesel também podem utilizar uma variedade de combustíveis, incluindo diesel, biodiesel e até mesmo óleos vegetais.

Ambos os motores possuem sistemas de injeção de combustível específicos para cada tipo, como a injeção direta de combustível para motores a gasolina e injeção de alta pressão para motores a diesel.

Em resumo, os motores de ciclo Otto e Diesel são projetados para atender a diferentes requisitos de aplicação e demandas de desempenho. Embora os motores a gasolina tenham uma operação mais suave e sejam mais adequados para veículos de passeio, os motores a diesel são preferidos em aplicações que fornecem maior eficiência e torque, especialmente em veículos pesados e equipamentos industriais.

No entanto, é importante destacar que a indústria automotiva está passando por mudanças significativas em relação à transição para veículos elétricos e outras tecnologias mais sustentáveis. Essas transformações podem ter um impacto significativo nos futuros desenvolvimentos dos motores de ciclo Otto e diesel, à medida que a busca por soluções mais eficientes e com menor emissão de poluentes continuando avançando.



Referências

- BARROS, José Eduardo Mautone. **Estudo de motores de combustão interna aplicando análise orientada a objetos**. 2003. 19 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna**. 5º ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2017.
- CARVALHO, Márcio Augusto Sampaio de. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. 2011. 147 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- HEYWOOD, John B., 1988. **Internal Combustion Engine Fundamentals**. McGraw-Hill International Editions.
- MACHADO, Roger Brenno Gonçalves. **Análise de emissão de poluentes em motores de combustão interna usando diferentes misturas entre etanol e gasolina**. 2017. 97 f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19497/1/AnaliseEmissoesPoluentes.pdf>. Acesso em: 12 set, 2021.
- MARTINELLI, Luiz Carlos. **Máquinas Térmicas I: Motores de Combustão Interna**. 2003. 183 f. Apostila (Engenharia Mecânica) – Unijuí, Panambi, 2003.
- VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Histórico e desenvolvimento dos motores de combustão interna**. 2006. 4 f. Apostila Didática (IT - Departamento de Engenharia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006. Disponível em: <https://shortest.link/YCC>. Acesso em: 12 set, 2021.
- VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Princípios de funcionamento dos motores de combustão interna**. 2014. 9 f. Apostila Didática (IT - Departamento de Engenharia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.



9

A IMPORTÂNCIA DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS

*THE IMPORTANCE OF PREVENTIVE MAINTENANCE FOR THE AUTOMOTIVE
INDUSTRIES*

Luã Alberto Da Silva Jansen¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Com o crescimento das indústrias ocorreu o aumento dos níveis de competitividade e produção, levando a um maior nível de gerenciamento na produção de uma empresa. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos e a introdução dos mesmos dentro das indústrias levam a uma reavaliação de vários conceitos e práticas antes tidas como verdades absolutas. Neste sentido, novos sistemas, práticas e inovações surgem para a aplicação no setor de manutenção, associando a isso, uma mudança brusca nos paradigmas desta atividade. Nesse contexto a manutenção enxuta era vista como uma necessidade em relação ao processo de aprendizagem sobre os assuntos relativos ao processo de administração e manutenção do maquinário. O geral deste estudo é compreender a importância da gestão de manutenção preventiva para as indústrias automobilísticas. A metodologia utilizada será uma revisão bibliográfica exploratória com expressão qualitativa baseada em referências bibliográficas extraídas de artigos científicos, livros e trabalhos publicados nos últimos anos. Desde modo ao longo do desenvolvimento deste trabalho, será apresentado as práticas e os princípios básicos que foram embasados na gestão da manutenção, onde é visado reduzir os desperdícios durante a elaboração do processo produtivo dentro da indústria automobilística.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção; Manutenção; Indústria Automobilística; Prevenção; Produção.

Abstract

With the growth of industries, there was an increase in competitiveness and production levels, leading to a higher level of management in a company's production. At the same time, technological advances and their introduction within industries lead to a reevaluation of several concepts and practices previously considered absolute truths. In this sense, new systems, practices and innovations emerge for application in the maintenance sector, associating this with a sudden change in the paradigms of this activity. In this context, lean maintenance was seen as a necessity in relation to the learning process about issues related to the machinery administration and maintenance process. The general aim of this study is to understand the importance of preventive maintenance management for the automotive industries. The methodology used will be an exploratory bibliographic review with qualitative expression based on bibliographic references extracted from scientific articles, books and works published in recent years. Thus, throughout the development of this work, the practices and basic principles that were based on maintenance management will be presented, which aims to reduce waste during the elaboration of the production process within the automobile industry.

Keywords: Maintenance management; Maintenance; Auto Industry; Prevention; Production.

1. INTRODUÇÃO

Na maioria das indústrias, a manutenção agora é vista como um custo adicional e só deve ser realizada quando o equipamento não estiver mais operacional. No curso da globalização, a qualidade da produção e a prestação de serviços começaram a definir metas que exigiam manutenção e reparo eficazes nos departamentos de produção.

No contexto competitivo contemporâneo, a diminuição dos gastos relacionados à manutenção e o incremento automático dos ganhos podem representar uma discrepância entre o sucesso e a falta de sucesso. Para corroborar essa afirmação, observa-se um aumento na demanda por sistemas de gestão de manutenção eficientes e por profissionais de profissão nas empresas. Segundo Almeida (2014), uma instalação bem conservada e com poucos vãos proporciona uma vantagem competitiva à empresa em relação aos seus concorrentes.

Os conceitos de passar por mudanças à medida que o setor manufatureiro busca atender às demandas emergentes do período, por meio da adoção de técnicas de manutenção comentários. Atualmente é possível identificar várias ideologias relacionadas à manutenção de sistemas. Essas ideologias incluem a busca pela confiabilidade e disponibilidade contínua durante a maior parte do tempo de produção, a introdução de manutenções programadas e o uso de sensoriamento e monitoramento de parâmetros para detectar o momento mais adequado para a realização de manutenções, com o objetivo de prever possíveis falhas.

A presente pesquisa busca compreender a importância da gestão de manutenção como meio preventivo de perdas dentro das indústrias automobilísticas. Ressaltando a diversidade de metodologias de prevenção de perda e manutenção para esse mercado. Ressalta-se que esta temática é necessária para a compreensão da manutenção industrial. Logo a problemática analisada foi: Como a Gestão de Manutenção contribuiu ao longo dos anos para a indústria automobilística?

O presente trabalho tem como objetivo geral estudar o a gestão de manutenção preventiva para as indústrias automobilísticas. Os objetivos específicos buscaram: conhecer o conceito de manutenção, entender os tipos de manutenção e estudar as manutenções preventivas para as indústrias automobilísticas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho será uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual será realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. Foram incluídos os materiais que estavam compatíveis com a linha de pesquisa foram excluídos os materiais que não estavam compatíveis com a linha de pesquisa. Foram utilizadas as palavras-chave: Gestão da Manutenção, Manutenção, Indústria Automobilística, e Indústria.



2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Conceito de Manutenção

De acordo com Teles (2019), a utilização do termo “manutenção” tem suas raízes no contexto militar, em que uma expressão era empregada para descrever a prática constante de preservação das unidades de combate, seus equipamentos e o pessoal de alta patente. Seguindo o conceito técnico estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme especificado na norma NBR 5462/1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade), a manutenção é descrita como a integração de todas as atividades técnicas e administrativas, incluindo a supervisão, com o com o propósito de preservar ou restaurar um objeto e um estado em que seja capaz de cumprir a função exigida.

Segundo Viana (2014), a manutenção inclui técnicas utilizadas para avaliar a condição atual de instalações, máquinas e componentes, bem como para preservá-los e restaurá-los ao seu estado original. Além disso, Germando (2008) esclarece que as atividades de manutenção visam prevenir a deterioração dos equipamentos e instalações, seja por decomposição natural ou pela utilização em ambiente produtivo. A referida transmissão pode ser expressa através da flexibilidade estética dos equipamentos, do declínio do desempenho operacional e do aumento da produção de intermediários, o que leva a uma pior qualidade e produtividade.

A manutenção busca garantir a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações, a fim de apoiar um processo de produção ou serviço com segurança, preservação ambiental e custos razoáveis. A cultura humana antecede uma época em que os indivíduos passaram a manipular as ferramentas de produção, sendo a manutenção um aspecto antigo da história. A sociedade humana passou e se expandiu consideravelmente em termos de sua capacidade de produção de bens de consumo com o início da Revolução Industrial do final do século 18 (VIANA, 2014).

Com a introdução da mecanização nas indústrias no final do século XIX, surgiu uma crescente demanda pelos primeiros serviços de manutenção de itens. Segundo Almeida (2014), até 1914 a manutenção era realizada pelo mesmo pessoal operacional e tinha importância secundária. Segundo Viana (2014), a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações a partir de 1930. Na mesma linha, Teles (2019) afirma que o setor da manutenção teve quatro revoluções significativas, por vezes referidas como gerações de manutenção. Os dispositivos da geração inicial caracterizavam-se pela sua simplicidade e, na maioria dos casos, apresentavam um excesso de poder de processamento em relação às necessidades reais.

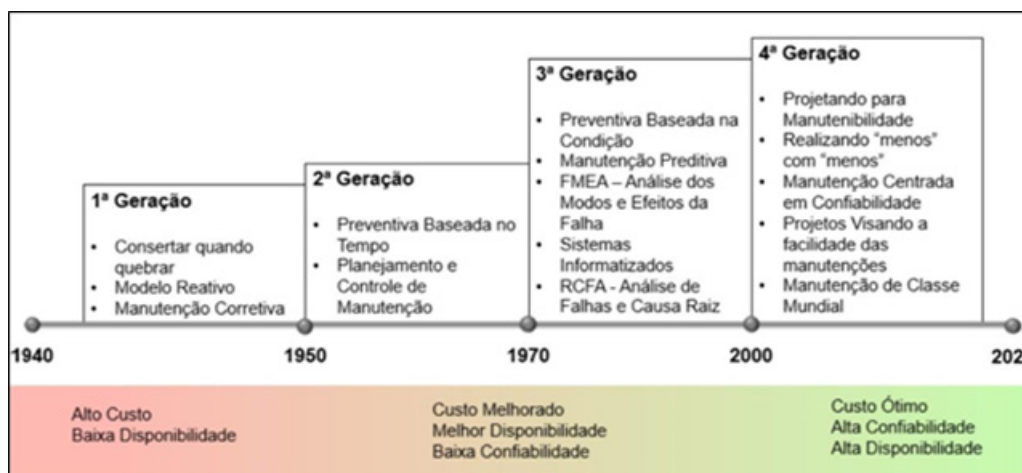
Devido ao atual clima econômico, não se considerou importante dar prioridade à produtividade. Segundo Moubray (2004) uma organização sistemática dos serviços de limpeza e lubrificação, enquanto os reparos só eram feitos após a ocorrência de uma falha, proporcionou uma estratégia de manutenção em sua maioria corretiva e não planejada. Segundo Teles (2019), a primeira geração pode ser resumida dizendo que a manutenção era apenas o processo de conserto de equipamentos defeituosos até meados da década de 1940.

Após a Segunda Guerra Mundial, a economia global ganhou impulso e a concorrência na indústria aumentou rapidamente. Esta situação levou à constatação de que não era aceitável nem economicamente viável permitir a mobilidade dos equipamentos. Segundo Teles (2019), a Surgia Ali é um método de manutenção preventiva. Além disso, cabe destacar que em comparação com outros custos operacionais, o custo de manutenção passou a aumentar significativamente na segunda geração, segundo Germano (2018). Esta ocorrência levou a um aumento nos sistemas de planejamento e controle da manutenção, que são componentes cruciais da manutenção moderna.

Segundo Teles (2019), o surgimento da Terceira Revolução Industrial em 1969 marcou um avanço significativo nas práticas de manutenção, o que levou à penetração da tecnologia da informação na indústria. Nessa mesma época, a manutenção passou a se beneficiar da tecnologia e a prática da manutenção preventiva se difundiu. Quando se trata de inspecionar equipamentos e identificar falhas na fase inicial, o uso de técnicas de observação instrumentada tornou-se altamente valioso e significativo.

As perspectivas que examinam o surgimento de novas gerações também são discutidas na literatura, algumas delas mencionam a subdivisão da manutenção em até seis gerações. No entanto, é possível notar mudanças no conhecimento, já que o conceito de quatro gerações continua sendo mais favorável entre os acadêmicos da área. Destacando as principais filosofias e técnicas que surgiram e se desenvolveram neste campo, a Figura 1 descreve as características evolutivas de cada geração de manutenção ao longo do tempo.

Figura 1. O processo de Evolução da manutenção com o passar dos anos

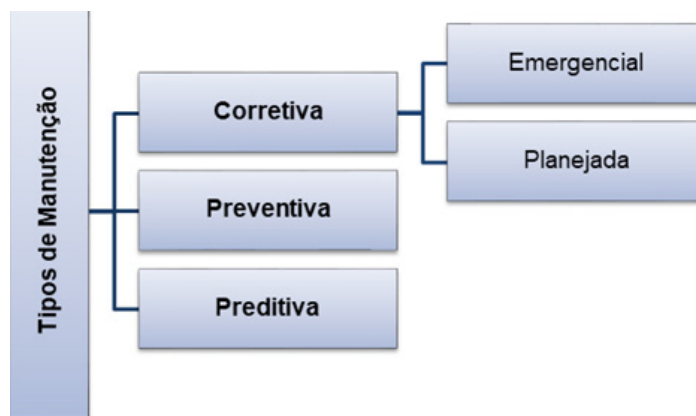


Fonte: Teles (2019)

2.2.3 Tipos de Manutenção

O estado funcional dos equipamentos está diretamente relacionado aos diferentes métodos e etapas em que a manutenção atua. Por exemplo, uma manutenção reativa ocorre após uma ocorrência de uma avaria ou uma proativa, ocorrendo antes do surgimento de um defeito. A maioria dos escritores da literatura e a NBR 5462/1994 (ABNT, 1994) classificam-se comumente em três tipos principais de manutenção: corretiva, preventiva e preditiva (ALMEIDA, 2014).

Figura 2. Tipos de Manutenção



Fonte: Adaptado de Germano (2018)

No entanto, Bosso (2012) reconhece a existência de variações adicionais, embora menos significativas, nos tipos de manutenção, como a manutenção autônoma e a fiabilidade da atividade. Existem vários tipos de manutenção que podem ser incluídas dentro do setor automobilístico. Estas são divididas entre em manutenção corretiva emergencial, ou não programada, e manutenção corretiva planejada. Na Figura 2 é possível compreender os tipos.

Dentro desse contexto é possível verificar na Tabela 1 que foram apresentados mais tipos de manutenção que contribuem para as operações dos equipamentos dentro da indústria automobilística (BRITO, 2006).

Tabela 1. Tipos de manutenção e sua atuação em um equipamento

TIPO DE MANUTENÇÃO	ESTRATÉGIA DE ATUAÇÃO	OBJETIVO
Corretiva Emergencial	Realizada sem planejamento após uma perda de funcionalidade do equipamento (falha e/ou pane).	Retomar funcionalidade de um equipamento em falha e/ou pane.
Corretiva Planejada	Realizada com planejamento de forma mais conveniente após uma falha.	Evitar a evolução de um defeito e/ou falha até a parada completa do equipamento (pane).
Preventiva	Efetuada em intervalos predeterminados em plano de manutenção.	Reduzir a probabilidade de ocorrências de falhas em um equipamento.
Preditiva	Acompanhamento e monitoramento constante de equipamento, baseado em parâmetros de qualidade.	Sanar defeitos em estágios iniciais antes de se tomarem falhas.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023)

A manutenção corretiva é definida, de acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994), como uma ação realizada após uma ocorrência de uma falha, com o objetivo de restaurar um item em uma condição em que ele possa desempenhar a função útil. Manutenção corretiva, de acordo com Kardec e Nascif (2009), é o processo de intervenção em um dispositivo que está com defeito ou com desempenho diferente do esperado. Assim, a corretiva não tem que ser do tipo emergencial para ser efetuado o processo de manutenção (CARVALHO, 2008).

A manutenção corretiva é a que acarreta maior custo financeiro e maior tempo de inatividade dos equipamentos. A intervenção corretiva é realizada quando o dispositivo apresenta algum tipo de falha, defeito ou mau funcionamento. A realização prévia da empresa não é necessariamente obrigatória, o que justifica a divisão da manutenção corretiva em dois grupos (FACCHINI, 2022).

O processo de reparo proativo conhecido como “Manutenção Corretiva Planejada” visa eliminar um defeito antes que ele se torne uma falha ou mesmo uma avaria. Caso a ameaça não represente risco às questões de segurança ou qualidade, ela pode ser programada para ser resolvida em um momento que seja apropriado para a organização (TELES, 2019).

Segundo Viana (2020), a manutenção corretiva planejada requer conhecimento prévio da existência de defesa, falha ou dano, seja por observação, monitoramento ou efeitos visíveis no equipamento. Além disso, embora uma solução imediata seja vista ou ideal, pode ser adiada para o objetivo de prevenir os gastos associados a uma correção de emergência, como foi mencionado anteriormente.

A manutenção preventiva é definida como qualquer tipo de serviço de manutenção realizado em máquinas que não apresentem falhas, mas que estejam em condições operacionais ou apresentem defeitos que não impedem o cumprimento de nenhuma das suas funções operacionais. Durante as atividades de manutenção, a manutenção preventiva é fundamental, envolvendo a realização de atividades sistemáticas como inspeções, reformas e substituições de peças. Portanto, Mobley, Higgins e Wikoff (2014) ressalta que uma implementação da manutenção preventiva resulta na redução das falhas e indiretas inesperadas, além de aumentar a disponibilidade dos dispositivos.

Apesar dos benefícios de menos erros, Teles (2019) enfatiza que a manutenção preventiva não oferece a melhor relação custo-benefício quando comparada a outros tipos de manutenção comuns utilizados nas organizações, custando potencialmente até três vezes mais que a manutenção preditiva. Para alcançar excelentes resultados, é necessário que a manutenção preventiva tenha um arsenal enxuto e altamente eficiente que vise a redução dos custos associados, conforme ressalta-se Almeida (2014).

A manutenção preditiva está descrita, de acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994), como um procedimento que garante um nível desejado de qualidade de serviço através da aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando métodos de amostragem ou supervisão centralizada. Reduzir as atividades de manutenção corretiva e diminuir a manutenção preventiva é o objetivo (VIANA, 2014).

Conforme Viana (2020), a manutenção preditiva é acabar com a precisão e testes para prever a proximidade de uma ocorrência de falha e a presença de um defeito imperceptível. Determinar o momento adequado para intervenção de manutenção é o objetivo da manutenção preditiva, empreendendo o componente até a sua vida útil máxima. Segundo Bosso (2006), a manutenção preditiva engloba todas as técnicas e ações que não interferem diretamente no funcionamento de equipamentos ou sistemas. As quatro técnicas preditivas mais comumente utilizadas nas indústrias nacionais são a análise de vibrações mecânicas, o ensaio por ultrassom, a termografia e a análise de óleos lubrificantes.

A manutenção preditiva é baseada em dois princípios fundamentais. A primeira fase consiste no processo de diagnóstico, no qual as discrepâncias são identificadas e comunicadas por meio de uma avaliação diagnóstica que analisa a origem e a magnitude da não conformidade bloqueada. A segunda etapa abrange a análise das tendências de falha, o que envolve identificar a falha em seu estado inicial e programar quando será realizada a correção (BERTSCHE, 2008).

2.2.4 Manutenções Preventivas Para As Indústrias Automobilísticas

O Plano de manutenção preventiva é uma ferramenta utilizada na prática da manutenção preventiva, com o objetivo de diminuir a probabilidade de falhas relacionadas à vida útil ou produtividade do equipamento. O objetivo deste artigo é estabelecer diretrizes para a implementação de ações de manutenção em intervalos pré-determinados, visando minimizar a probabilidade de falhas e, conseqüentemente, dos equipamentos das indústrias (TELES, 2019).

O plano de manutenção é aumentar a produtividade e fiabilidade dos equipamentos, reduzindo simultaneamente a frequência de intervenções e os custos associados à manutenção corretiva de emergência. De acordo com Teles (2019), há três critérios que determinam a inclusão de uma ação em um plano de manutenção. Esses critérios são os seguintes: 1. Minimizar a ocorrência de erros; 2. Mitigar a severidade dos danos causados pelos erros; e 3. Aumentar a probabilidade de detecção precoce de erros e falhas.

Segundo Britto (2006), o Plano de Manutenção Preventiva pode ser caracterizado como um método de otimização que incorpora inúmeras práticas de manutenção para garantir a operação confiável de componentes e/ou funções críticas do sistema. Como resultado, percebe-se que a manutenção está focada na manutenção dos equipamentos operacionais, enquanto o MCC se preocupa em manter o funcionamento da atividade. Seguindo esse entendimento, Germano (2018) afirma que o objetivo é desenvolver um cronograma que inclua procedimentos que mantenham funções essenciais ao menor custo possível. O objetivo de um programa de manutenção é diminuir os efeitos dos erros e não os erros em si.

No estudo realizado por Almeida (2015), observou-se que a função e os padrões dos equipamentos têxteis são indicativos da compreensão da finalidade a que se destinam, das tarefas que devem cumprir e do nível de desempenho que deve ser mantido durante toda a sua vida operacional. A segunda investigação diz respeito à identificação dos modos de falha, nomeadamente ocorrências que têm o potencial de impedir a capacidade de um componente executar adequadamente a função pretendida.

Identificar as causas subjacentes a cada falha é uma grande preocupação para a manutenção preventiva, pois só através deste processo é que as ações podem ser direcionadas para a verdadeira origem do problema. Além disso, é de suma importância compreender as implicações decorrentes de uma falha, registrando o momento em que ocorre, a duração do período de inatividade do equipamento e os dados afetados como resultado do incidente. A falha em avaliar como cada um afeta a organização (BERTSCHE, 2008).

A fase inicial envolve a escolha de uma equipe que supervisionará o programa e deverá incluir representantes de produção, engenharia e manutenção. O tamanho desta equipe varia de acordo com a complexidade e escala da instalação. As tarefas devem ser distribuídas de forma que cada equipe fique responsável por determinada área ou equipamento. Normalmente, as equipes são formadas por indivíduos com habilidades especializadas, como facilitadores, operadores, mecânicos, eletricitas e engenheiros, que possuem amplo conhecimento em suas respectivas áreas de especialização.

3. CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo buscou compreender a importância da gestão de manutenção preventiva para as indústrias automobilísticas, conceituando toda a trajetória da manutenção e suas principais características dentro do setor. A introdução da gestão da manutenção neste contexto de mudanças trouxe uma série de benefícios para os empresários, bem como benefícios para os empregados e seus empregadores. Logo ocorreram reduções significativas de custos operacionais ocorreram, além de melhorias contínuas na qualidade do produto e equipamentos e funcionalidade das instalações.

O estudo busca abordar como a manutenção preventiva tem impactado positivamente no processo fabril nas indústrias automotivas. Isso porque investir com antecedência permite a continuidade da produção e evita erros, o que reduz custos e agiliza a produção. Logo toda a sociedade é disseminar o conhecimento sobre as diretrizes e definições do Gestão de Manutenção dentro das indústrias automobilísticas, que trata da correta manutenção que deve ser realizada nos equipamentos e instalações das indústrias. Além de sua importância para o processo produtivo, que visa minimizar erros e maximizar a produção.

Conclui-se, portanto que a gestão da manutenção é um tema importante, pois a maioria das empresas precisa maximizar a receita de seus recursos humanos, financeiros,

de matéria-prima e ativos fixos como máquinas e equipamentos para se manterem competitivos em um mercado que está sempre em expansão. É fundamental ressaltar que as empresas esperam do setor de manutenção uma equipe técnica treinada e uma boa lubrificação para promover maior disponibilidade e utilização dos equipamentos. É necessário empregar técnicas e métodos de gestão voltados para o monitoramento e melhoria contínua das atividades de manutenção.

Referências

- ALMEIDA, P. S. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 256 p.
- BERTSCHE, B. **Confiabilidade em Engenharia Automotiva e Mecânica: Determinação da Confiabilidade de Componentes e Sistemas**. Berlim: Springer, 2008.
- BOSSO, H. S. V. **A lei de Zipf ou regra 80/20 da internet**. 2012. 56f. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- BRITTO, Tales Marques. **Metodologia da manutenção centrada em confiabilidade aplicada a pára-raios de alta tensão**. 2006. 122f Dissertação de Mestrado. Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis.
- CARVALHO, A. L. **Análise de Disponibilidade Utilizando Abordagem Nebulosa**. 2008. 123f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Elétrica, Belo Horizonte.
- FACCHINI. **Produtos: Poliguindaste**. In: Facchini., 2022. Disponível em: <https://www.facchini.com.br/produto/poliguindaste>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- GERMANO, A. O. **Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade - Indústrias Becker**. 2018. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.
- MOBLEY, R. K., HIGGINS, L. R., & WIKOFF, D. J. **Manual de Engenharia de Manutenção**, McGrawhill. 8 ed. Nova Iorque, Chicago, São Francisco, Lisboa, Londres, Madrid, Cidade do México, Milão, Nova Deli, San Juan, Seul, Singapura, Sydney e Toronto. Impresso pelos EUA, 2014.
- MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 2004.
- TELES, J. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. 2. ed. Brasília: Engeteles editora, 2019. 240p
- VIANA, H. R. G. **Manual da gestão de manutenção**. 1.ed. Brasília: Engeteles editora, 2020. 208p.
- VIANA, H. R. G. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014. 192 p.





10

MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: IMPORTÂNCIA E APLICABILIDADE EM EMPRESAS DE MINERAÇÃO

RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE: IMPORTANCE AND APPLICABILITY IN MINING COMPANIES

Wdson Rocha Boaes Meireles¹

Rodrigo Bacarin²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) é uma metodologia que visa garantir a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos por meio de um planejamento de manutenção baseado no desempenho e riscos associados. A MCC tem como foco ações preventivas e preditivas, priorizando tarefas essenciais e otimizando o uso dos recursos disponíveis. O objetivo desta pesquisa é compreender a importância das técnicas de manutenção, em particular a metodologia da Manutenção Centrada na Confiabilidade, na indústria de exploração e exportação de minério de ferro. Através dessa análise, busca-se identificar como a MCC pode contribuir para aumentar a confiabilidade dos equipamentos e a eficiência operacional para esse setor. Assim, a metodologia utilizada neste estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica com intuito de apresentar um conceito atualizado sobre o tema, embasado em estudos recentes encontrados em artigos científicos, livros e periódicos. Essa abordagem permite o desenvolvimento de uma base teórica-empírica sólida, oferecendo insights valiosos sobre a aplicação da MCC na indústria de mineração. Como principal contribuição, este trabalho apresenta um impacto social relevante, pois a aplicação eficaz da Manutenção Centrada na Confiabilidade em empresas de mineração pode resultar em benefícios significativos, aumentar a confiabilidade dos equipamentos, contribuir para a segurança dos trabalhadores, a redução de impactos ambientais e a melhoria da produtividade e eficiência operacional. Além disso, uma manutenção eficiente e planejada ajuda a otimizar os recursos financeiros e materiais, resultando em maior rentabilidade para as empresas e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do setor de mineração.

Palavras-chave: Manutenção na Mineração. MCC. Redução de Custos.

Abstract

Reliability Centered Maintenance (MCC) is a methodology that aims to ensure the reliability and availability of equipment through maintenance planning based on performance and associated risks. MCC focuses on preventive and predictive actions, prioritizing essential tasks and optimizing the use of available resources. The objective of this research is to understand the importance of maintenance techniques, in particular the Reliability Centered Maintenance methodology, in the iron ore exploration and export industry. Through this analysis, we seek to identify how MCC can contribute to increasing equipment reliability and operational efficiency for this sector. Thus, the methodology used in this study is based on a bibliographical review with the aim of presenting an updated concept on the topic, based on recent studies found in scientific articles, books and journals. This approach allows the development of a solid theoretical-empirical basis, offering valuable insights into the application of MCC in the mining industry. As a main contribution, this work presents a relevant social impact, as the effective application of Reliability-Centered Maintenance in mining companies can result in significant benefits, increasing the reliability of equipment, contributing to worker safety, reducing environmental impacts and improving productivity and operational efficiency. Furthermore, efficient and planned maintenance helps to optimize financial and material resources, resulting in greater profitability for companies and contributing to the sustainable development of the mining sector.

Keywords: Mining Maintenance. MCCC. Cost Reduction.



1. INTRODUÇÃO

O surgimento da manutenção se intensificou com o advento da Revolução Industrial, onde o uso de máquinas e equipamentos tornou-se amplo, e assim surgiu a necessidade de exercer a manutenção das máquinas. Assim, devido ao aumento da complexidade e a entrada de novas máquinas industriais, as empresas se preocuparam não mais apenas em realizar os reparos nas falhas, mas também em evitar e prevenir que elas aconteçam através de uma boa gestão de manutenção.

Diante deste contexto, surgem os diferentes tipos de manutenções como a corretiva, preventiva, preditiva e principalmente a manutenção centrada na confiabilidade, que é foco desse estudo. Sendo assim, entende-se que a manutenção centrada na confiabilidade é um dos grandes e principais fatores para diferentes estratégias de manutenção. A confiabilidade de certo equipamento rege a sua disponibilidade em tempo de operação e é um divisor de águas entre tempo disponível e tempo de manutenção.

Contudo, apesar da visibilidade que o termo Manutenção Centrada em Confiabilidade conquistou, ela ainda apresenta uma lacuna na literatura. Portanto, surge a seguinte questão: como as técnicas de manutenção centrada na confiabilidade se relacionam entre si e como elas são fatores determinantes para o sucesso na Gestão da Manutenção de empresas de mineração?

Discute-se, assim, que a Gestão da Manutenção é muito importante para as empresas do setor de mineração, pois ela garante maior confiabilidade aos equipamentos e processos, assim como dá suporte ao escoamento de toda cadeia produtiva e os diversos sistemas de manutenção que se relacionam entre si, e que englobam toda a contribuição para o crescimento da empresa. Portanto, observa-se a importância da discussão sobre a manutenção centrada em confiabilidade como gestão estratégica de uma empresa.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo geral compreender a importância das técnicas de manutenção, em especial a metodologia da Manutenção Centrada em Confiabilidade em indústria do setor de exploração e exportação de minério de ferro. Já como objetivo específico: conceituar e apresentar resultados através de estudos que essa metodologia pode levar confiabilidade às máquinas e equipamentos em empresas de Mineração.

2. DESENVOLVIMENTO

Visto que, o problema de pesquisa e os objetivos foram estabelecidos, este presente capítulo apresenta a metodologia, os resultados e a discussão que são o embasamento teórico que fundamentam esse trabalho.

2.1 Metodologia

Quanto aos aspectos metodológicos este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, onde seguiu uma abordagem qualitativa e descritiva sobre a Manutenção Centrada em Confiabilidade e os benefícios da sua aplicabilidade em empresas de mineração, cujos tópicos importantes sobre o tema, foram analisados e discutidos de forma contextual a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas. Vale ressaltar,

que esse tipo de pesquisa serve para alimentar o conhecimento das perspectivas teóricas, e assim enriquecer e objetivar seu aparelho conceitual.

Esta pesquisa foi baseada principalmente em artigos científicos, dissertações, teses, livros e periódicos com publicações mais recentes e coletados em principais plataformas de base de dados, publicados por meios de escritos eletrônicos da Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico e Periódicos CAPES. Utilizando as palavras-chaves: Manutenção centrada em confiabilidade, Indústria de Mineração, Gestão da Manutenção e Confiabilidade.

O levantamento dos dados foi realizado ao longo do período de 2022.2 a 2023.1. Para tal, com o objetivo de realizar essa pesquisa que é de suma importância para o cunho acadêmico, o trabalho envolveu as etapas de planejamento, condução e apresentação da revisão de literatura, assim como os documentos extraídos foram fundamentais e serviram como base para a construção do raciocínio, investigações e análise sobre o tema principal.

2.2 Resultados e Discussão

A manutenção é um conceito antigo que desempenha um papel essencial nas empresas e na sociedade como um todo. Seu objetivo principal é garantir o funcionamento adequado dos equipamentos e a confiabilidade dos processos de produção.

De acordo Viana e Ribeiro (2017), o termo manutenção sempre existiu na humanidade e esteve presente no dia-a-dia das empresas, pois ela permite garantir o bom funcionamento dos equipamentos e confiabilidade ao processo de produção. Assim como, a sua função é garantir a disponibilidade dos equipamentos para que possam atender as necessidades com confiabilidade.

Entretanto, com a entrada das novas tecnologias no meio industrial e a nova dinâmica da crescente globalização, fizeram com que surgisse a exigência em que as atividades operacionais fossem realizadas com maior efetividade operacional com intuito de prover e garantir resultados melhores (MOREIRA *et al.*, 2019).

Nesse contexto, com base nas transações, a manutenção consiste em reparar itens danificados, consertos em equipamentos, máquinas e ferramentas. Assim como, a habilidade de manter funcionando o equipamento de acordo com as normas e condições de uso, contudo fomenta os serviços rotineiros e inspeções periódicas, também reposição preventiva e monitoramento das condições dos itens (PASCHOAL *et al.* 2009).

De acordo com os estudos de Marques e Brito (2019) anteriormente, a manutenção era vista apenas como um custo para as empresas, mas agora é reconhecida como uma atividade essencial para manter os equipamentos em bom estado. Essa mudança de perspectiva ocorreu porque as organizações entenderam que a manutenção adequada tem um impacto direto nos resultados operacionais e na rentabilidade. Comparação que vai de encontro com Nascimento *et al.* (2020), pois informa que a manutenção é o conjunto de ações cujo objetivo é tomar medidas para restabelecer o bom funcionamento de equipamentos e pode ser dividida em três tipos:

1. manutenção corretiva: é aquela que ocorre após a falha, entendida como a manutenção primária, onde o equipamento quebra e logo é realizado o reparo, esse tipo de manutenção é entendida como a mais cara em sua aplicação, pois não houve o planejamento adequado;
2. manutenção preventiva: a manutenção preventiva é a prevenção de defeitos que



podem ocasionar paradas ou baixo rendimento dos equipamentos e assim reduzir falhas e diminuir a produtividade, é executada com planejamento e planos de manutenção, através de intervalos predeterminados;

- manutenção preditiva: o objetivo deste tipo de manutenção é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de diversos parâmetros e permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

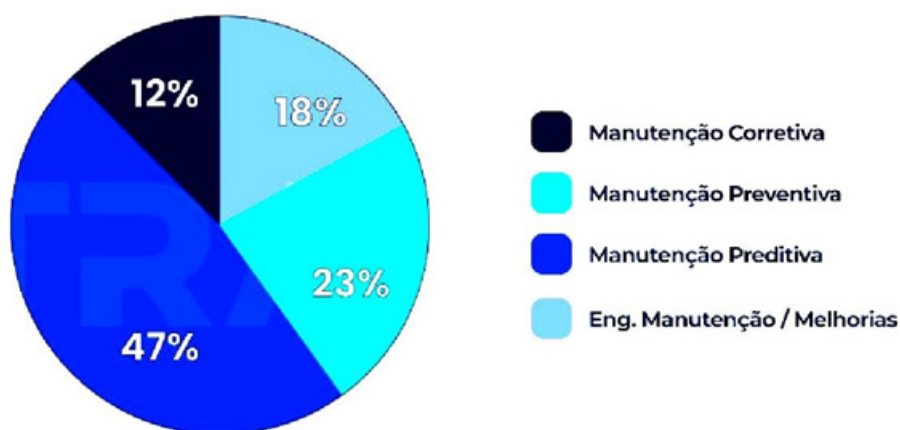
De acordo com Penha (2021), a manutenção corretiva não é uma manutenção programada, pois é feita somente quando um componente é danificado, e assim há a necessidade de restaurar a sua confiabilidade. Ainda segundo a autora, a manutenção corretiva apesar de não ser programada, torna-se uma manutenção que dá suporte às outras no que tange aos diagnósticos de falhas. A importância da manutenção corretiva é extremamente grande e ela que dá o resultado final no que diz respeito à disponibilidade, diagnóstico que se torna suporte para preventivas e histórico de falhas.

Já Santos (2018), define a manutenção preventiva como a manutenção que precisa ser realizada regularmente em um equipamento para diminuir a probabilidade de falhas. Diferente da manutenção corretiva, a manutenção preventiva é programada, planejada e decidida a médio e a longo prazo, porém a importância da manutenção preventiva é evitar as eventuais falhas que a manutenção corretiva possa atuar. Percebe-se a forte ligação que uma depende da outra, não em questão de mão de obra, mas na manutenção de disponibilizar os equipamentos à operação.

Assim como, a manutenção preditiva, é aquela que otimiza a utilização do equipamento, ou seja, utiliza de ferramentas para a análise preditiva das máquinas, possibilitando a otimização da linha de produção (SANTOS *et al.*, 2022). Nessa vertente todos esses tipos de manutenções estão interligados um ao outro, e é preciso de total atenção a todos os processos para que uma empresa tenha uma boa gestão de manutenção.

De acordo com Santos *et al.* (2022) existem os indicadores de manutenção, onde as empresas mantêm o indicador da manutenção preditiva sempre com o maior percentual na distribuição, conforme pode ser verificado no gráfico 1.

Gráfico 1. Percentual por tipo de Manutenção



Fonte: Disponível em: <https://tractian.com/blog/indicadores-de-manutencao>. Acesso: 10 mai. de 2023.

Nessa perspectiva, um sistema de manutenção eficiente deve ter como foco principal a redução dos tempos de parada dos equipamentos e as perdas de produção. Além disso, é fundamental garantir o melhor ajuste e aprimoramento da operação dos equipamentos, visando alcançar a melhor qualidade dos produtos e serviços, sem comprometer os parâmetros de segurança e meio ambiente. Essas características permitem maximizar o ciclo

de vida dos equipamentos, resultando em menor desgaste de peças e componentes dos sistemas, além de reduzir os custos de reposição necessários (CAIADO; LIMA; QUELHAS, 2015).

No tocante às definições para manutenção utilizadas pelo autor Coelho (2016), é notório a sua concepção sobre as transformações ocorridas na indústria, para esse auto no início do século XXI surge a quarta Revolução Industrial, e com ela inicia-se a transformação na indústria com os processos cada vez mais inovadores, tecnológicos, mais acessíveis e sofisticados, assim como o desenvolvimento de máquinas mais modernas e colaborativas.

Portanto, essas tecnologias e sua capacidade de geração rápida proposta pela Revolução Industrial trouxeram como foco principal o desenvolvimento dos mecanismos tecnológicos, e com isso o aumento e a rápida capacidade de produção, deu origem a novas formas de geração de capital, assim como novos comportamentos no âmbito social e econômico (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

Conforme apontado por Jesus e Silva (2022) ao progresso que a manutenção foi se desenvolvendo, a tecnologia e a inovação foram crescendo a largos passos e isso proporcionou a automação dos processos industriais.

Assim, à medida que a manutenção evoluiu, impulsionada pelo progresso tecnológico e inovação, houve um crescimento acelerado no campo da automação dos processos industriais.

2.2.1 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é uma abordagem estratégica utilizada para otimizar a gestão da manutenção. Diante disso, essa metodologia baseia-se na premissa de que a manutenção deve ser planejada com base na confiabilidade dos equipamentos, visando maximizar o desempenho, minimizar falhas e prolongar a vida útil dos ativos. A MCC identifica os modos de falhas mais críticos, através dessa identificação implementa estratégias de manutenção adequadas, como ações preditivas, preventivas e corretivas.

No tocante às definições para Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) Cervera e Sellitto (2015) e Moreira *et al.* (2019), informam que ela teve início na indústria aeronáutica no final dos anos 50, e tem suas técnicas usadas no meio industrial até hoje. Consiste em garantir que os equipamentos industriais mantenham suas funções originais, e assim consigam operar de forma contínua com um alto nível de confiabilidade e qualidade.

Diante disso, a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) tornou-se uma metodologia muito utilizada em diferentes áreas, proporcionando várias vantagens aos equipamentos como: maior disponibilidade, segurança, qualidade, custos menores, maior vida útil, entre outros benefícios. Assim, tornou-se uma ferramenta que contribui para o planejamento da gestão de manutenção e principalmente para a tomada de decisão (MOREIRA *et al.*, 2019).

De acordo com Cervinski, Makiyama e Thomaz (2022), a manutenção centrada na confiabilidade é uma metodologia que desempenha um papel fundamental na redução de custos e horas de manutenção executadas. Essa abordagem consiste na priorização das tarefas mais relevantes, o que possibilita definir periodicidades adequadas para as atividades de manutenção. Dessa forma, é possível otimizar os recursos disponíveis, direcionando-os para as ações que realmente contribuem para a confiabilidade dos equipamentos. Isso resulta em maior eficiência, redução de custos desnecessários e melhor aproveita-



mento do tempo de manutenção.

Ainda sob o raciocínio de Moreira *et al.* (2019) a implementação do MCC é composta por cinco etapas distintas a saber:

- a primeira etapa consiste na Definição do sistema, no qual, são isoladas e descritas cada parte que compõe o sistema em estudo, objetivando uma melhor análise das falhas;
- na segunda etapa são as funções e análises das falhas, nessa etapa é realizado um resumo das funções principais e secundárias além de falhas e defeitos para cada modo encontrado na primeira etapa, tudo deve ser descrito em minúcias;
- terceira etapa é feita a análise de modo e efeito falha, nessa etapa é utilizado a ferramenta FMEA para estudos dos modos de falhas objetivando
- identificar e conhecer cada falha e seu respectivo número de prioridade de risco;
- na quarta etapa é realizado o diagrama de decisão para a seleção de tarefa de manutenção, no qual, é utilizado os métodos conhecidos como Diagrama de seleção de tarefas e Árvore lógica de decisão, auxiliado por planilhas de registros para definir a divisão das tarefas de manutenção;
- por fim, o plano de Manutenção, nessa etapa são divididas as tarefas, visando utilizar da melhor forma possível os serviços dos profissionais que realizam a manutenção.

Outra corrente bastante aceita no meio acadêmico que aborda o tema do MCC foi feita por Moreira *et al.* (2019), onde consideram que a manutenção centrada na confiabilidade e suas etapas permitem identificar as falhas que ocorrem nas máquinas. Assim, ao aplicar essa metodologia é possível realizar um plano de manutenção, identificar os erros que ocorrem nas máquinas, ademais definir as tarefas de manutenções cabíveis para reparação dos equipamentos.

Vale ressaltar, que a manutenção centrada na confiabilidade é responsável por avaliar as condições dos equipamentos e tem como principal objetivo contribuir para os planos de manutenção, por isso é de responsabilidade das empresas ter o histórico e dados das falhas das máquinas, assim como um elevado conhecimento sobre os processos e funcionalidade dos sistemas (CERVINSKI; MAKIYAMA; THOMAZ, 2022). Para Moreira *et al.* (2019), as técnicas utilizadas por essa ferramenta possibilitam a estruturação do sistema de produção, pois é possível definir as tarefas adequadas de manutenção para cada equipamento, e com isso garantir a confiabilidade e segurança do sistema com menor custo operacional.

Com a adoção da MCC, as empresas podem alcançar uma gestão de manutenção mais eficaz, reduzindo custos, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e melhorando a confiabilidade operacional.

2.2.2 Discussão

Dentre as diversas técnicas de manutenção, destaca-se a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), a qual, quando aplicada de forma eficaz, proporciona inúmeros benefícios no gerenciamento das manutenções dos equipamentos. A MCC permite a redução de custos ao evitar manutenções desnecessárias em máquinas e equipamentos, além de promover uma abordagem mais direcionada para mitigar falhas críticas.

As estratégias de manutenção são muito importantes principalmente para empresas mineradoras, pois há a necessidade de cumprir o estado satisfatório dos equipamentos, e assim contribuir para o aumento da produtividade e qualidade da produção (PINHEIRO; SOEIRO; COELHO, 2017). O bom funcionamento de um equipamento garante melhor execução das atividades, gerando ganhos para a empresa.

De acordo com Jesus e Silva (2022), o setor de mineração desempenha um papel fundamental como atividade econômica voltada para a exploração de minérios encontrados na terra. Esses minérios são recursos indispensáveis para a fabricação de diversos produtos utilizados pela sociedade, como computadores, produtos de beleza, estruturas metálicas e uma variedade de outros materiais essenciais.

Diante da importância do tema, dados de 2021 do IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) informam que no Brasil, o setor de minério apresentou um aumento de 62% no faturamento, totalizando assim cerca de R\$ 339,1 bilhões. Sendo a arrecadação da CFEM de R\$ 10,3 bilhões e as exportações minerais brasileiras alcançaram US\$ 58 bilhões, superando os dados registrados em 2020. Conforme figura a seguir:



Fonte: IBRAM (2022).

De acordo com estes atributos, é possível compreender que as técnicas de manutenção têm evoluído, onde as empresas têm focado em métodos mais eficientes, que eliminam custos, reduzem as falhas e podem otimizar os seus processos operacionais e assim garantir que a operação na mineração obtenha crescimento e desenvolvimento (GOMES *et al.*, 222).

Viana e Ribeiro (2017) evidenciam que a função da manutenção é garantir a disponibilidade dos equipamentos para que possam atender a produção com confiabilidade. Ainda de acordo com os autores, para o desempenho da gestão de manutenção em empresas de mineração é preciso levar em consideração alguns fatores como:

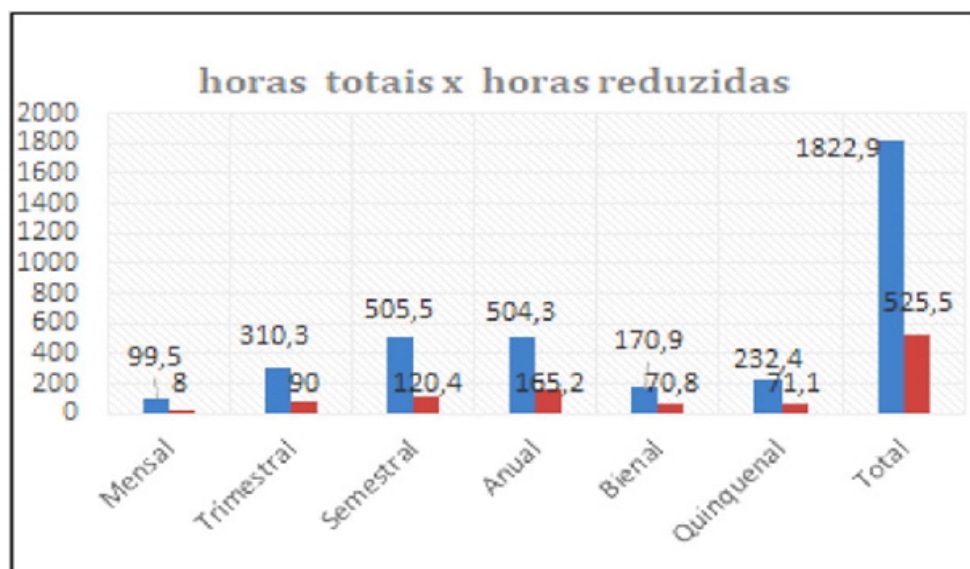
- sistemas computadorizados de administração da manutenção;
- sistema de Planejamento e Controle da manutenção;
- sistema de custeio da manutenção;
- sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional;
- engenharia da manutenção;
- sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação;
- suprimentos de materiais;
- estrutura organizacional definida para o setor da manutenção;
- melhoria contínua;
- sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva, Integração da manutenção e operação;
- sistema de Gestão Ambiental Sistema de gestão de riscos.

Assim, para que as falhas possam ser reduzidas é preciso ter confiabilidade dos equipamentos e tornar estes mais duradouros. Portanto, quanto maior o planejamento da gestão de manutenção e confiabilidade dos equipamentos, menores são as ocorrências de falhas (JESUS; SILVA, 2022). Os autores informam ainda que dentro da mineração os principais equipamentos que apresentam falhas, são:

- britadores: responsável por reduzir o tamanho do minério, é um componente que é exposto a muitos tipos de desgastes presentes em mecanismos da mineração. Devido à exposição durante a aplicação na hora de aplicar o fluido, a poeira ou outros detritos causados por outros componentes sólidos, podem entrar em contato com o lubrificante e circular por todo seu sistema podendo causar a parada do mesmo;
- correias transportadoras: componente que exerce um tipo de pressão devido às cargas altíssimas e altas temperaturas que podem causar complicações nos lubrificantes que não são apropriados e podendo acarretar o rompimento de componentes próprios e também deixando os metais em contato.
- peneiras vibratórias: responsável pelo processamento e separação do minério pelos tamanhos. Devido a vibração durante o próprio trabalho, as graxas utilizadas nos rolamentos podem ser expulsas dos trilhos e acontecer dos metais ficarem em contato;

Outra comparação significativa é apresentada por Cervinski, Makiyama e Thomaz (2022). Segundo a pesquisa realizada pelos autores, a implementação do MCC resultou em uma redução significativa no número de horas de trabalho (HH) dedicadas à realização de tarefas de produção na empresa estudada. Essa redução demonstrou ser altamente eficiente para a otimização dos processos. O estudo revelou uma diminuição de aproximadamente 28,83% no total de horas necessárias para a execução dos planos de manutenção preventiva da empresa, como evidenciado pelo gráfico 2.

Gráfico 2. Comparação de horas totais e horas reduzidas pela MCC



Fonte: Cervinski, Makiyama e Thomaz (2022).

Com base no gráfico apresentado acima, fica evidente uma redução significativa de 525,5 horas após a implementação da análise MCC na empresa em questão. Essa redução demonstra claramente os benefícios obtidos com a adoção dessa metodologia, resultando em uma otimização dos recursos e processos de manutenção.

A maioria dos estudos analisados destaca a importância das boas práticas de manutenção preventiva para garantir a confiabilidade de um equipamento. Quanto mais manutenção preventiva é realizada, maior se torna a confiabilidade do equipamento. No entanto, é importante observar que a disponibilidade do equipamento diminui a cada intervenção de manutenção preventiva.

Diante desse cenário, surgem oportunidades de manutenção durante os períodos em que o equipamento está ocioso, ou seja, temporariamente indisponível em um estado de espera, aguardando ser utilizado a qualquer momento. A ideia é realizar pequenas manutenções ou reparos em prazos curtos, visando minimizar o impacto na disponibilidade do equipamento.

Por isso, a metodologia MCC é tão importante para esse processo, pois através dela, é possível realizar um plano específico e o planejamento de gestão de manutenção, assim como influenciar no processo de tomada de decisão.

Tal afirmação vai de encontro com a teoria de Jesus e Silva (2022), onde informam que o setor de mineração sempre buscou meios para amenizar as falhas das máquinas e equipamentos industriais, e assim diminuir os gastos e identificar com antecedência os problemas. Os autores informam ainda que com a constante evolução e desenvolvimento do setor de mineração tem-se criado práticas mais automatizadas, seguras e eficientes.

Em um cenário de constantes mudanças tecnológicas, fica evidente que o sistema de manutenção desempenha um papel crucial. Nesse contexto, é fundamental que as empresas estabeleçam desde o início uma sólida gestão de manutenção. Isso ocorre porque, se o sistema de manutenção não funcionar adequadamente, os equipamentos não operarão com a disponibilidade programada. E quando os equipamentos são impactados, isso afeta diretamente o sistema de produção e as metas estabelecidas. Essa interrupção na produção pode resultar em redução de custos e desencadear um efeito dominó negativo em toda a organização. Interessante notar que as diversas técnicas de manutenção e manutenção centrada em confiabilidade é um dos grandes pilares das empresas de extração e exportação de minério de ferro, onde os modelos e melhorias de gestão de como gerenciar cada processo tem ganhado bastante evidência para essas organizações, para que a relação custo/benefício, o processo produtivo e a expansão da empresa venham a funcionar, e assim transformar a cadeia produtiva em um ciclo de acertos, e com isso eliminar os erros através de uma boa gestão de manutenção.

Entende-se, que as técnicas de manutenção é o “gargalo” das empresas do setor de mineração. Diante disso, com o avanço da indústria 4.0, as empresas têm buscando soluções para menos exposições de empregados e mais serviços automatizados melhorando potencialmente a segurança, produtividade, custo/benefício e diagnósticos eficientes.

A partir de pesquisas na área, a conclusão que se pode chegar a respeito do MCC que ele não anda sozinho, pois em cada etapa da sua implementação existem outras ferramentas que contribuem para melhoria dos processos de manutenção, como por exemplo a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) que serve para análise dos modos e efeitos das falhas existentes, podendo elaborar meios para resolução dos problemas de quebra dos equipamentos.

As teorias baseadas em estudos sobre o FMEA permitem compreender que essa ferramenta possibilita detalhadamente realizar a análise das falhas nos equipamentos máquinas, através da definição dos critérios e funções para o plano de manutenção.

Após discorrer sobre as teorias mais aceitas no meio acadêmico, cabe expor estudos ainda mais recentes sobre o tema. Diversas correntes já veem o MCC como uma ferra-



menta bastante útil na indústria de mineração, pois age diretamente nas falhas, a fim de manter a disponibilidade das máquinas e consequentemente assegurar a produção em constante funcionamento (JESUS; SILVA, 2022).

Os resultados aqui descritos corroboram para a discussão sobre o tema, onde ao adotar essa metodologia, as empresas de Mineração podem otimizar o planejamento e a execução das atividades de manutenção, resultando em maior disponibilidade operacional, prolongamento da vida útil dos ativos e um aumento significativo na confiabilidade dos equipamentos.

3. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) e explorar sua importância e aplicabilidade em empresas de mineração. Como resultado, foi estabelecido um conceito unificador sobre o tema, fundamentado na literatura atual da área. O objetivo de descrever o trabalho foi alcançado, e as argumentações fornecidas respondem ao objetivo geral proposto.

Ao longo dos anos, a manutenção baseada em confiabilidade tem evoluído cada vez mais, especialmente em empresas de grande e médio porte, sobretudo nos setores industrial e de mineração. Com o avanço da tecnologia, a MCC tem contribuído para melhorar os processos de produção, levando em consideração critérios como disponibilidade/tempo dos equipamentos, bem como a segurança operacional e a segurança das pessoas em relação à interação entre seres humanos e máquinas.

A pesquisa revelou a importância da MCC nas empresas, pois ela atua na análise e busca das causas-raízes dos problemas, permitindo a intervenção da manutenção preventiva durante paradas programadas, bem como a implementação da manutenção preditiva, que monitora partes do equipamento para evitar grandes falhas, em conjunto com processos de inspeção e análise para evitar paralisações do equipamento.

Conclui-se que a MCC continua se desenvolvendo ao longo dos anos, buscando garantir o desempenho esperado por meio do uso de ferramentas tecnológicas e estratégias de estudo e análise de falhas, servindo como base para outros processos de manutenção e melhorando os próprios processos de manutenção.

Quanto às futuras investigações sobre o tema MCC, recomenda-se a realização de estudos de campo para investigar a eficiência e a aplicabilidade dessa metodologia, a fim de obter dados quantitativos sobre sua viabilidade como ferramenta.

Por fim, é altamente recomendado explorar a relação entre a MCC e outras ferramentas, aplicando-as no setor industrial, a fim de identificar a viabilidade e a contribuição mútua para a gestão da manutenção. Portanto, este estudo fornece uma base de dados fundamental para futuras pesquisas exploratórias sobre o assunto.

Referências

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão; LIMA, Gilson Brito Alves; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Aspectos da aplicação da manutenção centrada em confiabilidade. In: **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. 2015.

CAVALCANTE, Zedequias Vieira; SILVA, Mauro Luis Siqueira da. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia**. 2011.

- CERVEIRA, Diego Santos; SELLITTO, Miguel Afonso. Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise quantitativa de um forno elétrico a indução. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 405-432, 2015.
- CERVINSKI, Daniel Renato; MAKIYAMA, Marcelo Kenzi; THOMAZ, Maria Regina. Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) na redução de custos. **Anais da Engenharia Mecânica/ISSN 2594-4649**, v. 6, n. 1, p. 369-386, 2022.
- COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação de Mestrado.
- GOMES, Bruno Trindade et al. Reforma como estratégia de manutenção: um estudo de caso comparativo entre o desempenho de caminhões fora de estrada novos e reformados em uma empresa de mineração. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. e36011830854-e36011830854, 2022.
- IBRAM - MINERAÇÃO DO BRASIL. **Mineração em Números**. Disponível em: < <https://ibram.org.br/publicacoes/?txtSearch=&checkbox-section%5B%5D=162&checkbox-section%5B%5D=1236#publication> >. Acesso em: 28 mai. 2023.
- JESUS, Rafael; SILVA, Robson. **Gestão da Manutenção de Equipamentos em uma Mineradora**. 2022.
- 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. MOREIRA, Taynara Barros et al. Proposta de aplicação da manutenção centrada na confiabilidade no desenvolvimento do plano estratégico da manutenção: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Business**, v. 1, n. 3, p. 842-856, 2019.
- NASCIMENTO, Estela dos Santos et al. Gestão de Manutenção Industrial. **SITEFA- Simpósio de Tecnologia da Fatec Sertãozinho**, v. 3, n. 1, p. 180-191, 2020.
- PASCHOAL, D. R. et al. Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, p. 1-14, 2009.
- PENHA, Daniele Costa. **Processo de planejamento e programação de manutenção em uma empresa de mineração em São Luís do Maranhão: estudo de caso**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará.
- PINHEIRO, Flávio Campos; SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu; COELHO, Renato Ramos. **Influência das estratégias de manutenção na disponibilidade física de equipamentos de moagem de uma mineradora**. 2017.
- SANTOS, Bruno et al. **Desafios na implementação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) na indústria**. 2022.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia; RIBEIRO, José Luis Duarte. Fatores de sucesso na gestão da manutenção em empresas mineradoras. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 2, 2017.

11

GESTÃO DE MANUTENÇÃO: OS EFEITOS E A IMPORTÂNCIA DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS

*GESTÃO DE MANUTENÇÃO: OS EFEITOS E A IMPORTÂNCIA DAS MANUTENÇÕES
PREVENTIVAS PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS*

Brenno Castro Tavares¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Na manutenção preventiva, os custos são reduzidos pela inspeção e manutenção de máquinas e equipamentos, mas na manutenção preditiva, os componentes são testados quanto à saturação e substituídos ou modificados conforme necessário. É óbvio que uma corretiva resultará de danos a equipamentos, máquinas ou estruturas. Essas diferenças também existem entre diferentes tipos de manutenção automática. Todo motorista precisa ter um veículo autônomo compartilhado totalmente ajustado o tempo todo, sem interrupções que possam interromper ou evitar a funcionalidade total e, muitas vezes, incorrer em custos previsíveis. O presente trabalho tem como objetivo geral compreender a importância da gestão de manutenção preventiva para as indústrias automobilísticas, conceituando toda a trajetória da manutenção e suas principais características dentro do setor. 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. Conclui-se, portando que nesse setor a manutenção preventiva é realizada em horários pré-determinados e tem como foco a verificação do estado das peças do veículo para evitar perdas ou danos futuros.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção. Manutenção. Indústria Automobilística. Prevenção. Produção.

Abstract

In preventive maintenance, costs are reduced by servicing and maintaining machines and equipment, but in predictive maintenance, components are tested for saturation and replaced or modified as needed. Of course, a correction will result in damage to equipment, machines or structures. These differences also exist between different types of automatic maintenance. Every driver needs to have a fully tuned self-driving shared vehicle at all times, with no continuum that can interrupt or prevent full functionality and often incur predictable costs. The present work has the general objective of understanding the importance of preventive maintenance management for automotive improvements, conceptualizing the entire trajectory of maintenance and its main characteristics within the sector. The type of research carried out in this work was a Qualitative and Descriptive Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles and websites provided were consulted. -determined and focuses on checking the state of the vehicle's parts to avoid future loss or damage.

Keywords: Maintenance management. Maintenance. Auto Industry. Prevention. Production.



1. INTRODUÇÃO

Grande parte das indústrias acredita que a manutenção deve ser realizada apenas quando o equipamento para de funcionar, isso ocorre porque a manutenção passou a ser vista como um custo extra. Com o processo de globalização a qualidade da produção e a prestação de serviços passaram a ter metas, exigindo assim que a manutenção e os reparos dentro do setor produtivos passassem a ser efetivos.

Nesse contexto a gestão a manutenção é inserida como um conjunto de técnicas indispensável para o funcionamento, regulação e permanência de máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas. Todos esses cuidados presentes na gestão fazem parte da necessidade de adequação, restauração, adequação, prevenção e substituição dos equipamentos. A manutenção é fundamental para evitar possíveis quedas na produção e garantir a qualidade dos produtos e prestação de serviços de maneira ágil e satisfatória.

Todo o trajeto da manutenção dentro das indústrias automobilísticas possui importância essencial para manter o funcionamento dos maquinários e da produção em dia, ao longo dos anos foram sendo implantados novos métodos de manutenção preventiva e corretiva com o intuito e fortalecer de minimizar os custos e o desperdício de matéria-prima. Nesse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Qual a importância da Gestão de Manutenção para a prevenção de perdas da produtividade da indústria automobilística?

O presente trabalho tem como objetivo geral compreender a importância da gestão de manutenção preventiva para as indústrias automobilísticas, conceituando toda a trajetória da manutenção e suas principais características dentro do setor. Todo o processo de manutenção busca otimizar o processo e garantir um bom desempenho, garantindo a permanência da indústria no mercado. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar a gestão da manutenção, abordando o processo histórico, abordar os principais métodos de manutenção utilizados em indústrias automobilísticas e estudar a importância da manutenção dentro das indústrias automobilísticas.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Gestão da Manutenção, Manutenção, Indústria Automobilística, Prevenção e Produção.

2. A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS

A manutenção preventiva é uma das formas mais eficazes de preservar os equipamentos da fábrica, prolongando sua vida útil e diminuindo custos. É fundamental estar atento às rotinas de inspeção para que sua equipe de técnicos possa identificar com precisão qualquer problema nas máquinas e equipamentos.

A manutenção preventiva visa diminuir a probabilidade de ocorrência de uma falha ou problema em um equipamento. É uma definição que atende a NBR-5462. Trata-se de um método de manutenção industrial planejada, pois ocorre periodicamente em intervalos determinados pelo fabricante da máquina ou pelos técnicos. Portanto, independentemente do estado da máquina, ela precisa de uma inspeção técnica para verificar se há algum problema.

Todo equipamento está sujeito ao processo de descontaminação ao longo do tempo. Com isso, é inevitável fazer alguns reparos ao longo desse tempo, incluindo troca de peças e demais peças, revisões e lubrificação. Essas intervenções são o que chamamos de manutenção preventiva. Nesse sentido, afirma-se que seu principal objetivo é manter a funcionalidade total da máquina, mantendo suas características e desempenho próximo ao seu estado inicial.

Encontrar um problema antes mesmo que ele se manifeste é o objetivo da manutenção preventiva. Ou, em outras palavras, planeje desde o início, localizando a origem do problema, para que as pessoas possam tomar as ações necessárias rapidamente. Assim, é possível manter as condições do equipamento ou da máquina de forma mais eficaz, prolongando sua vida útil. Portanto, é válido afirmar que ao fazer uma rotina de manutenção preventiva, você não está recuperando uma máquina e sim evitando que ela apresente falhas.

Esta manutenção não é opcional, pois mantém a máquina em perfeitas condições de funcionamento pelo maior tempo possível. De acordo com a NR-12, é necessária uma intervenção periódica para garantir a segurança do trabalhador. O procedimento é um dos requisitos absolutamente necessários para prevenir acidentes e outras ocorrências no ambiente de trabalho, segundo a norma. A publicação também oferece orientações para estruturar o ambiente de trabalho com segurança para os colaboradores.

O modelo de cuidar das pessoas em fase terminal com câncer é proposto por diversos autores, como Yshida (2013), Viana (2014) e Prata (2018), que usam seus recursos de ensino e de formação na área onde é possível identificar os materiais que mantêm as ferramentas de produção de uma empresa em condições ideais e saber quando utilizá-los por meio de um plano de manutenção preventiva bem elaborada. Isso reduz significativamente os fatores improvisados e eleva o nível de qualidade do serviço em comparação a um ambiente dominado pela manutenção adequada. Além disso, a manutenção preventiva pode melhorar o gerenciamento de equipamentos, diminuir paradas de emergência inesperadas e aumentar o moral da equipe.

Os artigos que promovem essa discussão fizeram parte de uma pesquisa que promoveu um universo de 289 publicações, onde logo após a seleção de textos completos e disponíveis, do tipo de artigo e do idioma em português, foram selecionados apenas 12 estudos que contemplaram a temática da pesquisa e responderam a pergunta norteadora do estudo.

Tabela 1. Categorização dos artigos do estudo

Autor/Ano	Título	Bases	Tipo de Estudo
CONTERATO (2017)	Manutenção industrial mecânico estudo de caso sobre a gestão da manutenção.	SCIELO	Estudo qualitativo
ESPINDOLA (2021)	Manutenção preditiva e a indústria 4.0: um estudo de caso da implementação de um sistema de monitoramento on-line de ativos.	SCIELO	Estudo bibliográfico descritivo
GERMANO (2018)	Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade – indústrias Becker.	SCIELO	Pesquisa Qualitativa

GREGÓRIO; SANTOS; PRATA (2018)	Engenharia de manutenção	SCIELO	Pesquisa descritiva com abordagem qualitativa
KOMNINAKIS; PIRATELLI; ACHCAR (2018)	Análise de confiabilidade para formulação de estratégia de manutenção de equipamentos em uma empresa da indústria alimentícia.	SCIELO	Revista Produção Online
VIANA (2012)	PCM: Planejamento e Controle de Manutenção	Google Acadêmico	Pesquisa Fenomenológica
YOSHIDA (2013)	Projeto adaptativo de um sistema de freios para utilização em carro de competição classe fórmula SAE	SCIELO	Estudo bibliográfico descritivo
ALMEIDA (2014)	Manutenção Mecânica Industrial - Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada.	Google Acadêmico	Estudo Qualitativo
AMORIM (2021)	Estudo de caso de manutenção preventiva no sistema de freios em uma empresa logística de transporte rodoviário de cargas	SCIELO	Estudo qualitativo, do tipo descritivo e exploratório
COSA (2013)	Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional	SCIELO	Estudo reflexivo

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2.2 Conceito Da Gestão De Manutenção

A história da manutenção, como processo de conservação de objetos e ferramentas de trabalho é bastante antiga e estende-se desde pequenas atividades de reparo e pode ser observada nos tempos mais primórdios. Porém no período da Revolução Industrial do século XVIII, que está se aliou os avanços tecnológicos onde sua função de manutenção ganhou espaço nas indústrias garantindo assim a perpetuação e continuidade do trabalho. Nesse período os operadores dos maquinários eram responsáveis pelas manutenções e pelos reparos que na maioria das vezes ocasionava uma série de problemáticas para o desenvolvimento das atividades (CONTETRATO, 2017).

Com o passar dos anos as organizações passaram a apresentar um grande desenvolvimento dentro do setor produtivo, com o uso de equipamentos tecnológicos que aumentaram a qualidade da produtividade e a lucratividade. Houve um aumento significativo de concorrência e competitividade no mercado, obrigou essas organizações a inovar na manutenção de seus equipamentos. A produtividade tem relação direta com a manutenção das ferramentas de produção, o reaproveitamento da matéria-prima faz com que as organizações obtenham excelentes resultados e reduzam o desperdício (ESPINDULA, 2021).

Em contrapartida a baixa produtividade tem ligação direta com a ausência de manutenção e o desperdício na produção. Dentro desse cenário a manutenção periódica surge como alternativa de melhoria da produtividade, a gestão de manutenção busca garantir a redução de custos, cumprindo datas de entrega, assim como a segurança e a proteção ambiental (GERMANO, 2018).

Por conta das inúmeras mudanças que ocorreram no setor tecnológico e de produção nas últimas duas décadas, a complexidade dos equipamentos e as exigências no para a produtividade e qualidade ocorreram de forma simultânea. Nesse contexto a manutenção assumiu uma grande responsabilidade no sentido de oferecer confiabilidade e disponibilidade, refletindo diretamente no desempenho operacional das organizações (GREGORIO; SANTOS; PRATA, 2018).

A gestão de manutenção entra em um contexto de necessidade sendo necessária para o processo de supervisionar o funcionamento regular dos recursos técnicos permanentes como maquinário, equipamentos, instalações e ferramentas. Essa supervisão busca evitar que ocorra paradas na produção por conta de equipamentos quebrados e desperdício de dinheiro com manutenções ineficientes (KOMNINAKIS; PIRATELLI; ACHCAR, 2018).

Para Viana (2014) a gestão de manutenção é a relação de todo um conjunto de ações, decisões e definições que buscam sobretudo realizar possuir, utilizar coordenar e controlar todos os recursos fornecidos para a função de manutenção. Essa concepção de gestão faz com que a empresa consiga reestruturar seus negócios, obtendo assim resultados positivos.

Ainda que nenhuma modalidade de manutenção consiga substituir outra, ou seja, elas devem ser associadas para trazer melhorias em termos de desempenho da gestão. Nesse contexto diversas práticas estão voltadas para o estudo da manutenção, buscando assim aumentar a confiabilidade e garantindo melhores resultados nos equipamentos. Para que haja bons resultados é necessário melhorar os padrões e as sistemáticas internas de cada organização, de acordo com o desenvolvimento da manutenibilidade e na intervenção de ações preventivas (YOSHIDA, 2013).

Logo segundo Almeida (2014) a gestão de manutenção deve atender a três clientes específicos, são eles: os proprietários e gestores do ativo físico, ou seja, os responsáveis pelos retornos financeiros; os usuários ativos que esperam o padrão da manutenção para desempenhar suas funções e a sociedade que demanda padrões de qualidade em seus produtos exigindo que não se tenha demoram na entrega e uma redução de riscos ao meio ambiente.

2.3 Principais métodos de manutenção utilizados em indústrias automobilísticas

Os métodos de manutenção da indústria automobilística ou tipos são ferramenta para fundamentais da gestão de manutenção, por contribuírem para a escolha assertiva no momento de indicar qual a aplicabilidade correta. Existem no mercado quatro tipos de manutenções mais utilizadas, são elas a manutenção corretiva, a manutenção preditiva, manutenção preventiva e a manutenção detectiva (ABRAMAN, 2019).

A manutenção corretiva surgiu para garantir as empresas o aumento da capacidade no processo produtivo e competitivo. Por conta do elevado aumento da concorrência no mercado, a proposta de redução de custos passou a ser uma oportunidade para a redução de custos e melhoria na qualidade do produto. A prestação de serviço foi outro item bastante abordado dentro do cenário de correção, as atividades que faziam parte desse contexto tinham ligação direta com a manutenção dos equipamentos (AMORIM, 2021).

O surgimento da manutenção corretiva ocorreu antes mesmo da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria não era mecanizada e os recursos eram feitos apenas quando ocorria algum tipo de quebra. A manutenção era utilizada para corrigir falhas, realizando assim intervenções que fizessem os equipamentos ainda manuais voltasse a funcionar de

forma normal. Essas intervenções corretivas não eram apenas procedimentos de emergência, mas sim ligadas ao processo de reparo e correção do desempenho de equipamentos (COSTA, 2013).

Em relação a custos econômicos esse tipo de manutenção corretiva pode custar oito vezes mais caro do que os demais tipos de manutenção. A manutenção corretiva pode ser dividida em dois tipos distintos, são eles: a manutenção corretiva não planejada e a manutenção e a manutenção corretiva planejada (YOSHIDA, 2013).

No caso da manutenção corretiva planejada é feita de forma detectada, quando ocorre a perda do desempenho dos maquinários. Nesse tipo de manutenção ocorre toda uma programação, planejamento e intervenção onde o custo é bem menos elevado e gera menos perdas no processo do desempenho do equipamento. Aconselha-se que esse tipo de manutenção seja efetuado de forma trimestral ou bimestral, levando em consideração a necessidade de reparo (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

A Manutenção Preventiva é uma das manutenções mais conhecidas, isso porque o principal objetivo é evitar que ocorram possíveis aparecimentos de falhas e quebras nos maquinários e seus componentes. Todas essas tarefas preventivas devem ser realizadas de forma periódica, ou seja, devem surgir antes que ocorra possíveis falhas nos maquinários (ESPINDULA, 2021).

Todos os reparos preventivos são programados de acordo com o uso do maquinário, levando em consideração fatores como o tempo de uso, quilometragem e o ciclo das operações. Consta na NBR 5462 que a manutenção preventiva é a manutenção que deve ser realizada em intervalos predeterminados, ou seja, de acordo com critérios prescritos, que buscam reduzir a probabilidade de falhas ou de degradação do funcionamento do maquinário (COSTA, 2013).

A manutenção preventiva possui os chamados gatilhos, que são os eventos predeterminados como gatilho da operação da ação de manutenção. Os critérios de uso desses gatilhos são levados em condições específicas que são definidos de acordo com a necessidade de manutenção de cada equipamento. Os tipos de gatilhos podem ser: tempo, gatilho misto (lubrificação de maquinário), hora de funcionamento e produtividade (COSTA, 2015).

Nesse contexto o principal objetivo da manutenção preventiva é restabelecer de forma precisa as condições originais do equipamento, buscando reduzir a probabilidade de possíveis falhas. É necessário ressaltar que todos os conceitos fundamentais sem compreendidos como complemento para o processo de inserção da manutenção preventiva (ESPINDULA, 2021).

A manutenção preditiva por sua vez é responsável pela prevenção de falhas nos equipamentos ou sistemas através de monitoramento de parâmetros. Esse tipo de prática contribui para a operação contínua dos maquinários através do maior tempo possível, criando assim uma indústria mais tecnológica e evolutiva. O uso da tecnologia busca aumentar a confiabilidade nos sistemas que avaliam o funcionamento dos equipamentos (AMORIM, 2021).

A manutenção detectiva por sua vez é responsável pelo processo de identificação de falhas ocultas, que são primordiais para garantir a confiabilidade dos processos e dos bons resultados. Em casos de sistemas mais complexo, esse tipo de ação deve ser executado para que o pessoal da área da manutenção seja formalmente habilitado em efetuar esses reparos (GERMANO, 2018).

Os sistemas de comando e proteção são aliados da manutenção detectiva, onde são projetados de acordo com os parâmetros determinados em ocorrência de falhas, como

é o caso de falhas nas correntes, pressão e vibração. Esse tipo de proteção de dispositivo, equipamento e sistemas buscam proteger os demais maquinários e equipamentos de situações perigosos (VIANA, 2012).

2.4 A Importância Da Manutenção Dentro Das Indústrias Automobilísticas

Toda essa expansão tecnológica, globalização e surgimento de fronteiras que incorporaram o processo de sustentabilidade e responsabilidade social, as indústrias automobilísticas necessitaram se adequar as reais necessidades da evolução dos indicativos mundiais. No mesmo tempo em que a concorrência passou a ser vista entre as organizações, passou a ser obrigatório garantir a melhora na agilidade do atendimento através de valorização da produção (AMORIM, 2021).

Nesse cenário de valorização, está inserida a gestão de manutenção como forma eficaz de interagir dentro do processo produtivo, contribuindo assim para que as indústrias automobilísticas seguissem uma excelência. A maior parte das indústrias utiliza a gestão como ferramenta ligada diretamente ao processo de qualidade e produtividade, onde está desempenha um papel estratégico e fundamental na melhoria dos resultados operacionais. A manutenção passou a configurar a sistemática das empresas, fornecendo assim uma visão futura dos processos gerenciais e focando na satisfação plena do consumidor final (GERMANO, 2018).

Os gestores responsáveis pela gestão de manutenção passaram então a compreender que a visão sistêmica dentro das organizações era necessária para garantir o planejamento e o controle da manutenção, onde os equipamentos passaram a ser maximizados assim como a lucratividade. Nesse sentido a manutenção passou a ser uma função estratégica no processo produtivo (CONTERATO, 2017).

Segundo a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) em 2018 o investimento das indústrias na manutenção de seus equipamentos passou a representar cerca de 4,16% do Produto Interno Bruto (PIB) no Brasil. Esse valor é considerado significativo e impactante dentro do cenário industrial, por comprovar que a manutenção não deveria ser vista apenas como uma simples atividade de reparo, mas sim como uma necessidade de desenvolvimento econômico (ABRAMAN, 2019).

É fundamental que ocorra o planejamento de maneira administrativa correta e coerente em todas as áreas da gestão de manutenção. Todo o planejamento que envolve compra de equipamentos, peças de reparo, materiais de manutenção e os planos de parada devem ser seguidos de maneira rigorosa, para evitar possíveis paralisações indesejadas. O controle do nível de qualidade dos produtos e da prestação de serviços é controlado através desses processos (ALMEIDA, 2014). Dessa forma a proposta da gestão da manutenção busca identificar, averiguar, organizar e gerenciar os processos das organizações, com a finalidade de garantir a qualidade de seus serviços ou produtos oferecidos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho busca estudar a importância da manutenção preventiva dentro das indústrias automobilísticas, onde é necessário ressaltar que no Brasil desde meados do século XX esse setor tem atuado dentro do território nacional. Nesse contexto de mudanças econômicas e sistemáticas o processo de competitividade ganhou destaque dentro das indústrias, onde que tornou necessário aprimorar os sistemas de gestão com intuito



de adotar novas práticas e estratégias que minimizassem o extravio e a perda de matéria-prima.

A inserção da gestão de manutenção nesse contexto de mudanças ocasionou uma série de benefícios para os empresários ocasionando assim benefícios para os funcionários e seus compradores. A redução dos custos operacionais ocorreu de forma significativa, além da melhora contínua da qualidade dos produtos aliada à funcionalidade dos equipamentos e das instalações.

Como contribuição acadêmica a pesquisa busca abordar sobre como a manutenção preventiva tem surtido efeito positivo para o processo produtivo das indústrias automobilísticas, já que o investimento a logo prazo permite que a produção não pare e evite a ocorrência de falhas, reduzindo custos e acelerando a fabricação. Para a sociedade em geral busca disseminar o estudo do sobre as diretrizes e definições da Gestão de Manutenção dentro das indústrias automobilísticas, onde se aborda a manutenção adequada que deve ser realizada nos equipamentos e nas instalações das indústrias. Além de sua importância para o processo produtivo, que visa minimizar as falhas e maximizar na fabricação.

O estudo revisa pesquisas sobre práticas de gerenciamento para manutenção na indústria automotiva dentro do paradigma operacional convencional. O trabalho atual fornece uma visão mais abrangente das práticas de manutenção e pesquisa realizadas em todo o mundo, mas como a manutenção é agora uma filosofia amplamente aceita como uma vantagem competitiva, mais pesquisas são necessárias nas indústrias automotivas. Os requisitos de pesquisa para o futuro foram finalmente apresentados. Os autores desejam usar o conhecimento adquirido com esta revisão da literatura para desenvolver um projeto abrangente para a metodologia de manutenção que será apresentado na próxima seção deste estudo.

A gestão da manutenção é um tema importante porque a maioria das empresas precisa obter o máximo lucro de seus recursos humanos, recursos financeiros, matérias-primas e ativos fixos como máquinas e equipamentos para se manterem competitivos em um mercado cada vez maior.

É importante ressaltar que as empresas esperam do setor de manutenção uma equipe técnica capacitada e um bom almoxarifado para promover a maior disponibilidade e aproveitamento dos equipamentos e maquinários. É necessário empregar técnicas e métodos de gestão voltados para o monitoramento e melhoria contínua das atividades de manutenção.

Com foco na redução de paradas não planejadas, que normalmente são causadas por falhas de equipamentos, tornou-se necessário aplicar algumas técnicas de manutenção preventiva que, por meio de análises, fossem capazes de prever a ocorrência de possíveis paradas e, a partir dos resultados das mesmas, elaborar um plano de realizando as atividades de manutenção necessárias. Dessa forma, tanto na parte elétrica quanto na parte mecânica, foram feitos acompanhamentos dessas inspeções preventivas, e a partir daí foi possível identificar uma série de problemas que foram planejados para serem corrigidos e assim evitar possíveis falhas.

Diante desse cenário, é possível afirmar que o objetivo foi alcançado, pois a utilização da manutenção preditiva resultará em melhorias significativas na gestão da manutenção do objeto da empresa, principalmente na redução de custos causados por manutenções não planejadas.

Para melhor compreensão da importância da manutenção preventiva na indústria automobilística, é importante ressaltar que esse setor opera em território brasileiro desde

meados do século XX. O processo de competitividade ganhou destaque dentro das indústrias neste cenário de mudanças econômicas e sistêmicas, sendo necessário o aprimoramento dos sistemas de gestão a fim de adotar novas práticas e estratégias que minimizem perdas e furtos de materiais.

A introdução da gestão da manutenção neste contexto de mudanças trouxe uma série de benefícios para os empresários, bem como benefícios para os empregados e seus empregadores. Reduções significativas de custos operacionais ocorreram, além de melhorias contínuas na qualidade do produto e equipamentos e funcionalidade das instalações.

O objetivo do estudo é discutir como a manutenção preventiva tem impactado positivamente no processo produtivo das indústrias automotivas. Isso porque investir com antecedência permite a continuidade da produção e evita erros, o que reduz custos e agiliza a produção. O objetivo de toda a sociedade é disseminar o conhecimento sobre as diretrizes e definições do Gesto de Manutenção dentro das indústrias automobilísticas, que trata da correta manutenção que deve ser realizada nos equipamentos e instalações das indústrias. Além de sua importância para o processo produtivo, que visa minimizar erros e maximizar a produção.

As pesquisas sobre práticas de gerenciamento de manutenção na indústria automotiva dentro do paradigma operacional convencional. O trabalho atual fornece uma visão mais ampla das práticas de manutenção e pesquisa usadas em todo o mundo, mas como a manutenção agora é amplamente aceita como uma vantagem competitiva, mais pesquisas são necessárias nas indústrias automotivas. Os requisitos para pesquisas adicionais foram finalmente apresentados. Os autores esperam desenvolver um projeto que seja amplamente aplicável à metodologia de manutenção que será discutida na próxima seção deste estudo, usando o conhecimento que aprenderam com esta revisão da literatura.

Referências

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2019. **A situação da manutenção no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Manutenção, 2019, Vitória - ES, 2019. Disponível em: https://abramanoficial.org.br/page/documento_nacional. Acesso em: 20 fev. 2023.

ALMEIDA, P. S. de. **Manutenção Mecânica Industrial - Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo: Érica, 2014.

AMORIM, Maikon Moura. **Estudo de caso de manutenção preventiva no sistema de freios em uma empresa logística de transporte rodoviário de cargas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/25998/1/estudopreventivomanutencaofreios.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

CONTERATO, G. P. **Manutenção industrial mecânico estudo de caso sobre a gestão da manutenção**. 2017. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15190/1/PB_DAMEC_2017_1_06.pdf. Acesso em: 11 fev. 2023.

COSTA, D. C. et al. **Ferramentas e métodos de manutenção: um estudo de caso em uma máquina de corte e solda em uma indústria de plásticos**. In: XXII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru – SP, 2015. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_321_29439.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 103f. Trabalho de 63 Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

ESPINDULA, L.G. **Manutenção preditiva e a indústria 4.0: um estudo de caso da implementação de um sistema de monitoramento on-line de ativos**. TCC (Graduação) - Curso Engenharia mecânica, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2021. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/18342/1/>



Lucas%20Gomes.pdf.

GERMANO, A. O. **Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade – indústrias Becker**. 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/42972/2/TCC%20Arthur%20Oliveira%20Germano%20.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**. Grupo A, 2018. 9788595 025493. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

KOMNINAKIS, D; PIRATELLI, C. L.; ACHCAR, J. A.. **Análise de confiabilidade para formulação de estratégia de manutenção de equipamentos em uma empresa da indústria alimentícia**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 560-92, 2018. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2871/1666> . Acesso em: 19 fev. 2023.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

VIANA, R. G. **PCM: Planejamento e Controle de Manutenção**. Qualitymark Editora Ltda. 2012.

YOSHIDA, Lucas Silva. **Projeto adaptativo de um sistema de freios para utilização em carro de competição classe fórmula SAE**. 2013. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/18062700/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

12



APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR ANÁLISE DE VIBRAÇÃO

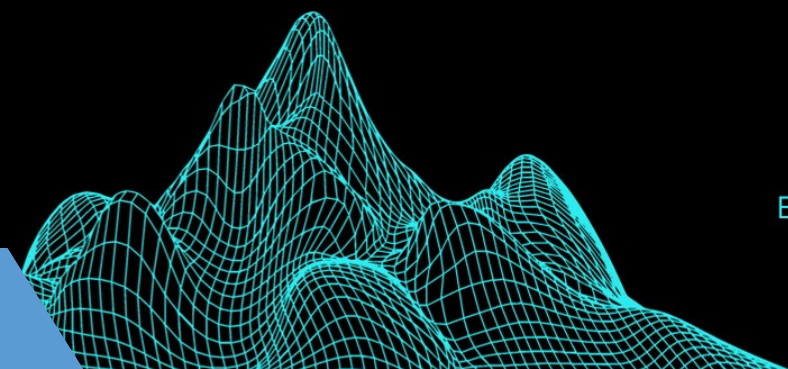
APPLICATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE BY VIBRATION ANALYSIS

Wesley Costa Sousa¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O presente trabalho científico apresenta uma abordagem de pesquisa aplicada a partir de um estudo desenvolvido que é empregado na realidade diária das empresas, engloba os seu funcionamento e suas necessidades como principal aliado da manutenção em máquinas e equipamentos. Assim, apresenta-se a aplicação da manutenção preventiva por análise de vibrações como tema central desde trabalho com o fim de compreender desde os 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, destacou-se formas de manutenção com base no aspecto prático, do contexto teórico da utilização de aparelhos, seu funcionamento e os fatores que corroboram para o caráter preventivo da manutenção preditiva por análise de vibrações, apresentou-se também as modalidades de falha, como o desbalanceamento, desalinhamento, folgas, falhas elétricas e excentricidade, que visa a redução de perdas e defeitos posteriores.

Palavras-chave: Manutenção preventiva, Vibração, Análise, Equipamentos.

Abstract

The present scientific work presents an approach of applied research from a study developed that is used in the daily reality of companies, encompassing its operation and its needs as the main ally of maintenance in machines and equipment. Thus, the application of preventive maintenance by vibration analysis is presented as the central theme of this work in order 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, it was highlighted forms of maintenance based on the practical aspect, the theoretical context of the use of equipment, its operation and the factors that corroborate the preventive character of predictive maintenance by vibration analysis, it was also presented the failure modes, such as unbalance, misalignment, gaps, electrical faults and eccentricity, which aims to reduce losses and subsequent defects.

Keywords: Preventive maintenance, Vibration, Analysis, Equipment.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado sobre a aplicação da manutenção preventiva por análise de vibração, traz um conjunto de ações voltadas à aferição da situação de um equipamento mecânico no quesito operacional no estado de excesso de vibração por questões da não manutenção, causa de efeito excessivo no equipamento, e com isso o projeto traz uma análise objetiva de estabelecer uma projeção de futuro para a otimização da produção nas indústrias. Em caráter específico, a abordagem se refere a análise de vibrações, que busca obter dados periódicos e com parâmetros de menor variação.

A partir da alta demanda de produção nos setores industriais, as grandes empresas buscam novos meios de melhorar seus sistemas de produção, devido aos altos índices de quebras e perdas de equipamentos, pois o número de falhas e quebras torna-se exorbitante, com isso a manutenção preventiva apresenta-se como uma ferramenta que visa diminuir exponencialmente essas falhas e perdas. Nos últimos dez anos a manutenção preventiva mostrou-se uma ferramenta de grande importância que rompe com o paradigma de quebras e defeitos nos grandes polos industriais. Dessa forma, a manutenção preventiva visa prevenir quebras e falhas nesses equipamentos, com base em planos de ação e aplicação da mesma de acordo com a norma ABNT e NBR 5462/1994, na qual a definição da manutenção preventiva é: manutenção realizada em intervalos de tempos predeterminados.

A problemática motivadora deste trabalho foi: Quais os benefícios da manutenção preventiva por análise de vibração na prevenção de quebras e paradas inesperadas de máquinas e equipamentos mecânicos em setores industriais e comerciais? Especificamente, enfatizou-se a manutenção preventiva, como fator fundamental para a promoção de redução de custos, melhor rendimento e evitar redução na produtividade. Diante dos desafios de trabalhar a manutenção nos grandes setores da indústria e minimizar os riscos das mesmas e suas consequências a estes equipamentos, definiu-se empregar a manutenção preventiva, como instrumento para proporcionar a estes equipamentos maior autonomia e rendimento nos setores de produção.

Dessa forma definiu-se como objetivo geral, compreender processo de análise de vibração, sua manutenção e características na indústria, e mostrar os meios de aplicações em máquinas e equipamentos nos setores industriais. E como objetivos específicos: Apresentar a evolução histórica da gestão da manutenção na indústria; Descrever os tipos de manutenção e seus processos de aplicação nos setores industriais; Mostrar como as metodologias de manutenção por análise de vibração contribuem na redução de custos e qualidade no final do produto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

Este artigo foi desenvolvido a partir de uma revisão de literatura, teve como fonte de pesquisa referências pertinentes à temática em estudo, como: registros, anais, regulamentos, revista especializada, consultas a livros dissertações, artigos. Inicialmente foi feita a coleta de dados e buscas das obras literárias a serem utilizadas no trabalho acadêmico, a partir deste ponto, foram feita uma análise qualitativa e quantitativa de todo o material de acordo com o tema proposto. No segundo momento, se deu início da parte construtiva do artigo, colou-se em prática toda pesquisa crítica, selecionando período dos artigos pesqui-



sados, priorizou-se entre os anos 2012 a 2022, utilizou-se 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 preventiva, análise de vibrações em equipamentos mecânicos, história da manutenção e modalidades de manutenção com uma visão de exemplificar os métodos usados pelas empresas de grande e médio porte para serem aplicados como base para empresas com deficiência neste processo.

2.2 Resultados e Discussão

De acordo com Monchy (2003), evolução histórica da manutenção se dá proporcionalmente a revolução industrial em meados do séc. XVIII, na Inglaterra, quando surge o termo manutenção industrial com intuito de corrigir as dificuldades encontradas pelos operadores das máquinas no surgimento da indústria. Neste cenário de desenvolvimento, globalização, novas tecnologias e crescimento da concorrência, as empresas passaram a ter necessidade de atuar com maior rapidez para responder aos novos cenários.

Filho (2008), destaca que durante o pós-guerra iniciou-se a manutenção, conservação e materiais com objetivo de dar efetividade aos processos, as empresas japonesas passaram a importar tais métodos para seu território e desenvolveram métodos para gerenciar e recuperar a indústria após a guerra restabelecendo novos padrões de qualidade e competitividade industrial. Tornando o padrão japonês disseminado em todo o mundo, no decorrer do tempo, agregando métodos como manutenção pós-quebra, manutenção para melhoria, prevenção da manutenção.

Para 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, Toazza (2015) acrescenta o aspecto econômico ao conceito, definindo que a boa manutenção deve assegurar às atividades industriais um custo final otimizado.

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.

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.

2.2.1 Manutenção Preditiva

Se tratando do caso trabalhado mais precisamente na análise de vibração, a manutenção preventiva é, segundo Sellito (2007), 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, e a intervenção é feita no momento que há evidências empíricas da

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, Paiva (2000) cita 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” (SOUZA, 2008, p. 138)

Essas vibrações possuem grande importância prática no cotidiano dentro do setor industrial. Nesse sentido, afirma Otani (2008) 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 observado 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, Netto (2008) 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 dito que tal controle deve estar previsto no projeto industrial e aplicado a todas as estruturas afetadas. Logo, Kobbacy (2008) 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 Galli (2017) 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). Pode-se 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, p. 69).

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 Filho (2008) 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 Costa (2013) 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.

Desta forma, 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.

Para Almeida (2000) análise de vibração, por ser uma técnica de manutenção preventiva que tem como objetivo identificar potenciais problemas em equipamentos industriais antes que ocorra uma falha. Essa técnica consiste em medir a vibração do equipamento e analisar os dados obtidos para identificar qualquer anomalia.

Bom, a partir desse contexto, quando analisado uma determinada aplicação para aferimento da aceleração da amplitude de oscilação do equipamento mecânico submetido a altas oscilações devido a sua grande demanda de produção, é conseqüentemente analisado esse fenômeno de oscilação a partir da aceleração do equipamento mecânico industrial ou comercial, (FRANÇA 2013, p. 87). Na tabela abaixo, é demonstrado uma análise para afim de comprovação de eficácia no equipamento, nesse equipamento foi utilizada a técnica de estudo, os resultados obtidos estão registados, onde especifica o (a); equipamento, tipo de análise, frequência de análise e condição. Equipamentos observados: Compressor, Bomba, Motor elétrico e ventilador, análise de vibração mensal/normal.

RMS	FATOR DE CRISTA	PICO A PICO
0,2	8,0	1
0,4	1,4	9
0,6	0,0	15

Tabela 01. Dados brutos treinamentos e soluções

Fonte: Branco (2010)

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 trecho usado para determinados sistemas de modelo para determinar uma 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 atualmente.

Para Bandeira (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 hi-

drelétricas, 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. A manutenção preventiva por análise de vibração é uma técnica valiosa para evitar falhas em equipamentos críticos e reduzir os custos de manutenção. Ao monitorar as vibrações em tempo real, é possível identificar problema em estágios iniciais e tomar medidas corretivas antes que elas se tornem críticas. Além disso, essa técnica pode aumentar a vida útil dos equipamentos e melhorar a eficiência operacional, reduzindo tempo de parada para a manutenção.

A análise de vibração, além de estar precavendo o equipamento, ela também gera uma interpretação de dados a partir de dados obtidos da análise, para determinar a interpretação do equipamento, existem diversas técnicas de análise de vibração incluindo análise de espectro, análise de forma de onda, análise de envelope, entre outras. E a análise de espectro, é umas das técnicas mais comuns e envolve a medição da amplitude das vibrações em diferentes frequências. Onde esses dados são plotados em gráfico chamado de espectro de frequência, que pode ser analisado para determinar as causas das vibrações. Por exemplo, um aumento na amplitude das vibrações em uma determinada frequência pode indicar um desalinhamento ou desbalanceamento em um eixo.

Já a análise de forma de onda, por sua vez, envolve a medição da forma da onda das vibrações em um determinado período de tempo. Essa técnica é útil para identificar problemas como desgaste em um rolamento ou engrenagens.

3. CONCLUSÃO

Em face do exposto, é expresso 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 baixa 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 baixa frequência esse trabalho se torna substância e necessário pra futuras pesquisas e aplicações na perspectiva 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 devibração**. 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. .



- 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.
- 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.
- 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.

13

OS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL PARA PROCESSO PRODUTIVO

*THE MAIN BENEFITS OF INDUSTRIAL MAINTENANCE FOR THE PRODUCTION
PROCESS*

Gabriel Felipe Do Nascimento De Moraes¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A gestão da manutenção é uma área à qual as empresas prestam cada vez mais atenção. À medida que a competição se torna mais acirrada, é essencial que todos permaneçam focados no objetivo da empresa e se esforcem para alcançá-lo. Para que isso aconteça, é fundamental que o setor de manutenção tenha uma estrutura de gestão construída sobre um conjunto de práticas de manutenção bem definidas, sólidas e amplamente aplicadas, que garantam resultados e objetivos. Existe uma grande preocupação com o ciclo de manutenção dos equipamentos e custos associados, tornando este um dos pilares da estratégia para se destacar no mercado, obtendo custos cada vez menores e, conseqüentemente, aumentando a margem de lucro da empresa. O processo de gestão envolve o desenvolvimento de um conjunto de ações com o objetivo de manter as instalações e equipamentos em condições adequadas para o bom funcionamento. O objetivo geral deste estudo buscou compreender a importância da manutenção industrial no processo produtivo. Para a elaboração do trabalho foi utilizada a metodologia da revisão de literaturas de caráter qualitativo e descritivo com pesquisas, levantamentos bibliográficos em livros, sites escritos por autores renomados nos últimos anos e análises críticas do conteúdo acadêmico e científico publicado. Conclui-se, portanto que compreender a manutenção está sendo usada para melhorar a qualidade do produto, velocidade de entrega, custo e impactos ambientais. As diversas ferramentas que auxiliam no gerenciamento da manutenção são apresentadas neste contexto.

Palavra-chave: Manutenção. Indústria. Manutenção Preventiva. Processo Produtivo e Correção.

Abstract

Maintenance management is an area that companies are paying more and more attention to. As competition becomes fiercer, it is essential that everyone stay focused on the company's purpose and strive to achieve it. For this to happen, it is essential that the maintenance sector has a management structure built on a set of well-defined, solid and widely applied maintenance practices that guarantee results and objectives. There is great concern with the equipment maintenance cycle and associated costs, making this one of the pillars of the strategy to stand out in the market, obtaining ever lower costs and, consequently, increasing the company's profit margin. The management process involves the development of a set of actions with the aim of keeping the facilities and equipment in proper conditions for proper functioning. The general objective of this study sought to understand the importance of industrial maintenance in the production process. For the elaboration of the work, the methodology of literature review of a qualitative and descriptive nature was used with research, bibliographical surveys in books, websites written by renowned authors in recent years and critical analyzes of the academic and scientific content published. It is therefore concluded that understanding maintenance is being used to improve product quality, delivery speed, cost and environmental impacts. The various tools that help in maintenance management are presented in this context.

Keywords: Maintenance. Industry. Preventive maintenance. Production Process and Correction.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade das empresas de melhorar continuamente a produtividade e a eficiência de seus processos as levou a buscar novos métodos de gestão. A gestão industrial surgiu como resultado da preocupação das indústrias em manter a funcionalidade e a qualidade de seus serviços e mercadorias para seus clientes. Em geral, a gestão industrial desenvolve estratégias e sistemas integrados que combinam a gestão de pessoas, conhecimento, equipamentos, energia e materiais. O resultado final é uma otimização vantajosa de informações e metodologias para o bom funcionamento do negócio.

Para atingir esses objetivos, a gestão da manutenção industrial supervisiona diversos tipos e modelos de manutenção que podem atender perfeitamente às necessidades da empresa. No entanto, tais métodos nem sempre foram sistemáticos e organizados. No início, a imprecisão foi o fator determinante que atrasou medidas e ações adequadas. O desenvolvimento de práticas de manutenção planejada e sistemática, que incluíam ações planejadas ou supervisão periódica de alguma operação, ocorreu entre as décadas de 1940 e 1970 com o objetivo de reduzir o descontentamento e melhorar a produtividade das técnicas de gestão mais antigas.

Pode-se dizer que a manutenção é um dos pilares que sustentam a confiabilidade dos processos de gestão da organização industrial, pois passa a ser estabelecimento de inúmeros checkpoints, as empresas poderão melhorar seus resultados operacionais e atingir padrões de excelência organizacional. a redução de custos para as empresas deve ser sempre vista como uma meta permanente para se obter um maior ganho operacional. No entanto, uma forma de atingir esse objetivo é concentrar esforços na melhoria da integridade estrutural do sistema organizacional da empresa.

O processo de manutenção no Brasil é construído na primeira geração e ainda é considerado muito caro, mas a aplicação do gerenciamento de manutenção, pois a continuação normal da produção só pode ser alcançada por meio da operação regular da máquina, significa diretamente economia de custos de e equipamentos estão envolvidos no ciclo operacional da empresa, então há uma grande demanda de mercado, então a manutenção no Brasil tende a se desenvolver no futuro

O objetivo geral deste estudo buscou compreender a importância da manutenção industrial no processo produtivo. Já os objetivos específicos buscaram: estudar o histórico da manutenção industrial, conceituar os tipos de manutenção e abordar a importância da manutenção preventiva como método de aumento na produtividade.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Vitali (2015), Portela (2017), Silva (2020) por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Manutenção, Indústria, Manutenção Preventiva, Processo Produtivo e Correção.

2. OS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL PARA PROCESSO PRODUTIVO

O objetivo dos processos industriais é garantir a qualidade do produto e a demanda necessária, exercendo o controle financeiro para investir o mínimo de dinheiro possí-



vel. Isso lhes permitirá garantir o funcionamento desejado de suas instalações, máquinas, equipamentos e pessoal. Por isso, é necessário um movimento inteligente para garantir que a empresa continue seguindo os modelos de negócios mais eficazes e lucrativos.

Segundo Amorim, Oliveira e Mendiondor (2014) Manter equipamentos e instalações industriais em bom estado de funcionamento envolve um programa coordenado de reparos em máquinas, inspeções, rotinas de manutenção preventiva, trocas de partes e peças, trocas de óleo, trocas de tintas, correção de defeitos, compra ou fabricação de peças de reposição, entre outras coisas. Este processo é conhecido como manutenção.

O termo “manutenção” refere-se à combinação de todas as ações técnicas e administrativas usadas para manter ou realocar um equipamento para que ele possa realizar sua função pretendida. A filosofia de manutenção estabelece um conjunto de princípios para organizar e realizar a manutenção, incluindo: planejamento, programação, controle e monitoramento (XENOS, 2014).

A manutenção deve ser coordenada com a produção, pois os reparos de equipamentos e máquinas afetam diretamente a qualidade e a quantidade dos produtos produzidos. Isso ajuda a evitar quebras imprevistas do maquinário enquanto ele está em operação.

Para Silva (2018) é necessário entender os riscos do programa de manutenção, incluindo riscos internos relacionados à operação, inspeção e outros fatores, bem como riscos externos relacionados ao público, autoridades, meio ambiente e outros fatores. Esta forma de gerir a manutenção baseada no risco tem como princípios orientadores a minimização dos riscos decorrentes de avarias das máquinas, a criação de procedimentos exequíveis e a prioridade para a segurança dos trabalhadores.

Para Amorim, Oliveira e Mendiondor (2014) os acidentes podem ser evitados, exceto aqueles causados por forças naturais, como descargas atmosféricas. É o risco ao qual todos estamos expostos e sobre o qual não temos controle. Muitos de nós acreditamos que o acidente será inevitavelmente o resultado final do nosso curso. No entanto, há uma conexão entre causa e efeito. Sem uma causa, o incidente (efeito) não ocorreria.

O objetivo da manutenção é encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo para que tudo contribua de forma positiva e lucrativa. Como resultado, a compra de reparos, a fabricação de peças de reposição, a interrupção da produção para inspeções e outras atividades relacionadas à manutenção devem ser gerenciadas com cuidado.

O modelo inclui funções de manutenção como sistemas técnicos, recursos internos e externos, planejamento e controle de manutenção (P&C), controle de áreas de armazenamento para reduzir a indisponibilidade de peças, avaliação e feedback, entre outros. Chrastina (2015) conclui que gerir a manutenção é um ponto de equilíbrio entre o conjunto de ações destinadas a identificar e situar o nível de manutenção desejado e necessário.

As funções de manutenção cobertas pelo modelo incluem, entre outras, sistemas técnicos, recursos internos e externos, planejamento e controle de manutenção (P&C), gerenciamento de áreas de armazenamento para diminuir a probabilidade de falta de componentes, avaliação e feedback. Segundo Gonçalves (2020), gerenciar a manutenção é um equilíbrio entre uma série de etapas usadas para determinar o grau adequado de manutenção desejada e necessária.

A Figura 1 ilustra um sistema de gerenciamento de manutenção orientado a processos em que a satisfação do cliente é o resultado final desejado. De referir que as portas de entrada deste sistema de gestão são os requisitos do cliente para o serviço e para o processo.

Figura 1. Modelo de sistema de gestão da manutenção

Fonte: Gonçalves (2020)

No sistema de gestão da manutenção da Figura 1, os requisitos do cliente, dos serviços e do processo podem ser o ponto de partida, transferindo para o futuro a responsabilidade da gestão pela gestão de recursos, planejamento da manutenção, execução da manutenção, medição e análise de melhoria. Em seguida, como melhoria contínua, avalie a eficácia do processo, a eficácia do cliente e a satisfação do cliente (LEWIS; WICKERT, 2015).

Manter ou restaurar determinada máquina, equipamento ou instalação ao seu estado ideal de funcionamento e segurança é o objetivo da manutenção, mesmo diante de deteriorações e vazamentos decorrentes de oxidação, movimentação de peças, vida útil do material, ou outros fatores, visando sempre o menor custo e a melhor forma de execução (XENOS, 2014).

De acordo com a Norma Regulamentadora Brasileira NR-12 (2022, Parágrafo 12.11), que trata da manutenção, inspeção, configuração, preparação, ajuste, reparo e limpeza de máquinas, equipamentos e instalações, estabelece-se o seguinte:

As máquinas e equipamentos devem ser mantidos na forma e frequência especificadas pelo fabricante, por profissional qualificado legalmente empregado ou qualificado de acordo com as normas nacionais ou internacionais aplicáveis.

As seguintes informações devem ser incluídas com cada entrada de manutenção no banco de dados interno da empresa.

Segundo Martinez, Pizzolato e Braghirolli (2016) é necessária a seguinte informação: as intervenções efetuadas, a data em que foi efetuada cada intervenção, o serviço prestado, os artigos reparados ou substituídos, as condições de segurança do equipamento, indicação conclusiva das condições de segurança da máquina, e o nome do responsável pela realização das intervenções.

Os três tipos tradicionais de manutenção são a manutenção corretiva, preventiva e preventiva. Eles descrevem as formas pelas quais as intervenções são realizadas em máquinas, equipamentos ou instalações de produção.

Segundo a NBR 5462 (1994/2020), duas coisas são padrões para manutenção, a saber:

o termo confiabilidade, que se refere à capacidade de um item desempenhar uma função requerida ao longo do tempo, servindo como medida de desempenho; e o termo mantenebilidade, que se refere à capacidade de um item ser mantido ou recolocado em uso, por exemplo, quando um procedimento de manutenção é realizado utilizando parâmetros e procedimentos de forma organizada, a execução do serviço descrito.

De acordo com a Norma Reguladora Brasileira NR-12 (2022, item 12.11.4), quando instruído pelo fabricante, devem ser realizados ensaios não destrutivos (ENDs) em máquinas e equipamentos. Esses testes devem atender a quaisquer normas técnicas oficiais ou internacionais aplicáveis a estruturas e componentes que possam estar sujeitos a pressões que possam resultar em falha parcial ou total, bem como em acidentes de trabalho.

Para Gonçalves (2020) sempre que for constatado defeito, ruído diferente ou adicional que possa colocar em risco a segurança do operador ou de terceiros durante as solicitações de manutenção de máquinas, equipamentos e instalações, deve ser providenciada a morte para seu imediato reparo ou substituição por outra peça ou componente que seja original ou equivalente para garantir as mesmas características e condições seguras de operação.

Por isso, é importante entender cada um desses três tipos de manutenção, bem como suas vantagens e desvantagens: manutenção corretiva, preventiva e preventiva.

A manutenção é efetuada “após a ocorrência de uma pane destinada a reposicionar um objeto para o desempenho de uma função essencial. Este tipo de manutenção é efetuada quando ocorre uma avaria e quando se pretende colocar um componente num estado em que pode executar a função necessária; este tipo de manutenção não foi planejado. Os trabalhadores da manutenção reagem a uma máquina, equipamento ou instalação quando é detectada uma falha que compromete sua funcionalidade (SANTOS; SELLITTO, 2016).

Nesse modelo de manutenção, existem ainda dois tipos: a manutenção paliativa, que faz reparos temporários, e a manutenção curativa, que faz um reparo adequado em aparelhos ou outros itens.

A manutenção preventiva é realizada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com o objetivo de diminuir a probabilidade de um componente falhar ou perder funcionalidade (NBR-5462, 1994/2020, item 2.8.7). De acordo com a Norma Reguladora Brasileira NR-12, manutenção preventiva é “a manutenção realizada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, e destinada a reduzir a probabilidade de falha ou degradação da função de um componente” (NR-12, 2021, anexo IV).

A manutenção controlada, também conhecida como manutenção preventiva, atende às normas brasileiras da ABNT e possibilita a prestação da qualidade de serviço desejada, minimizando a manutenção preventiva e minimizando a manutenção corretiva por meio da aplicação sistemática de técnicas analíticas e do uso de mecanismos de monitoramento centralizados ou graduados (NBR-5462, 1994/2020, item 2.8.9).

A manutenção total da produção é baseada no Sistema Toyota de Produção (STP, também conhecido como “manufatura enxuta”), onde há uma forte ênfase na qualidade do produto. Para alcançar os resultados desejados, esse sistema é aplicado na manufatura com foco na logística, na redução de gargalos de processos e na prevenção de erros operacionais, visando o desespero zero (SCHWAB, 2016).

O benefício da manutenção completa da produção é obter os indicadores atuais de desempenho, qualidade e produtividade do processo e compará-los com um padrão-ouro, como um benchmark.

Para gerir eficazmente o conhecimento Silva (2018) para o crescimento não só da organização mas também dos indivíduos, passando pela área de gestão de equipas e recursos humanos, avaliar a capacidade dos colaboradores de uma organização é uma tarefa muito significativa.

A natureza exploratória do objetivo da pesquisa bibliográfica para melhor compreender a gestão da manutenção foi apenas parcialmente alcançada porque ainda há muito a aprender sobre este tema. É óbvio que um bom monitoramento da manutenção da máquina garante boa segurança para a integridade dos trabalhadores e a qualidade do produto. Os consumidores consideram a qualidade do produto uma das características mais importantes ao comprar um produto de uma determinada indústria.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste tema é estudar o gerenciamento de manutenção em indústrias onde a manutenção inadequada de máquinas e equipamentos anula o valor de se concentrar no aumento da produtividade. Esta indústria compete na preservação de máquinas e equipamentos, bem como na capacidade de detectar problemas por meio de observação contínua. Devido à operação contínua das máquinas, o planejamento e a execução dos procedimentos de manutenção proporcionam a redução das paradas de produção e o fluxo constante de mercadorias.

A gestão da manutenção neste contexto é manter ou restaurar a vida funcional de uma planta, equipamento, sistema ou instalação com a mais alta qualidade, custo e disponibilidade possíveis. As empresas devem ver a manutenção de equipamentos não apenas como uma atividade de reparo e geração de custos, mas como uma importante função estratégica que aumenta a produtividade, a disponibilidade e a lucratividade do equipamento.

Como uma contribuição acadêmica e social, fazemos pesquisas para fornecer estratégias de manutenção eficazes para reduzir as perdas de produção e, ao mesmo tempo, garantir que as operações de produção não sejam interrompidas por atrasos, falta de energia ou quebras. Isso nos permite fornecer a quantidade desejada de mercadorias dentro de um determinado período de tempo. Vale ressaltar mais uma vez como as empresas exigem sistemas de produção flexíveis e eficazes para manter suas máquinas e equipamentos operando sem problemas fora do horário de trabalho programado.

Referências

- ABNT NBR 5462. Confiabilidade – terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1994.
- AMORIM, J.N.; OLIVEIRA, L.P.; MENDIONDO, R. **Fatores que Influenciam na Gestão da Manutenção**: Estudo sobre uma empresa de Tv a cabo e internet banda larga. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Universidade Veiga de Almeida. Agosto, 2014.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília, DF, 2021.
- CHRISTINA, Ondřej. **Cross-platform development of smartphone application with the Kivy framework**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informatics & Technology, Masaryk University Faculty Of Informatics, Brno, 2015.
- FIGUEIREDO, M; GUIDA, H; HENNINGTON, E. A. **Revisão crítica de publicações científicas sobre acidentes de trabalho fatais na indústria do petróleo e gás**. Laboreal, Volume 14 N°2, 2018.



GONÇALVES, H. R.D. **Gestão da manutenção na indústria 4.0.**Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2020.

LEWIS, K; WICKERT,J. **Introdução à Engenharia Mecânica**, 3ª edição NorteAmericana.edição SI preparada por ShaligramTiwari ; revisão técnica Julio César de Almeida ; tradução Novertis do Brasil. -- São Paulo : Cengage Learning, 2015.

MARTINEZ, C. C. de M.; PIZZOLATO, M.; BRAGHIROLI, L. F. **Estudo para aplicação de práticas da MCC em uma panificadora de Santa Maria/RS.** 2016. Disponível em: 26 https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2605/MARTINEZ_Cintia_Camila_De_Mello.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 20 abr. 2023.

SANTOS, N. A; SELLITTO, M. A. Estratégia de manutenção e aumento da disponibilidade de um posto de compressão de gases na indústria petrolífera. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.16, n. 1, p. 77-103, jan./mar. 2016.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**/Klaus Schwab; tradução Daniel Moreira Miranda. - São Paulo :Edipro, 2016.

SILVA, E. de B. **Manutenção centrada em confiabilidade visando a competitividade em uma indústria moedora de grãos na região dos Campos Gerais.** 2018. Curso de Tecnólogo em Automação Industrial. (Trabalho de Conclusão de Cursos)Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10212/1/PG_COELE_2018_1_01.pdf. Acesso em 20 abr. 2023.

XENOS. H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Belo Horizonte: EDG- Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2014.



14

GESTÃO DE MANUTENÇÃO: FUNDAMENTOS, PLANEJAMENTO E FERRAMENTAS

MAINTENANCE MANAGEMENT: FUNDAMENTALS, PLANNING AND TOOLS

Kayky Barros Cerqueira¹

Rodrigo Bacarin²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Ronaldo de Jesus Barros²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir o papel do planejamento na gestão de manutenção, abordando suas etapas, ferramentas e métodos, bem como seus benefícios para a eficiência e eficácia dos processos produtivos. Para alcançar este objetivo, foram abordados os fundamentos da gestão de manutenção, incluindo a definição de manutenção, tipos de manutenção, importância e objetivos da gestão de manutenção. Em seguida, foi apresentado o papel do planejamento na gestão de manutenção, incluindo a definição de planejamento de manutenção, etapas do planejamento, ferramentas e métodos utilizados e benefícios do planejamento para a eficiência dos processos produtivos. A metodologia deste estudo envolveu a revisão bibliográfica em bases de dados como Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave “gestão de manutenção”, “planejamento de manutenção” e “eficiência dos processos produtivos”. Foram selecionados 10 artigos científicos que abordaram a temática proposta. Os resultados e discussões deste estudo mostraram que o planejamento da manutenção é fundamental para a eficiência dos processos produtivos e para a redução dos custos operacionais, pois permite a realização de manutenções preventivas, preditivas e corretivas de forma programada e organizada, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Portanto, pode-se concluir que o planejamento da manutenção é uma estratégia fundamental para a gestão de manutenção, permitindo a otimização dos processos de manutenção e a redução dos custos operacionais, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e a eficiência dos processos produtivos.

Palavras-chave: Manutenção, Planejamento, Gestão, Eficiência. Custos.

Abstract

This article aims to discuss the role of planning in maintenance management, addressing its steps, tools and methods, as well as its benefits for the efficiency and effectiveness of production processes. To achieve this objective, the fundamentals of maintenance management were addressed, including the definition of maintenance, types of maintenance, importance and objectives of maintenance management. Then, the role of planning in maintenance management was presented, including the definition of maintenance planning, planning steps, tools and methods used and benefits of planning for the efficiency of production processes. The methodology of this study involved a literature review in databases such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect and Google Scholar, using the keywords “maintenance management”, “maintenance planning” and “efficiency of production processes”. 10 scientific articles were selected that addressed the proposed theme. The results and discussions of this study showed that maintenance planning is fundamental for the efficiency of production processes and for the reduction of operating costs, as it allows preventive, predictive and corrective maintenance to be carried out in a scheduled and organized manner, guaranteeing availability and reliability of the equipment. Therefore, it can be concluded that maintenance planning is a fundamental strategy for maintenance management, allowing the optimization of maintenance processes.

Key-words: Maintenance, Planning, Management, Efficiency. Costs.

1. INTRODUÇÃO

A gestão de manutenção é um tema relevante na área da engenharia e produção, uma vez que a manutenção é uma das principais atividades para garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, bem como a eficiência dos processos produtivos. Neste contexto, o planejamento da manutenção desempenha um papel fundamental, pois permite otimizar os processos de manutenção e reduzir os custos operacionais.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo discutir o papel do planejamento na gestão de manutenção, abordando suas etapas, ferramentas e métodos, bem como seus benefícios para a eficiência e eficácia dos processos produtivos.

A justificativa para este estudo baseia-se na necessidade de melhorar a gestão da manutenção nas empresas, de forma a garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, bem como a redução dos custos operacionais. Para isso, é importante entender a importância do planejamento da manutenção como uma estratégia para melhorar a eficiência dos processos produtivos e reduzir custos operacionais.

Assim, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: Como o planejamento de manutenção pode contribuir para a melhoria da gestão de manutenção de equipamentos, assegurando a disponibilidade e a confiabilidade dos mesmos?

Para tanto, serão abordados os fundamentos da gestão de manutenção, incluindo a definição de manutenção, os tipos de manutenção, a importância da gestão de manutenção e os objetivos da gestão de manutenção.

Será apresentado também o papel do planejamento na gestão de manutenção, incluindo a definição de planejamento de manutenção, as etapas do planejamento de manutenção, os benefícios do planejamento de manutenção e as ferramentas e métodos utilizados para o planejamento da manutenção.

O objetivo geral é: discorrer sobre o planejamento na gestão de manutenção. Já os objetivos específicos incluem: identificar as etapas do planejamento da manutenção, discutir as ferramentas e métodos utilizados para o planejamento da manutenção, e apresentar os benefícios do planejamento da manutenção para a eficiência e eficácia dos processos produtivos.

2. DESENVOLVIMENTO

Nesta seção de desenvolvimento, inicialmente é descrita metodologia deste trabalho, também há um fluxograma de coleta de dados, que foi elaborado para auxiliar na coleta de informações relevantes para a análise. Esse fluxograma foi composto por diferentes etapas, que incluíram desde a seleção dos artigos até a extração dos dados relevantes para a nossa análise. Também utilizamos uma tabela comparativa para resumir as informações mais importantes de cada artigo, permitindo a fácil comparação entre eles.

Após a coleta e organização dos dados, segue-se para a seção de resultados e discussões, onde analisamos o material bibliográfico de forma mais aprofundada. Utilizamos os resultados obtidos na coleta de dados para identificar as tendências e os padrões comuns que emergiram a partir dos artigos selecionados. Em seguida, discutimos esses resultados em relação ao objetivo do trabalho, apresentando as principais conclusões e insights. Dessa forma, a metodologia, o modelo de coleta de dados e os resultados e discussões foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para a obtenção de resultados ro-



bustos e confiáveis.

2.1 Metodologia

Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o papel do planejamento na gestão de manutenção. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, por meio da consulta de artigos científicos, livros e normas técnicas disponíveis em bases de dados como Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar.

A pesquisa bibliográfica é um método de investigação que tem como finalidade coletar e analisar informações já publicadas sobre determinado tema, possibilitando o levantamento de dados relevantes para a elaboração do artigo. Nesse sentido, foi realizada uma seleção criteriosa de referências bibliográficas, buscando sempre trabalhos atualizados e relevantes para o tema proposto.

A busca dos artigos foi realizada utilizando palavras-chave relacionadas ao tema, como “gestão de manutenção”, “planejamento de manutenção”, “manutenção preventiva”, “manutenção corretiva” e “manutenção preditiva”. Os artigos selecionados foram lidos e analisados com o objetivo de identificar conceitos e práticas relacionadas ao planejamento na gestão de manutenção.

O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 5 anos, o fluxograma que explica como foram identificados, selecionados e definidos os critérios de inclusão e exclusão está expresso na Figura 1:

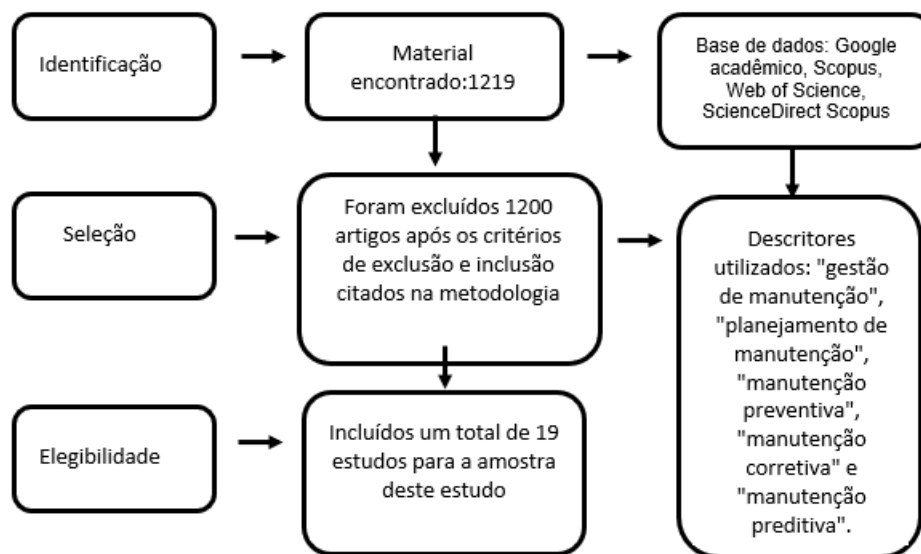


Figura 1. Fluxograma dos artigos incluídos na revisão.

Fonte: O autor (2023)

Após a seleção das referências bibliográficas, foi realizada a leitura e análise de cada uma delas, buscando extrair informações relevantes para o desenvolvimento do artigo. As informações coletadas foram organizadas em tópicos, seguindo a estrutura previamente definida, e foram utilizadas para elaborar o conteúdo de cada capítulo do artigo.

Portanto, a metodologia utilizada neste artigo foi a revisão de literatura, por meio da seleção e análise crítica de referências bibliográficas relevantes ao tema proposto. Esse método permitiu a elaboração de um conteúdo fundamentado em informações atualizadas e pertinentes, contribuindo para a construção de um artigo científico sólido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de aprofundar a pesquisa sobre manutenção industrial e gestão da qualidade e, foi realizada uma coleta de material bibliográfico que abrange diversos temas relacionados. A seguir, o material coletado foi ordenado em uma tabela, a fim de facilitar a análise e identificação dos principais tópicos abordados em cada trabalho. A seguir, na tabela abaixo a lista completa dos artigos, incluindo o autor e ano, periódico, tipo de trabalho, título do trabalho, metodologia utilizada e resultados obtidos:

Autor e ano	Periódico	Tipo de trabalho	Título do trabalho	Metodologia	Resultados obtidos (ampliados)
AL-NAJJAR B. (2017)	Journal of Quality in Maintenance Engineering	Artigo	Total quality maintenance. An approach for continuous reduction in costs of quality products	Proposta de abordagem	Propõe uma abordagem que integra as práticas de qualidade e manutenção para reduzir continuamente os custos dos produtos de qualidade, aumentando a satisfação do cliente e melhorando a eficiência do processo produtivo.
ANDERSEN E.S. e JENSEN S.A. (2017)	International Journal of Project Management	Artigo	Project maturity in organizations	Análise de maturidade de projetos	Realiza uma análise da maturidade de projetos em organizações, identificando áreas que necessitam de melhorias e propondo ações para alcançar um nível mais elevado de maturidade, aumentando a efetividade dos projetos e a satisfação do cliente.
BELHOT, R.V. e CAMPOS, F.C. De (2017)	Gestão & Produção	Artigo	Gestão De Manutenção De Frotas De Veículos: Uma Revisão	Revisão bibliográfica	Realiza uma revisão bibliográfica sobre a gestão de manutenção de frotas de veículos, identificando boas práticas e propondo ações para aumentar a eficiência do processo de gestão da manutenção, reduzindo os custos e melhorando a disponibilidade dos veículos.
CORRÊA, R.F. (2017)	Gestão & Produção	Artigo	Modelagem matemática para otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva	Modelagem matemática e estatística	Propõe uma modelagem matemática e estatística para otimização da periodicidade nos planos de manutenção preventiva, a fim de reduzir os custos e aumentar a eficácia do processo de manutenção, evitando paradas não programadas e prolongando a vida útil dos equipamentos.
DEMING, W.E. (2021)	Não se aplica	Livro	Qualidade: a revolução da administração	Revisão bibliográfica	Discute a importância da qualidade na administração, identificando as principais barreiras para a implementação de um sistema de gestão da qualidade efetivo, e propondo ações para superar essas barreiras, melhorando a eficiência e eficácia da organização.

Autor e ano	Periódico	Tipo de trabalho	Título do trabalho	Metodologia	Resultados obtidos (ampliados)
FARIA, N.A. C.C. (2018)	Não se aplica	Dissertação de mestrado	Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor	Estudo de caso	Realiza um estudo de caso sobre a elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor, identificando as melhores práticas e propondo ações para aumentar a eficiência do processo de manutenção, reduzindo os custos e melhorando a disponibilidade dos equipamentos.
FOGLIATTO, F.S. e RIBEIRO, J.L.D. (2019)	Não se aplica	Livro	Confiabilidade e Manutenção industrial	Não especificado	Discute a relação entre confiabilidade e manutenção industrial, identificando as principais técnicas e ferramentas para aumentar a confiabilidade dos equipamentos e propondo ações para otimizar o processo de manutenção, reduzindo os custos e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.
JUNIOR, I.M. et al. (2019)	Não se aplica	Livro	Gestão da qualidade	Não especificado	Discute a gestão da qualidade, identificando as principais ferramentas e técnicas para implementar um sistema de gestão da qualidade efetivo e propondo ações para melhorar a eficiência e eficácia da organização, aumentando a satisfação do cliente.
KARDEC, A. e NASCIF, J. (2019)	Não se aplica	Livro	Manutenção Função Estratégica	Não especificado	Discute a manutenção como função estratégica, identificando as principais estratégias e técnicas para integrar a manutenção com a estratégia empresarial, reduzindo os custos e aumentando a eficiência do processo produtivo.
LONGARAY, A. et al. (2017)	Não informado	Sistema e Gestão - Estudo de caso	Applying the PDCA Cycle for Continuous improvement in a bovine confinement system	Estudo de caso com aplicação do ciclo PDCA	A aplicação do ciclo PDCA permitiu melhorias significativas no sistema de confinamento bovino, com redução de custos, aumento da produtividade e melhoria na qualidade do leite produzido.
LU, Liu Shin (2017)	Não se aplica	Livro	Prevenção e tratamento de não conformidades	Abordagem teórica sobre prevenção e tratamento de não conformidades	A obra apresenta conceitos e práticas para prevenção e tratamento de não conformidades, com ênfase na cultura de qualidade nas empresas.

Autor e ano	Periódico	Tipo de trabalho	Título do trabalho	Metodologia	Resultados obtidos (ampliados)
MESQUITA, B.R. et al. (2018)	Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia e Gestão do Conhecimento	Artigo	Estudo da Manutenção Industrial com Base na Gestão de Processos	Estudo de caso sobre gestão de processos de manutenção industrial	O estudo propõe um modelo de gestão de processos de manutenção industrial, com base em boas práticas de gestão e indicadores de desempenho, com resultados positivos na redução de custos e aumento da disponibilidade dos equipamentos.
RENTES, A. (2017)	Não se aplica	Tese de doutorado	TransMeth - Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação	Desenvolvimento de uma metodologia para condução de processos de transformação empresarial	A metodologia proposta permite a identificação de oportunidades de melhoria e a condução de processos de transformação de empresas, com base em boas práticas de gestão e indicadores de desempenho.
RIIS, J.O. et al. (2017)	International Journal of Quality & Reliability Management	Artigo	A situational maintenance model	Desenvolvimento de um modelo situacional de manutenção	O modelo situacional de manutenção proposto apresenta uma abordagem personalizada para a gestão de manutenção, considerando as particularidades de cada contexto de operação dos equipamentos.
ROMANO L. (2018)	Tese/Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica	Dissertação acadêmica	Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquina agrícola	Revisão bibliográfica	A pesquisa desenvolveu um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquina agrícola com base em estudos de caso e revisão de literatura.
SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert (2019)	Não se aplica	Livro	Administração da Produção	Revisão bibliográfica	O livro apresenta conceitos fundamentais sobre administração da produção, tais como estratégias, design de produtos e serviços, qualidade, gestão da cadeia de suprimentos, entre outros.
TOWILL D.R. (2018)	Logistics Information Management	Artigo científico	Industrial dynamics modelling of supply chains	Revisão bibliográfica	O artigo apresenta um modelo de simulação baseado em dinâmica de sistemas para modelar a cadeia de suprimentos e analisar os efeitos de diferentes políticas de gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Autor e ano	Periódico	Tipo de trabalho	Título do trabalho	Metodologia	Resultados obtidos (ampliados)
TSANG A. (2022)	Journal of Quality in Maintenance Engineering	Artigo científico	Strategic dimensions of maintenance management	Revisão bibliográfica	O artigo apresenta uma estrutura de gestão da manutenção baseada em quatro dimensões estratégicas: estratégia de manutenção, gestão de ativos, gestão da informação e pessoas e cultura.
VERGARA, Sylvia Consultant (2020)	Não se aplica	Livro	Projetos e relatórios de pesquisa	Revisão bibliográfica	O livro apresenta orientações para elaboração de projetos e relatórios de pesquisa

Tabela 1. Material bibliográfico coletado

Fonte: O autor (2023)

Depreende-se da tabela acima que a gestão de manutenção é um processo fundamental para garantir a eficiência e eficácia dos processos produtivos, bem como para assegurar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Segundo Rentes (2018), a gestão de manutenção tem como objetivo maximizar a disponibilidade do equipamento, reduzindo interrupções no processo produtivo. Além disso, a gestão de manutenção busca reduzir os custos desnecessários de manutenção, sem afetar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos (RIIS et al., 2017).

Quando se discute os fundamentos da gestão de manutenção, verifica-se que os resultados de uma pesquisa bibliográfica deste tema focam na importância dessa prática para garantir a confiabilidade, disponibilidade e desempenho dos equipamentos e sistemas de uma empresa. No artigo foram explorados os diferentes tipos de manutenção, como a corretiva, preventiva, preditiva e proativa, cada uma com suas características específicas e objetivos. A partir dessas informações, é possível compreender a relevância do planejamento de manutenção para uma gestão eficiente, visando minimizar os custos e garantir a segurança dos trabalhadores. (FARIA, 2019)

O planejamento é uma das principais atividades da gestão de manutenção e é fundamental para assegurar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. O planejamento permite a definição de estratégias, objetivos, metas, planos de ação e recursos necessários para o desenvolvimento das atividades de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2019). Ele também possibilita a identificação antecipada de possíveis falhas e a elaboração de ações preventivas para evitar interrupções no processo produtivo. A elaboração de um plano geral de manutenção é uma das principais atividades do planejamento da gestão de manutenção (FARIA, 2019).

Desta forma, ao questionar-se como o planejamento de manutenção pode contribuir para a melhoria da gestão de manutenção de equipamentos, assegurando a disponibilidade e a confiabilidade dos mesmos é possível compreender que o planejamento de manutenção é uma estratégia fundamental para a gestão eficiente de equipamentos, já que permite identificar as necessidades de manutenção e programar as atividades de forma a minimizar custos e evitar paradas não programadas (FARIA, 2019).

Segundo Romano (2003), a gestão de manutenção tem como objetivo aumentar a vida útil dos equipamentos, minimizando a deterioração dos equipamentos e prolongando sua vida útil. Além disso, a gestão de manutenção busca aprimorar a qualidade da manutenção, assegurando que os equipamentos operem corretamente e atendam às necessidades do processo produtivo (BLANCO et al., 2018).

A gestão de manutenção também visa garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos nos processos de manutenção, por meio da aplicação das normas e procedimentos de segurança e da prevenção de acidentes de trabalho (Burgess, 2008). Por fim, a gestão de manutenção tem como objetivo melhorar o desempenho dos equipamentos, por meio da otimização dos processos de manutenção, da aplicação de tecnologias avançadas de manutenção e da utilização de indicadores de desempenho para a gestão da manutenção (TSANG, 2018).

Além disso, o planejamento de manutenção permite que as atividades de manutenção sejam realizadas de forma mais eficiente e com maior qualidade, reduzindo o risco de falhas e aumentando a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2019).

Portanto, o planejamento de manutenção pode contribuir significativamente para a melhoria da gestão de manutenção de equipamentos, assegurando a disponibilidade e a confiabilidade dos mesmos. O planejamento permite a definição de atividades preventivas e preditivas, visando minimizar a possibilidade de falhas dos equipamentos, além de garantir que as atividades sejam realizadas corretamente e atendam às necessidades do processo produtivo (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009). A elaboração de um plano geral de manutenção também permite a gestão eficiente dos recursos, garantindo que as atividades sejam realizadas de forma adequada e no tempo certo (KARDEC; NASCIF, 2009).

Os resultados do presente trabalho reforçam a importância do planejamento de manutenção como uma estratégia fundamental para a gestão eficiente de equipamentos. As informações apresentadas na fundamentação teórica são compatíveis com as recomendações de outras fontes de referência na área, indicando que o planejamento de manutenção é uma prática consolidada e amplamente reconhecida como essencial para a garantia da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos (VIANA, 2002).

Como dito até aqui, as etapas do planejamento são compostas pela identificação das necessidades, definição das prioridades, elaboração do plano de manutenção, programação das atividades e acompanhamento dos resultados. O planejamento de manutenção é fundamental para garantir a eficiência e eficácia dos processos produtivos, a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos, além de reduzir custos e melhorar a segurança do trabalho (BELHOT; CAMPOS, 2017; VIANA, 2017; FARIA, 2013; CORRÊA, 2016).

Respondendo à pergunta problema do trabalho, o planejamento de manutenção pode contribuir para a melhoria da gestão de manutenção de equipamentos, assegurando a disponibilidade e a confiabilidade dos mesmos de diversas formas. A identificação das necessidades e a definição das prioridades permitem que sejam realizadas intervenções programadas e preventivas, reduzindo a necessidade de intervenções emergenciais e reduzindo custos (BELHOT; CAMPOS, 2004). Além disso, a elaboração do plano de manutenção permite a definição das atividades que serão realizadas em cada equipamento, os procedimentos a serem seguidos e o cronograma de execução, o que permite que as atividades sejam executadas de forma programada, evitando paradas inesperadas dos equipamentos e aumentando a disponibilidade dos mesmos (VIANA, 2022).

O acompanhamento dos resultados permite uma gestão mais eficiente da manutenção e uma maior redução dos custos, além de garantir a identificação de oportunidades de melhoria. A implementação do plano deve ser acompanhada por indicadores de desempenho, que permitem monitorar o progresso das atividades, identificar possíveis desvios e tomar as ações necessárias para corrigi-los (BELHOT; CAMPOS, 2017).

É importante ressaltar que o planejamento de manutenção não é uma atividade isolada e deve estar integrado com a gestão de manutenção da empresa como um todo.



Além disso, as limitações e pontos fracos devem ser considerados na interpretação dos resultados, como a necessidade de recursos financeiros e humanos para a implementação do planejamento de manutenção e a necessidade de atualização constante do plano de manutenção para atender às mudanças no ambiente produtivo e nas condições de operação dos equipamentos (FARIA, 2013).

Não foram identificados resultados não esperados ou explicações conflitantes nos textos analisados. No entanto, é importante ressaltar que a aplicação do planejamento de manutenção pode variar de acordo com as características específicas de cada empresa e equipamento, o que pode limitar a generalização dos resultados.

As limitações do presente trabalho incluem a dependência de fontes de referência selecionadas e a falta de dados empíricos que possam validar as informações apresentadas. No entanto, os potenciais incluem a clareza e objetividade na apresentação dos conceitos e informações, bem como a compatibilidade com outras fontes de referência na área.

A gestão de manutenção é uma prática essencial para garantir a confiabilidade, disponibilidade e desempenho dos equipamentos em uma empresa. Segundo Tsang (2022), a gestão de manutenção é um conjunto de atividades que envolve planejamento, organização, controle e execução de ações para garantir a integridade dos equipamentos e sistemas.

A manutenção pode ser definida como o conjunto de ações necessárias para preservar as condições de funcionamento de um equipamento ou sistema (AL-NAJJAR, 2016). Isso inclui atividades como inspeção, limpeza, lubrificação, ajuste, reparo e substituição de componentes.

A gestão de manutenção pode ser dividida em diferentes tipos, cada um com seus próprios objetivos e estratégias. Entre os tipos de manutenção mais comuns, estão a manutenção corretiva, preventiva, preditiva e proativa (LU, 2015). Cada tipo de manutenção tem sua importância e deve ser aplicado de acordo com as necessidades e características dos equipamentos e sistemas.

Sendo fundamental para garantir a eficiência e produtividade dos equipamentos e sistemas em uma empresa, essa gestão precisa estar presente no planejamento (TSANG, 2018). Isso se deve ao fato de que a manutenção inadequada pode levar a falhas e paradas não programadas, aumentando os custos de produção e reduzindo a disponibilidade dos equipamentos.

O objetivo principal da gestão de manutenção é maximizar a disponibilidade dos equipamentos, minimizando os custos de manutenção e garantindo a segurança dos trabalhadores (XENOS, 2018). Para alcançar esses objetivos, é necessário ter um planejamento adequado, utilizar ferramentas e métodos específicos e monitorar constantemente o desempenho dos equipamentos (ANDERSEN e JESSEN, 2018).

4. CONCLUSÃO

Com base no acervo de informações e dados reunidos ao longo deste estudo, é possível afirmar de maneira categórica que o objetivo geral deste trabalho, que era expor sobre o planejamento na gestão de manutenção, foi alcançado. A discussão aprofundada sobre o planejamento na manutenção revelou as diversas facetas que o envolvem e sua influência direta na efetividade dos processos produtivos.

No que se refere aos objetivos específicos, estes foram cumpridos com intensidade e

rigor. A identificação das etapas do planejamento da manutenção, uma das metas deste estudo, proporcionou uma compreensão clara da sequência de ações estruturadas que garantem o êxito na gestão da manutenção. Dessa forma, foi possível traçar um panorama completo sobre como implementar e executar um planejamento eficiente na área de manutenção.

Ao discutir as ferramentas e métodos utilizados para o planejamento da manutenção, o estudo tratou em detalhes suas funcionalidades, aplicações e benefícios. Ficou evidenciado que a adoção dessas ferramentas e métodos conduz a um planejamento mais acurado, personalizado e adaptado à realidade de cada empresa, resultando na otimização dos processos e na economia de recursos.

Adicionalmente, o estudo apresentou os benefícios do planejamento da manutenção para a eficiência e eficácia dos processos produtivos. Ao analisar as vantagens proporcionadas pelo planejamento, como a melhoria da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e a redução de custos operacionais, foi destacada a relevância dessa prática para a obtenção de resultados expressivos na gestão de manutenção.

O problema de pesquisa proposto, que indagava como o planejamento de manutenção pode contribuir para a melhoria da gestão de manutenção de equipamentos, foi respondido de maneira satisfatória. Foi possível concluir que o planejamento de manutenção é uma prática crucial para garantir a confiabilidade e disponibilidade de equipamentos, contribuindo diretamente para a excelência em gestão de manutenção.

Entretanto, é necessário ressaltar as limitações deste estudo. A pesquisa desenvolvida se pautou unicamente em revisão bibliográfica, sem contemplar uma análise empírica dos tópicos discutidos. Esta lacuna representa uma oportunidade para futuras investigações, que poderiam procurar a validação empírica das ideias e conceitos apresentados nesta pesquisa.

Em conclusão, é evidenciada a importância da gestão de manutenção para a área de engenharia e produção. O planejamento da manutenção, tema central deste trabalho, se apresenta como um elemento vital para assegurar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, além de potencializar a eficiência dos processos produtivos.

Espera-se que este trabalho contribua para a reflexão e o aprimoramento da gestão de manutenção nas organizações. As conclusões aqui apresentadas sublinham a relevância do planejamento para a efetividade da manutenção, evidenciando a necessidade de investimentos contínuos e a busca constante pela melhoria dos processos

Referências

- AL-NAJJAR B. **Total quality maintenance**. An approach for continuous reduction in costs of quality products. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 2 No. 3, pp. 4-20, 2016.
- ANDERSEN E.S., JESSEN S. A. Project maturity in organizations. **International Journal of Project Management** 21. 2017.
- BELHOT, R. V.; CAMPOS, F. C. De. Gestão De Manutenção De Frotas De Veículos: Uma Revisão. **Gestão & Produção**, v. 1, n. 1991, p. 171-188, 2014.
- CORRÊA, Rodrigo Fernandes. Modelagem matemática para otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva. **Gest. Prod.**, vol.23, n. 2, São Carlos, Apr./June 2017.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 5ed. 2021.
- FARIA, Nuno André Cunha Correia de. **Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor** – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande

- Porto. Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2018.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção industrial**. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier Campus, 2019.
- JUNIOR, I. M. et al. **Gestão da qualidade**. 9. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2016
- KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica**. 3 ed. Editora Vozes. Rio de JANEIRO. 2019.
- LONGARAY, A. et al. Applying the PDCA **Cycle for Continuous improvement in a bovine confinement system: a case study**. *Sistema e Gestão*, v.12, n. 3, 2017.
- LU, Liu Shin (Org.). **Prevenção e tratamento de não conformidades**. São Paulo: Pearson, 2017.
- MESQUITA, Bruno Ribeiro; PEREIRA, Cláudio Henrique Santos; FERNANDES, Daniele Fernanda Sabino; JUDICE, Gustavo Henrique. **Estudo da Manutenção Industrial com Base na Gestão de Processos**. In: Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia e Gestão do Conhecimento (CBEGC), 2018.
- NBR 5462: **Manutenção – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- RENTES A. TransMeth - **Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas**. Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos. 2017.
- RIIS J.O., LUXHOJ J.T., THORSTEINSSON U. A situational maintenance model. **International Journal of Quality & Reliability Management**. Vol 14 No 4. pp. 349-366. 2017.
- ROMANO L. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquina agrícola**. Tese, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- SLACK, Nigel; et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2017.
- TOWILL D.R. Industrial dynamics modelling of supply chains. **Logistics Information Management** Volume 9 Number 4. 2016.
- TSANG A. A strategic approach to managing maintenance performance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. Vol. 4 No. 2, pp. 87-94. 2018
- TSANG A. Strategic dimensions of maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. Vol. 8 No. 1, pp. 7-39. 2022
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
- VIANA, H. R. G. PCM - Planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, p. 167, 2022.
- XENOS, Harilaus Georgius D´Philippous. **Gerenciando a manutenção produtiva : o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, 2018

15

MANUFATURA MECÂNICA: SOLDAGEM
MECHANICAL MANUFACTURING: WELDING

Eugênio Nunes Schirmer¹

Ana Silva²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A monografia intitulada “Manufatura Mecânica: Soldagem” tem como objetivo investigar e analisar os processos de soldagem utilizados na indústria mecânica. O tema foi escolhido devido à sua importância no contexto da fabricação de componentes e estruturas metálicas, visto que a soldagem desempenha um papel fundamental na união de peças e na garantia da integridade estrutural. Para elaboração deste trabalho, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa, envolvendo revisão bibliográfica e análise de estudos de caso. A revisão bibliográfica abrangeu aspectos teóricos e práticos relacionados aos processos de soldagem, incluindo técnicas, materiais, equipamentos e normas. Já a análise de estudos de caso permitiu uma compreensão mais aprofundada da aplicação da soldagem em diferentes contextos industriais.

Palavras-chave: Manufatura. Soldagem. Metalurgia. Engenharia.

Abstract

The monograph entitled “Mechanical Manufacturing: Welding” aims to investigate and analyze the welding processes used in the mechanical industry. The topic was chosen due to its importance in the context of manufacturing metallic components and structures, as welding plays a fundamental role in joining parts and ensuring structural integrity. To develop this work, a qualitative research approach was conducted, involving literature review and case study analysis. The literature review covered theoretical and practical aspects related to welding processes, including techniques, materials, equipment, and standards. The analysis of case studies provided a deeper understanding of the application of welding in different industrial contexts.

Keywords: Manufacturing. Welding. Metallurgy. Engineering.

1. INTRODUÇÃO

A presente monografia tem como objetivo investigar e analisar os processos de soldagem utilizados na manufatura mecânica, buscando compreender suas técnicas, desafios e aplicações. A escolha desse tema se deve à importância estratégica da soldagem na indústria, onde a qualidade e a eficiência desse processo impactam diretamente na segurança, durabilidade e desempenho dos produtos fabricados.

A contextualização ao tema se faz necessária para compreender a relevância da soldagem na manufatura mecânica e sua presença nos mais variados setores industriais, como a construção naval, a fabricação de veículos, a indústria de petróleo e gás, entre outros. Através da soldagem, é possível unir diferentes materiais, tais como aço, alumínio e ligas especiais, ampliando as possibilidades de fabricação e tornando viáveis estruturas complexas.

A justificativa para a realização deste estudo está na necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre os processos de soldagem, considerando as inovações tecnológicas, as demandas por produtos cada vez mais sofisticados e as exigências de qualidade e segurança. A partir dessa compreensão, é possível aprimorar os processos de fabricação e contribuir para a melhoria contínua dos produtos finais.

O problema de pesquisa que norteia este trabalho consiste em identificar os principais desafios enfrentados na soldagem dentro da manufatura mecânica e buscar soluções para otimizar os processos, minimizar defeitos e garantir a qualidade das junções soldadas.

Os objetivos geral e específicos deste estudo estão voltados para a análise e a compreensão dos processos de soldagem na manufatura mecânica. Dentre os objetivos específicos, destacam-se: investigar as técnicas de soldagem mais utilizadas, avaliar os critérios de seleção de materiais e parâmetros de soldagem, analisar os principais defeitos encontrados nas junções soldadas e identificar boas práticas para garantir a qualidade e a segurança nas operações de soldagem.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho foi conduzido utilizando uma abordagem metodológica que envolveu a realização de pesquisa bibliográfica e análise de estudos de caso. A metodologia adotada permitiu uma investigação abrangente sobre os processos de soldagem na manufatura mecânica, buscando compreender suas técnicas, desafios e aplicações.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de consultas a bases de dados especializadas, como a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e bibliotecas virtuais de universidades renomadas. Foram utilizadas palavras-chave como “manufatura mecânica”, “soldagem”, “processos de soldagem” e termos relacionados, a fim de obter uma ampla gama de fontes relevantes. O período de delimitação da pesquisa compreendeu os últimos 15 anos, visando abranger as publicações mais recentes e atualizadas sobre o assunto.

Além disso, a análise de estudos de caso foi realizada com o intuito de compreender a aplicação prática da soldagem na indústria. Foram selecionados estudos que abordavam casos reais de aplicação da soldagem em diferentes setores industriais, permitindo uma análise detalhada dos desafios enfrentados, das soluções adotadas e dos resultados alcan-



çados. Essa abordagem contribuiu para uma compreensão mais aprofundada dos aspectos práticos da soldagem na manufatura mecânica.

2.2 Resultados e Discussão

Os processos de soldagem são largamente utilizados em diversas áreas da indústria, como é o caso da construção naval, construção civil, eletrônica e aeronáutica. As técnicas de soldagem são usadas para ligar peças, além de proporcionar o revestimento ou a manutenção de diversos equipamentos e materiais (TREAL, 2018).

De acordo com *ConectaFG* (2018), a soldagem é uma técnica utilizada para unir materiais, principalmente metais e suas ligas, por meio da fusão quase que imediata, acompanhada da solidificação dos materiais, no momento em que são expostos a uma matriz de calor. Esse processo é muito utilizado na indústria em geral, ele serve para a criação e recuperação de peças, estruturas metálicas e equipamentos. Sua aplicabilidade vai desde pequenos componentes até grandes estruturas.

De acordo com OHub (2021), os modelos de solda industrial mais usuais aplicados nas indústrias são: a soldagem a arco manual, a soldagem MIG, a soldagem TIG, a soldagem com eletrodo revestido, a arco com arame tubular e a soldagem oxigás. A solda industrial é que vai assegurar a junção dos materiais de forma definitiva, apoiando-se no ato das forças em escala atômica, parecidos àqueles presentes na composição do material a ser fundido.

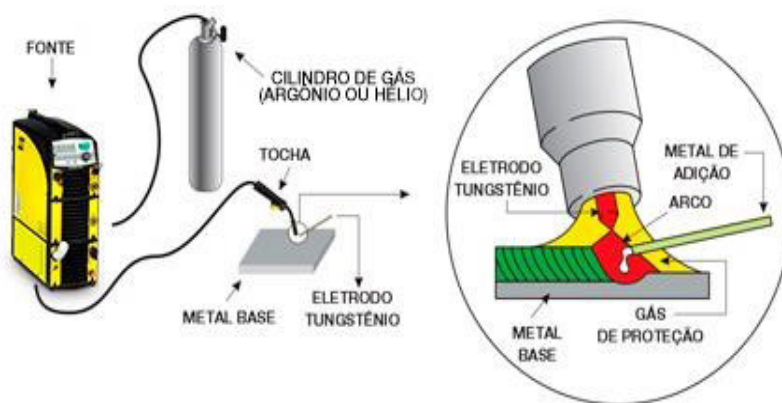
Segundo Treal (2018), a soldagem a arco manual é um dos tipos de solda mais antigos, ainda bastante usados, é frequentemente usado nas siderúrgicas, indústrias automobilísticas e de mineração. Já a solda MIG (*Metal Inert Gas*) é um tipo de soldagem semiautomática, é frequentemente usada em fábricas, oficinas de manutenção e fabricação automotiva. A solda TIG, é famosa pela qualidade da solda produzida. É da mesma forma o tipo mais difícil de operar e exige o máximo de habilidade.

O surgimento das técnicas de soldagem contribuiu para acelerar o processo industrial pautado na resistência do material e sua aplicabilidade. Dentre os modelos de soldagem pode-se destacar o de fusão, pressão e deformação, além do processo de brasagem e corte térmico que vem contribuir para a resistência e qualidade da solda (FREITAS, 2016).

Nesse contexto, o processo de soldagem TIG-GTAW baseia-se no uso de um arco com eletrodo de tungstênio coberto por uma proteção gasosa - *Gas Tungsten Arc Welding* - GTAW, considerado inerte e formado pelo elemento argônio e/ou hélio, que melhora a harmonia da peça através da redução dos pontos de concentração da tensão (MODENESI, 2013).

Vale ressaltar que na tentativa de oferecer qualidade no atendimento e dos bens de consumo e melhorar a oferta de soldas do tipo TIG-GTAW é necessário realizar uma síntese e caracterização de todos os materiais tenso-ativos que aumentam a soldabilidade do material base e a taxa de penetração com diminuição da largura, com a organização de planejamentos fatoriais considerando os diversos aspectos que influenciam no desenvolvimento dos processos de soldagem (ESAB, 2014).

O GTAW é composto por uma tocha, um eletrodo, uma fonte de potência e um gás de proteção (Figura 1). Assim, o GTAW nada mais é do que uma liga de tungstênio ligado a uma tocha, onde a mesma protege o gás de qualquer infecção atmosférica que porventura possa a vim atrapalhar o processo de soldagem, criando um arco elétrico baseado na proteção do gás ionizado, estabelecendo-se o arco entre a ponta do eletrodo e a peça (ESAB, 2014).

Figura 1. Processo de soldagem TIG-GTAW

Fonte: ESAB, (2014, p.30)

A soldagem TIG propicia uma solda limpa e de alta qualidade, não sendo produzidas sobras ou escória, sendo assim, desnecessária a inclusão ou mesmo a limpeza da solda no término do procedimento. Este tipo de solda é utilizado nas indústrias que não fazem uso de material não ferroso, sendo adotada para criação e ou concerto de peças pequenas e finas que necessitam de uma solda mais delicada e de alta precisão (MODENESI, 2013).

Para Fuhr (2012) as vantagens desse procedimento são: baixa produção de escória e fumos, acentuando a característica de boa visibilidade da poça de fusão, alto controle da energia transferida, usual para chapas com característica fina e/ou peças de difícil soldabilidade, apresenta excelente acabamento, boa qualidade das propriedades mecânicas, soldagem de várias ligas metálicas, abertura para automatização do processo, etc.

Já as desvantagens na aplicabilidade desse método estão ligado ao comprimento fixo da vareta consumida, baixo rendimento, alto risco de inclusões de tungstênio, a necessidade de uma boa habilidade do soldador com a metodologia do trabalho, sensibilidade atmosférica, alto custo dos gases de proteção, baixa produtividade, alto custo de instalação e aplicação etc. (FURH, 2012).

A proteção gasosa acontece por meio de um fluxo intermitente de gás inerte, que origina no bocal da tocha, passando pelo eletrodo de tungstênio, em direção à poça de fusão, que já vem sendo modificado esse perfil através do uso de misturas de gases não inertes com gases inertes, adicionado ao processo de soldagem, no intuito de diminuir os custos de produção (FERREIRA et al., 2013).

Dentre as características deste modelo de solda pode-se salientar a coloração do eletrodo, que se deve manter prateada, o controle de energia repassado para a peça, a estabilidade do arco elétrico, a utilização da polaridade de energia na conquista de uma corrente constante no percurso do processo (BRACARENCE, 2010).

Dessa maneira, o arco elétrico é estável e consiste na emissão e colisão de elétrons em um ambiente termiônico considerado ideal, através de uma corrente contínua ou alternada o que influencia nos mecanismos de transmissão e na qualidade da solda (PEIXOTO, 2012).

Nesse contexto, o autor Modenesi (2013), destaca que essa modalidade de solda possui altos níveis de estabilidade e controle mais apurado da operação quando comparado aos demais processos de soldagem a arco, mesmo considerando pequenas variações de composição química do material base reduzindo a probabilidade de controle e previsão do processo.

Cada tipo de processo recebe um tipo de corrente conforme as características do objeto, na sua aplicação e no eletrodo adotado. Para Furh (2012), a operação do processo de soldagem TIG-GTAW é semiautomática ou automática, servindo como norteador o tipo de solda adotada que pode ser de ligas ferrosas e não ferrosas, visto pelo engenheiro mecânico como a metodologia adequada para a robotização.

Nessa temática, cabe ao profissional domínio dessa técnica de soldagem para que com a abertura do arco elétrico não ocorra à contaminação e danificação do eletrodo, além de inclusão do tungstênio no cordão, prejudicando a qualidade do produto (PEIXOTO, 2012).

Para evitar essas imperfeições, é adotado pela indústria outros modelos de produção que podem influenciar no resultado final da atividade. Dentre as variáveis que influenciam diretamente no processo, tem-se: a tensão do arco, a corrente de soldagem, a velocidade de avanço da atividade e por fim, o gás de proteção, sendo que todos esses fatores não atuam separadamente, havendo a necessidade de interação entre eles (MODENESI, 2013).

Para Bracarence (2010), o gás de proteção influencia na elaboração de uma solda com maior penetração, devido ao alto potencial de ionização. Em relação à corrente de soldagem pode-se considerar que controla a penetração da solda. Já a velocidade de avanço influencia na penetração e na largura da solda, influenciando no custo do processo e na velocidade do processo. A tensão do arco é utilizada para nortear o processo e o controle do comprimento do arco.

Tratando-se da corrente de soldagem, a faixa de ajuste varia de 20 a 400 A conforme sua fonte de energia que pode fornecer uma corrente contínua alternada retangular ou alternada pulsada, influenciando diretamente na polaridade do objeto. Com o controle da velocidade de avanço é possível monitorar minimamente os fatores de qualidade e uniformidade, além da forma de alimentação também influenciar diretamente na qualidade e quantidade do produto, permitindo o destaque no mercado consumidor e maior competitividade (PEIXOTO, 2012).

Para Bracarence (2010), na soldagem TIG – GTAW o eletrodo utilizado é o de tungstênio que poderá ser puro ou combinado com outros materiais como o cério (Ce), lantânio (La), tório (Th) e zircônio (Zr). Para o correto manuseio desta metodologia, é importante frisar que, o soldador além de dominar completamente todo o procedimento, faz-se necessário o uso de equipamentos de segurança, visto que a emissão de raios ultravioletas é intensa além de possui alto risco de choques elétricos (PEIXOTO, 2012).

Nesse contexto Peixoto (2012) afirma que, a operação deste modelo de soldagem normalmente é manual, porém a mecanização é comum e fácil de ser implementada, sendo para isso, usado dispositivos auxiliares de soldagem adequados. É possível introduzir à maioria dos metais e suas ligas neste processo, em alta faixa de espessura, sendo mais usual a soldagem de metais não ferrosos e aços inoxidáveis. Outro fator preponderante da soldagem TIG é a possibilidade de se usar o próprio metal de base como metal de adição.

Vale ressaltar que, a polaridade da corrente aplicada no processo influencia diretamente, na penetração e distribuição de calor no eletrodo-peça. Durante a execução da soldagem, é necessário que haja vazão do gás para que a proteção oferecida seja eficiente, evitando assim a oxidação do cordão de solda e a formação de porosidade na peça (BRACARENCE, 2010).

Dessa forma, entre as etapas deste procedimento, é pode-se contribuir para o sucesso da atividade a inserção de uma vazão um pouco maior e diminuir lentamente até alcançar a ideal, eliminando assim as possibilidades de erros ou interferências externas durante a execução das etapas do processo, permitindo uma boa fusão e penetração do cordão (PEI-

XOTO, 2012).

Dentre os equipamentos usados para o desenvolvimento da técnica de soldagem pode citar: uso de tochas, de um gás protetor, cabos e mangueiras, fonte de energia elétrica, dispositivo para abertura do arco, e por fim, um ignitor (FERREIRA et al., 2013).

A fonte de energia pode ser composta por um transformador e um retificador, geralmente, eletrônico, sendo constante e ajustável. Já em relação à barra de tungstênio, poderá ser de três cores: vermelha, cinza e verde, cada uma com uma propriedade específica para a execução eficaz de tarefas diferenciadas (BRACARENCE, 2010).

A soldagem TIG- GTAW mostra uma maior resistência à corrosão com potenciais mais nobres e menores correntes, sendo influenciada pelo teor do gás de proteção utilizado, alterando a metalurgia de formação e distribuição das ilhas de martensita na região da solda (PEIXOTO, 2012).

Para Ferreira et al. (2013), a posição da soldagem influencia na qualidade da solda e sua durabilidade, visto que os desvios no alinhamento resultam no descontínuamento do diâmetro interno da peça. Dessa maneira, a soldagem no âmbito da engenharia mecânica, surge como uma operação complexa e de características particulares, pois envolve uma composição instável e de difícil compatibilização com as inúmeras formas geométricas dos objetos, ocasionando os maiores acidentes industriais.

A soldagem MIG-MAG usa um arco elétrico construído da ligação de um metal e um eletrodo, com a proteção externa de um gás que poderá ser inerte, ativo ou a mistura desses dois tipos (FREITAS, 2016).

Os processos de MIG-MAG ocorrerão conforme o gás utilizado, ou seja, caso use um gás inerte como o argônio e o hélio, o processo predominante será o MIG, enquanto que se fizer uso de gás ativo ou mistura de gases, o processo predominante será o MAG, onde uma parcela do metal sofrerá processo de oxidação, conforme quadro abaixo (SCHIO, 2013).

Gás ou mistura	Comportamento químico	Aplicações
Argônio	Inerte	Quase todos os metais (aço)
Hélio	Inerte	Alumínio, Manganês, e Cobre e suas ligas
Ar + 20 a 50% de Hélio	Inerte	Idem Hélio (melhor que 100% Hélio)
Nitrogênio	Inerte	Cobre e suas ligas
Argônio + 20 a 30% de Nitrogênio	Inerte	Idem Nitrogênio (melhor que 100% Nitrogênio)
Argônio + 1 a 2% de Oxigênio	Ligeiramente oxidante	Aços inox e algumas ligas de Cobre
Argônio + 3 a 5% de Oxigênio	Oxidante	Aços carbono e algumas baixa liga
Gás carbônico	Oxidante	Aços carbono e algumas baixa liga
Argônio + 20 a 50% de gás carbônico	Oxidante	Diversos aços
Argônio + gás carbônico + oxigênio	Oxidante	Diversos aços

Fonte: SCHIO, (2013, p.16)

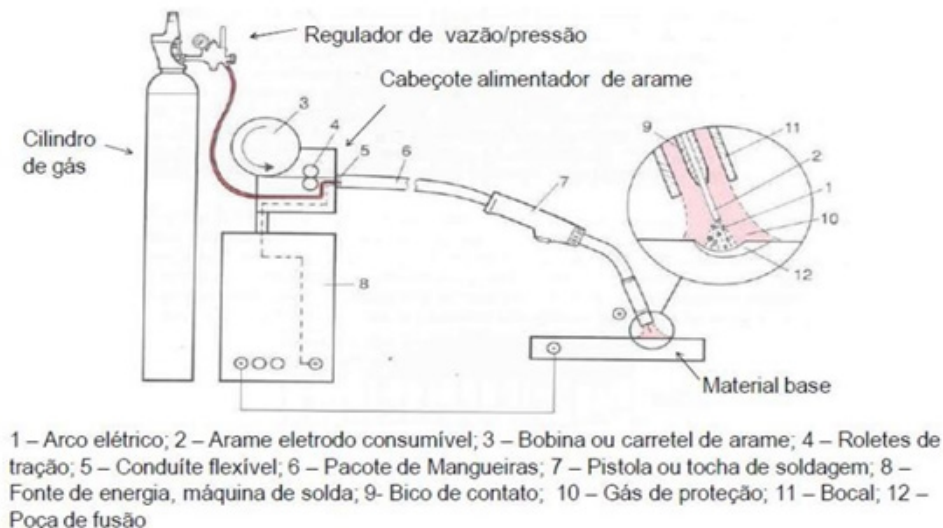
Para Silva (2013) o processo MIG/MAG, também conhecida por GMAW pode ser usado na indústria de maneira automática quando a atividade for desenvolvida por máquinas ou semiautomática, quando tiver participação do operador em alguma parcela do processo.

Dentre as vantagens desse processo pode-se elencar a facilidade de escolha dos equipamentos, não há necessidade de retirada de escória, não existe percas de ponta, boa taxa de deposição de metal, alta velocidade do processo de soldagem, facilidade de manuseio,

soldas de boa qualidade, baixo custo de produção, dentre outras (WERNER, 2013).

Já as desvantagens dessa modalidade de soldagem, podem-se destacar: alta produção de respingos que podem ocasionar acidentes, a manutenção é mais cara e trabalhosa, alto custo dos equipamentos, alta porosidade no cordão de solda, não pode ser manuseado em presença de ar, etc. (SCHIO, 2013).

Vale destacar que o processo de soldagem é feito através de corrente contínua e um conjunto de equipamentos formado por uma fonte de energia, alimentador de arame, pistola de soldagem, eletrodos e por fim, gases de proteção, conforme figura abaixo (WERNER, 2013).



Fonte: WERNER, (2013, p.45)

Schio (2013) defende que a interrupção de estruturas soldadas através da técnica MIG/MAG, pode desencadear uma descontinuidade do objeto refletindo em características físico-químicas, mecânicas ou metalúrgicas que exclui a peça do perfil aceito no mercado, em conformidade com as normas técnicas adotadas, acarretando uma perda na produção.

As modalidades de descontinuidades podem ser voltadas a imperfeição na abertura do arco, a ângulo excessivo de reforço, a cavidade alongada simultaneamente ao eixo da solda, concavidade, deformidade, desalinhamentos etc. (WERNER, 2013).

As formas básicas da transferência metálica de acordo com Blank (2014) ocorrem conforme a tensão ou corrente aplicada no produto, sendo dividida em transferência globular, transferência por curto-circuito, transferência goticular e transferência por arco pulsado.

Vale ressaltar que a combinação de alguns parâmetros no processo de soldagem também pode influenciar direta ou indiretamente a transferência metálica como a composição química do eletrodo, o diâmetro do local soldado, dentre outros (WERNER, 2013).

Realizando um comparativo entre o processo de soldagem TIG-GTAW e MIG-MAG, é importante destacar que o procedimento que requer o uso de eletrodo revestido possui mais vantagens estruturais quando comparado aos processos que usam outro tipo de calor ou polaridade, visto que, trata-se da reunião de equipamentos simples e barato, não exige manutenções regulares, e por fim, é pouco sensível a fatores externos (SOUZA, 2019).

Porém, considerando os parâmetros comerciais, deve-se destacar que, essa modalidade possui pouca produção, exigindo maiores gastos com material e mão de obra para que garanta uma produção diária razoável, aumentando as taxas de custos e redução do

lucro (GUIMARÃES, 2015).

A credibilidade de um aparelho depende dos princípios de confiabilidade de suas partes individuais. Grande parte dos equipamentos e sistemas nos mais diversos segmentos industriais, como, automóveis, ferrovias, aviões, navios, usinas de energia, entre outras plantas industriais, é muito complexa, tendo milhares de peças que dependem da sua execução e confiabilidade, uma vez que uma falha em um determinado equipamento provocará uma parada indesejada na linha de produção (ALBERTI; SILVA; OLIVEIRA, 2014).

Para assegurar a operacionalidade, é fundamental que cada peça individual seja confiável e tenha um funcionamento satisfatório. A credibilidade vem por meio da melhoria da qualidade ou do nível de qualidade dos produtos ou componentes (SOUZA, 2019).

Segundo Aventa (2021), a maior vantagem no processo de soldagem é realizar a união de materiais que são extremadamente sólidos, por meio de procedimento manual ou automático e equipamentos que possibilitam uma grande diversidade de processos, além de muitos serem portáteis. O valor é razoável e geralmente, se feita corretamente, apresenta uma boa longevidade.

De acordo com Aventa (2021), a indústria conta com mais de cinquenta processos distintos, que conseguem ser aplicados de diversas formas, desde microcomponentes eletrônicos até grandes estruturas como em edificações, navios, tubulações e encanamentos.

Esses processos apresentam diversas vantagens como: qualidade e durabilidade nas juntas, versatilidade na operação, variedade de processos e aplicações, estaqueabilidade, variedade de materiais, custos variados e razoáveis e alta suportabilidade (SOUZA, 2019).

Para Stupello (2010), as vantagens do processo de soldagem dependem do tipo de solda utilizada, pois cada tipo de solda apresenta vantagens distintas. A solda TIG tem como vantagens, o baixo custo, versatilidade, soldagem em locais de difícil acesso e disponibilidade de consumíveis no mercado. Por outro lado, a TIG, tem como vantagens a sua qualidade, menor aquecimento da peça soldada, ausência de respingos e pode ser automatizada.

Nota-se que análogo aos processos avançados de soldagem, é introduzido menos calor na peça de trabalho, auxiliando os operadores a reduzir os problemas de distorção e respingos e diminuem a porosidade, o que ocasiona menos retrabalho e otimização.

VANTAGENS	DESvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Economia de tempo na fabricação; • Juntas de integridade e eficiência elevadas; • Grande variedade de processos e aplicações; • Juntas não apresentam problema de perda de aperto; • Juntas podem ser isentas de vazamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não pode ser desmontada; • Pode afetar a propriedades das partes; • Pode causar deformações e tensões residuais; • Requer considerável habilidade do soldador ou operador de soldagem; • Pode exigir operações auxiliares de acabamento ou de elevado custo e duração (ex.: tratamentos térmicos).

Fonte: ALBIERI; SILVA; OLIVEIRA (2014, p. 29)

Cabe inferir que, procedimentos em solda em alumínio são largamente empregados na indústria, o que exige um operador com experiência, haja vista que, para a soldagem desse material deverá ser usado uma solda TIG e demais ferramentas, tais como: máquina de solda, gás argônio, barra de enchimento de metal e equipamentos de segurança para

o soldador (FREITAS, 2016).

3. CONCLUSÃO

Ao finalizar este trabalho, é possível afirmar que os objetivos propostos foram alcançados, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos processos de soldagem na manufatura mecânica. A pesquisa bibliográfica e a análise de estudos de caso proporcionaram insights valiosos sobre as técnicas, desafios e aplicações da soldagem nesse contexto.

Verificou-se que a soldagem desempenha um papel fundamental na indústria mecânica, permitindo a união de peças e a formação de junções sólidas em diversos materiais, como aço, alumínio e ligas especiais. No entanto, também foram identificados desafios, como a seleção adequada do processo de soldagem, a preparação das juntas, o controle dos parâmetros de soldagem e a garantia da qualidade e da segurança das operações.

A partir da análise dos estudos de caso, constatou-se que boas práticas, como a qualificação de soldadores e a conformidade com as normas técnicas, são essenciais para garantir resultados satisfatórios e minimizar defeitos nas junções soldadas. Além disso, a utilização de tecnologias avançadas, como a soldagem a laser e a soldagem robotizada, apresenta potencial para otimizar os processos e aumentar a eficiência produtiva.

Com base nos resultados obtidos, sugere-se a continuidade das pesquisas nesse campo, explorando temas como o desenvolvimento de novos materiais e técnicas de soldagem, a automação dos processos de soldagem e a análise de falhas em junções soldadas. Essas pesquisas podem contribuir para o aprimoramento contínuo da manufatura mecânica e a obtenção de produtos cada vez mais seguros, duráveis e eficientes.

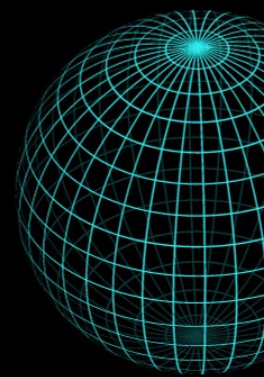
Em suma, este trabalho proporcionou uma visão abrangente sobre os processos de soldagem na manufatura mecânica, destacando sua importância estratégica e os desafios a serem enfrentados. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento nessa área, visando aprimorar os processos de fabricação e promover avanços tecnológicos que impulsionem a indústria.

Referências

- ALBERTI, E.; SILVA, L.; OLIVEIRA, A.S.C.M. Manufatura aditiva: o papel da soldagem nesta janela de oportunidade. **Soldag. Insp.** São Paulo, vol. 19, n.2, p.190-198, 2014.
- AVENTA. **O que você precisa saber sobre soldagem.** Disponível em: < <https://aventa.com.br/novidades/resumo-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-soldagem>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- BLANK, J.E. **Análise de influência da sequência de soldagem sobre as distorções de soldas realizadas em estaleiros.** 2014, (Monografia): UFSC, 2014. BRACARENCE, A.Q. **Processo de soldagem TIG-GTAW.** 2010. Disponível em: < <http://asmtreinamentos.com.br/downloads/soldador/arquivo40.pdf>>. Acesso em: 25 out.2021.
- CONNECTAFG. **Conheça os processos de soldagem e suas aplicações.** Disponível em: < <http://conectafg.com.br/conheca-os-processos-de-soldagem-e-suasaplicacoes/>>. Acesso em: 22 out.2021.
- ESAB. **Processo de Soldagem TIG- GTAW.** 2014. Disponível em: <http://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_tig_gtaw.cfm> . Acesso em: 25 out.2021.
- FERREIRA, I.; et al. **Técnicas e cuidados na soldagem de tubos:** aspectos técnicos e humanos. XIII Simpósio internacional de ciências integradas **da UNAERP campus Guarujá, 2013.**
- FREITAS, L.F. **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):

- Juiz de Fora, UFJF, 2016. FUHR, T.A. **Reconhecimento e avaliação dos riscos ambientais gerados nos processos de soldagem de uma empresa do segmento metal mecânicos**. 2012, (Monografia): UNIJUI, 2012.
- GUIMARÃES, F. TIG erros na solda alumínio. **Revista do Aço**, 2015, v.7, n. 5. MODENESI, P.; MARQUES, P.; SANTOS, D. **Introdução à metalúrgica da soldagem**. 2012, (Monografia): UFMG, 2012.
- OHUB. **Tipos de solda industrial e suas aplicações**. Disponível em: < <https://www.ohub.com.br/ideias/tipos-de-solda-industrial-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 22 out.2021.
- PEIXOTO, A.L. **Soldagem**. Belém: IFPA; Santa Maria: UFSM, 2012.
- SCHIO, F. **Análise comparativa entre soldagem MIG/MAG manual e robotizada**. 2013, (Monografia): UNIJUI, 2013.
- SILVA, R.G. **Aplicação de tecnologia C.M.T. na soldagem MAG de chapas finas, para substituir os processos MIG Brazing**. 2013, (Monografia): UFPR, 2013.
- SOUZA, E.; GASPARETTO, V. **Características e Impactos da Indústria 4.0: percepção de estudantes de ciências contábeis**. XXV Congresso Brasileiro de Custos – Vitória, ES, Brasil, 2018.
- SOUZA, M.R. Controle de qualidade em juntas soldadas. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 06, Vol. 11, pp. 27-40, 2019.
- STUPELLO, B. **Processos construtivos: soldagem**. Disponível em: < <http://www.asmtreinamentos.com.br/downloads/soldador/arquivo134.pdf>>. Acesso em: 22 out.2021.
- TREAL. **Processos de soldagem: conheça os tipos e cuidados**. Disponível em: < <https://www.treal.com.br/blog/processos-de-soldagem-tipos-e-cuidados/>>. Acesso em: 22 out.2021.
- WERNER, R.M.S. **Avaliação da soldagem do aço fundido ASTM A148 GR**. 105-85. 2013, (Monografia): UFPR, 2013.

16



ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL *ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF INDUSTRIAL MAINTENANCE*

Marcelo Melo Vaz¹

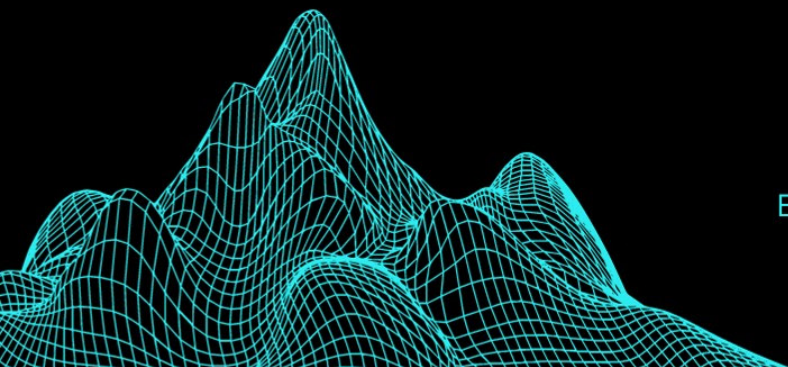
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Daniel Afonso Gomes da Silva³

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

3 Especialista em Gestão de Vendas, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP



Resumo

A Manutenção é uma combinação de ações de gestão, técnicas e econômicas, aplicadas aos bens de uma empresa para otimização do seu ciclo de vida. Nos últimos anos, a pandemia do COVID-19 fez com que os administradores das empresas despertassem para a importância dos fatores de produção e procurassem reduzir desperdícios nas linhas de produção para manter a competitividade. Assim, busca-se entender como as empresas do setor industrial estão se prevenindo contra a manutenção corretiva. O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar como é feito o planejamento de manutenção das organizações. O método de pesquisa utilizado é a revisão bibliográfica e foram utilizados trabalhos científicos encontrados no motor de busca do Google Acadêmico usando as palavras-chave: “manutenção industrial”, “gestão da manutenção industrial”. O trabalho é de caráter descritivo e o procedimento utilizado na análise dos dados é qualitativo. Os achados do estudo revelam que as empresas estão cada vez mais instituindo um plano de manutenção para aumentar a eficiência e competir no mercado global. A manutenção preditiva é a melhor escolha para reduzir custos e minimizar prejuízos em caso de falhas. O encaixe correto dos recursos humanos e físicos é crucial para uma gestão eficiente da manutenção. E concluiu-se que as novas tecnologias, como a indústria 4.0 e a impressão 3D, estão sendo utilizadas na previsão de falhas e na assertividade do processo.

Palavras-chave: COVID-19, Redução de desperdícios, Competitividade, Eficiência.

Abstract

Maintenance is a combination of management, technical and economic actions applied to a company's assets to optimize their life cycle. In recent years, the COVID-19 pandemic has made company administrators awaken to the importance of production factors and seek to reduce waste on production lines to maintain competitiveness. Thus, we seek to understand how companies in the industrial sector are preventing corrective maintenance. The general objective of this work is to analyze how the maintenance planning of organizations is done. The research method used is the bibliographical review and scientific works found in the Google Scholar search engine were used using the keywords: “industrial maintenance”, “management of industrial maintenance”. The work is descriptive and the procedure used in the data analysis is qualitative. The study's findings reveal that companies are increasingly instituting a maintenance plan to increase efficiency and compete in the global market. Predictive maintenance is the best choice to reduce costs and minimize losses in case of failures. The correct fit of human and physical resources is crucial for efficient maintenance management. And it was concluded that new technologies, such as industry 4.0 and 3D printing, are being used to predict failures and process assertiveness.

Keywords: COVID-19, Waste reduction, Competitiveness, Efficiency



1. INTRODUÇÃO

A Manutenção é uma mescla de ações de gestão, técnicas e econômicas, aplicadas aos bens de uma empresa para otimização do seu ciclo de vida (CABRITA; SILVA, 2002). Neste sentido, a manutenção é um dos setores que mais significativamente contribuem para a produtividade, pelo que a sua avaliação deve ser feita em uma visão holística, equacionada em conjunto com a produção e a qualidade.

Nestes últimos anos, têm-se vivido tempos difíceis em razão da pandemia do COVID-19, o que fez despertar a consciência de alguns administradores para os problemas ao nível dos fatores de produção existentes no âmbito das suas instituições. De repente, estes se viram a fazer muito com pouco, isto é, ou reduziam e/ou eliminavam os desperdícios existentes nas linhas de produção, por meio da eficiência dos recursos disponíveis, ou perdiam a corrida face uma concorrência cada vez mais apertada.

Em um mundo cada vez mais competitivo, a manutenção e a sua respectiva gestão apresentam-se, como um fator essencial para a competitividade de uma empresa, já que, ações efetuadas a este nível têm implicações diretamente ligadas aos custos, prazos com os clientes e na qualidade dos seus produtos. Ou seja, não basta ser tecnicamente eficaz na execução do trabalho (gastar o que for preciso para se alcançar os objetivos), há que ser operacionalmente eficiente. Sendo assim, a manutenção não pode ser dissociada de outros fatores também cruciais como a gestão das operações ou a gestão da qualidade.

Os objetivos técnicos da manutenção são ganhos de confiabilidade e da disponibilidade das plantas de distribuição e produção. Os resultados serão tanto melhores quanto mais eficiente for a gestão da manutenção.

Nessa perspectiva de compreender melhor os processos, métodos e caminhos utilizados na área de engenharia e tecnologia percorridos com o que há de mais recente é que motiva a questão desta pesquisa: Como as empresas do setor industrial estão se precavendo da manutenção corretiva?

Essa pesquisa tem como objetivo geral: analisar como é feito o planejamento de manutenção das organizações. Para alcançar o objetivo geral dessa pesquisa, temos como os seguintes específicos: (i) explicar como as organizações de classe mundial estão reduzindo custos; (ii) identificar os principais processos chaves na gestão da manutenção das empresas; (iii) verificar quais as novas tecnologias utilizadas na gestão de manutenção.

Esse trabalho tem o tema como grande relevância para a sociedade de um modo geral, visto que passamos por um avanço ainda mais acelerado das tecnologias em todas as áreas nos últimos anos e a na área das engenharias não é diferente, sendo que muitos gestores e engenheiros estão se atualizando cada vez mais frente aos novos desafios dos tempos pandêmicos.

As contribuições da pesquisa têm um caráter tanto prático como teórico. Do ponto de vista teórico, espera-se contribuir com achados de ligação entre a engenharia de manutenção e os auxílios das novas tecnologias, em especial a da indústria 4.0, e somar com acréscimo do conhecimento científico. E do ponto de vista prático, que o trabalho possa agregar com informações relevantes para colaboradores dos níveis estratégico, tático e operacional a aperfeiçoar o exercício de suas funções.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa tem um método de revisão bibliográfica, onde se busca demonstrar as novas possibilidades com uma gestão eficiente da manutenção industrial. Nesse sentido, o trabalho tem grande importância em fazer um elo entre os desafios enfrentados como redução de custos, aumento da produtividade, formação e valorização dos recursos humanos etc. Uma das principais vantagens deste tipo de pesquisa, conforme Gil (2008), consiste em possibilitar ao pesquisador uma vasta gama de fenômenos muito mais abrangente do que poderia ser feita em uma pesquisa com dados mais dispersos em termos geográficos que necessitariam de um esforço e perspicácia ainda maior do investigador.

Em meio às vantagens desse tipo de pesquisa, há também cuidados a serem tomados com a qualidade da base de dados coletadas, ou seja, se os dados das fontes secundárias foram realmente analisados de forma imparcial, ética, com base no olhar investigativo do método científico como ele realmente é. Portanto, o pesquisador tem que se assegurar de fazer uma análise profunda dos dados obtidos para não reproduzir possíveis erros na sua pesquisa (GIL, 2008). Foram utilizados nessa pesquisa, trabalhos científicos localizados na plataforma do Google Acadêmico usando as palavras-chave: “manutenção industrial”, “gestão da manutenção industrial”.

O tipo de pesquisa usado no trabalho é de caráter descritivo, onde tem como cerne o estudo das características de grupos na área das ciências sociais: estado de saúde físico e mental, condições de habitação e trabalho etc. Além disso, visa descobrir a existência de ligações entre variáveis, como, por exemplo, as notas avaliativas de um aluno em função de suas horas de estudo (GIL, 2002).

O procedimento utilizado na análise dos dados é qualitativo, frequentemente usado nesse estilo de pesquisa não experimental, haja vista que a análise dos dados passa a depender muito da inteligência e habilidades do investigador, já que não há um modelo ou receita predefinida de orientação como em levantamentos e pesquisas experimentais (GIL, 2008).

2.2 Resultados e Discussão

A manutenção diz respeito a um conjunto das ações visando assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervindas nas oportunidades e com o alcance certos de maneira a evitar que danifiquem ou baixem de rendimento e, no caso de isso acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com grande celeridade, tudo a um custo de nível global otimizado (CABRAL, 2006).

Em termos práticos, pode-se dizer que, a manutenção consiste em assistência técnica ou evitar a quebra/desgaste de equipamentos ou materiais em uso numa empresa, pois estes com o passar da sua função entram por exemplo, em fase de oxidação, que frequentemente origina fugas e outros problemas associados. a manutenção industrial não pode ser separada dos objetivos globais de uma empresa, uma vez que esta afeta, diretamente, a rentabilidade do processo produtivo. De uma maneira geral, os objetivos da manutenção passam por:

- a) Assegurar a segurança das pessoas e dos bens: ou seja, preservar o meio ambiente;
- b) Sustentar os níveis de qualidade nos meios de produção e no produto: mantendo



os equipamentos e máquinas em funcionamento pleno, evitando assim o desperdício, como produtos defeituosos etc;

- c) Garantir o custo do produto: ou seja, fazer com que este seja um valor que permita à empresa a rentabilidade do investimento (CABRAL, 2006);

Estes objetivos são gerais, pois conforme o tipo de manutenção realizada, existem objetivos mais específicos. Os objetivos da manutenção devem ser mensuráveis e consonantes com a política da manutenção (CABRAL, 2006).

2.2.1 Tipos de Manutenção

Existem diversos modos de manutenção. Estes encontram-se divididos da seguinte forma, representadas na Figura 1:



Figura 1. Classificações da Manutenção

Fonte: Abramam (2005)

Mediante ao que é ilustrado na Figura 1, a manutenção divide-se, primeiramente em manutenção planejada e manutenção não-planejada. Portanto, a manutenção planejada é aquela que é efetuada à priori, antes do pior estar feito. Já a manutenção não-planejada diz respeito às atitudes efetuadas à posteriori, ou seja, depois de detectadas as avarias.

A manutenção planejada é, por sua vez, dividida por manutenção preventiva e manutenção de melhoria. a manutenção preventiva é a manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem (CABRAL, 2006).

A manutenção preventiva, isto é, a prevenção de falhas consegue-se através da utilização da manutenção sistemática e da manutenção condicionada. A manutenção sistemática é a manutenção preventiva efetuada em intervalos de tempo pré-estabelecidos ou conforme uma quantidade definida de unidades de funcionamento, sem controle prévio do estado normal. (CABRAL, 2006).

A manutenção condicionada é a manutenção preventiva inspirada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros importantes desse funcionamento, inte-

grando as atividades que desta ação são decorrentes (CABRAL, 2006).

Na manutenção planejada, a manutenção de melhoria é um modo de manutenção assumido e estimulado nos dias atuais, com o objetivo de melhorar o desempenho do equipamento na sua respectiva função; uma espécie de vantagem em relação à manutenção condicionada: identifica-se uma alteração que pode melhorar a forma como o equipamento está funcionando ou a sua mantenedibilidade (CABRAL, 2006).

A manutenção corretiva é a manutenção realizada após a detecção de uma avaria e com propósito de repor o bem num estado em que possa realizar uma função requisitada. As falhas podem ser intrínsecas ou extrínsecas, isto é, uma avaria intrínseca é a perda de funções do equipamento em razão dos fatores internos (tubo rompido, rolamento gripado etc.). Uma avaria extrínseca é a perda de funções do equipamento em motivo das causas externas como: má operação, acidentes etc. (CABRAL, 2006).

2.2.2 Custos por tipo de manutenção

A primeira e principal comparação de custos deve ser realizada entre os vários tipos de manutenção corretiva não planejada é, pelo menos, o dobro do custo de manutenção preditiva conforme demonstra o Quadro 1. Outro aspecto importante, ligado aos custos, está na maneira de executar o programa de manutenção preditivas: se com recursos próprios ou contratando os serviços de firmas especializadas. De modo a permitir uma análise mais precisa, inclui-se os valores de mercado para equipamentos, softwares e prestação de serviços.

TIPO DE MANUTENÇÃO	CUSTO US\$ /HP/ANO	RELAÇÃO
Corretiva não Planejada	17,00 ~ 18,00	2,0
Preventiva	11,00 ~ 13,00	1,5
Preditiva	7,00 ~ 9,00	1,0

Quadro 1. Custo Médio de Manutenção

Fonte: Adaptado de Xavier (2005)

2.2.3 Inovação em gestão da manutenção

Pode-se definir a inovação da gestão da manutenção como um processo sistemático, planejado, gerenciado, executado e acompanhado sob a liderança do setor estratégico da instituição, incluindo também todos os gerentes, responsáveis e colaboradores (Costa, 2002). É um trabalho coletivo que tem por finalidade garantir o crescimento de seu nível tecnológico e administrativo, prosseguir na sua gestão garantindo a eficiência de seus serviços, via adequação contínua da estratégia, da capacidade e de sua estrutura, permitindo enfrentar e se antecipar frente às mudanças observadas ou previsíveis no seu ambiente externo.

Para elaborar um plano de desenvolvimento da manutenção, três aspectos importantes devem ser levados em consideração: O propósito que define o objetivo da função de manutenção, ou onde se pretende chegar; O ambiente que define até que ponto se pode chegar, conforme a disponibilidade de recursos e restrições de regulação internas e externas, e; Capacitação que deve corresponder ao nível de preparação que tem a equipe de manutenção para encarar as tarefas que são necessárias, segundo o objetivo proposto.

A fim de exemplificar melhor estas três questões, segue o triângulo estratégico de Costa (2002), observável na Figura 2 a seguir:

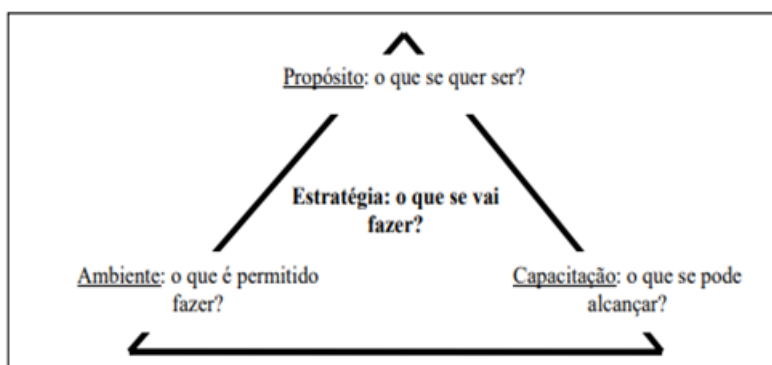


Figura 2. triângulo estratégico para a gestão da manutenção

Fonte: Adaptado de Costa (2002)

ponto de partida é uma análise da importância da função manutenção (mescla de recursos humanos e físicos com tarefas, procedimentos e objetivos cujo objetivo é dar manutenção aos ativos físicos da organização). O valor desta função deve ser analisado em comparação com os requisitos que são exigidos para atender o conjunto de equipamentos conforme o nível de confiabilidade requerido, esta análise deve ser realizada antes que possam trazer consequências negativas para a empresa.

E no que concerne os ativos e ferramentas da empresa, uma das principais é a Indústria 4.0, sendo a capacidade de monitoramento em tempo real das ações com coleta de dados, registro e tratamento de maneira instantânea. O misto de objetivos da manutenção e da tecnologia 4.0 se misturam no ponto de vista logístico, sendo eles: economia de energia; redução de erros; aumento de segurança; redução de custos e aumento da qualidade de vida (BORLIDO, 2017).

De acordo com Santos (2019) rastreabilidade; Internet of Things (IoT); Big Data; Data Analytics e Nuvem de Dados quando combinadas, estas técnicas podem resultar na Total Previsão de Falhas, onde as Falhas Funcionais são tratadas, aquelas que bloqueiam o desenvolvimento da função dentro do processo. O sistema faz o monitoramento de forma muitíssima acurada, então quando uma falha surge, o aparelho já cria o relatório do problema, e faz a orientação de como corrigir e muda o cronograma de trabalho afim de que não tenha possíveis agravamentos até que seja feito o ajuste.

A impressão 3D tem sido um dos carros chefes da indústria 4.0 e impulsionando a industrialização pelas suas diversas vantagens. Ela envolve todo um ecossistema que passa pela área de inovação em TI, Engenharia, Saúde e etc. Neste sentido, a fabricação das peças para manutenção está inserida nesta cadeia da produção e suprimentos que a nova tecnologia traz consigo. No futuro próximo, faz-se sentir cada vez mais a necessidade de robôs e soluções robóticas com menos pessoas e menos capital intelectual humano exigido por conta também da IA, como ponto positivo, percebe-se que a impressão de formas em 3D pode deixar todo o processo produtivo mais eficiente e com um grande diferencial que é a redução de custos, mesmo com produção de peças em situações envolvendo uma menor escala, cita Bolido (2017).

Um estudo da McKinsey (2015), faz projeções de que até 2025, haverá reduções ente 10% e 40% de custos em manutenção de equipamentos, a eficiência do trabalho com artifício de tecnologias como 5G, AR, IA e outras poderá crescer entre 10% e 25%, além disso, com o aprimoramento de sistemas de processamento, circuitos e aparelhos consequente-

mente mais econômicos, o consumo de energia pode baixar entre 10% e 20%. Essas projeções mais uma vez nos revelam que o caminho da Engenharia de Manutenção está intrinsecamente ligado às novas tecnologias da indústria 4.0 para melhorias constantes.

A manutenção é essencial para uma produção de qualidade, bem como a redução de custos nas organizações, o setor de engenharia de manutenção não é algo estrito somente a área da engenharia, mas também se percebe que a manutenção também está alinhada diretamente com as finanças, qualidade, produtividade e de um modo geral entende-se que o setor de manutenção também agrega na cadeia de valor como um todo, seja para clientes ou para a empresa e seus colaboradores.

Nos dias atuais, com uma concorrência cada vez mais competitiva e em virtude da pandemia do novo coronavírus, os gestores tiveram que repensar modos de reduzir custos cada vez mais, perpassando por uma linha de pensamento Lean, eliminando os desperdícios. Neste sentido, a manutenção passa a ser um fator chave, considerando que muitos países se recuperam da pandemia desde 2021 (BBC, 2022), e com o efeito rebote da economia, torna-se imprescindível manter o funcionamento das operações e a qualidade em meio a uma alta demanda sazonal.

Analisando os tipos de manutenção, percebe-se que a Preditiva possui uma menor relação de custo médio, no Quadro 1, sendo está a mais barata pois substitui e garante o funcionamento normal antes daquela peça ser um potencial problema para a empresa e/ou pessoa. A Manutenção Preventiva, que é a planejada segundo Abramson (2005), tem custo médio maior que a Preditiva e menor que Corretiva Não Planejada que é quando os incidentes acontecem paralisando muitas vezes o funcionamento de serviços e produção em uma fábrica, por exemplo.

Neste sentido, aprende-se que é muito mais viável, econômico e proveitoso realizar manutenções preditivas, em se tratando das organizações o planejamento é fundamental, e reduções de custos são sempre bem vindas. Em se tratando de pessoas, há um planejamento muito menor para uso de manutenção preditiva, sendo por muitas vezes a manutenção preventiva a mais usada, se tratando de veículos automotores, por exemplo.

A inovação perpassa de maneira quase que obrigatória pela evolução tecnológica e na era da indústria 4.0, as novas tecnologias como Internet of Things, Big Data, Data Analytics e Nuvem de Dados apresentadas por Santos (2019) trazem mais assertividade, diminuição de custos, economia em consumo de energia e mais conforto durante o trabalho. Todavia, a grande massificação de investimentos na indústria 4.0 representam grandes desafios em atualização e capacitação de mão de obra humana qualificada para esta nova era.

Deste modo, a função de manutenção, aliada às tecnologias da Indústria 4.0, desempenha um papel crucial nas organizações. A capacidade de monitoramento em tempo real, coleta de dados e análise preditiva da Indústria 4.0 traz benefícios como economia de energia, redução de erros, aumento da segurança, redução de custos e melhoria da qualidade de vida. A impressão 3D também desempenha um papel importante, aumentando a eficiência do processo produtivo e reduzindo custos. Projeções futuras indicam reduções de custos, aumento da eficiência do trabalho e economia de energia com a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 na manutenção. No entanto, é necessário investir em capacitação para aproveitar ao máximo essas tecnologias. Em resumo, a integração da função de manutenção com as tecnologias da Indústria 4.0 oferece oportunidades significativas de melhoria nas organizações, tanto em termos de desempenho operacional quanto de resultados financeiros.

3. CONCLUSÃO

Lembrando que esta pesquisa teve como objetivo geral analisar como é feito o planejamento de manutenção das organizações. O objetivo do estudo foi alcançado. As empresas do mundo contemporâneo estão cada vez mais cadenciadas a instituir um plano de manutenção, visto a grande competitividade na cadeia de suprimentos global. Neste sentido, um planejamento para implementação de ações é essencial para melhor eficiência.

No que concerne explicar como as organizações de classe mundial estão reduzindo custos, percebe-se que as manutenções preditivas tem sido sempre a melhor escolha, pois é a mais econômica, a de reparo mais rápido e com menor riscos de uma planta de produção sofrer uma parada, acarretando em prejuízos que poderiam vir em consequência como multas, perda de clientes, vencimento de matéria-prima, bem como outras coisas.

No que diz respeito a identificar os principais processos chaves na gestão da manutenção das empresas, o encaixe correto dos recursos humanos com os recursos físicos (Costa, 2002) tem que estar na sincronia correta, nem um capital intelectual sem ferramentas adequadas, e nem ferramentas tecnológicas sem uma mão de obra qualificada. Os prejuízos para a empresa seriam muito danosos, haja visto que além de não atender às exigências necessárias para a operação, muito menos se teria conhecimento a realização de manutenções.

No tocante a verificar quais as novas tecnologias utilizadas na gestão de manutenção, observa-se que a indústria 4.0 e impressão 3D (Borlido, 2017) bem como IoT, Big Data, Data Analytics e Nuvem de Dados (Santos, 2019) tem auxiliado na previsão de falhas e na assertividade do processo. Ademais, toda uma cadeia de inovação nas áreas de saúde, engenharia e TI são envolvidas, alerta-se para a possibilidade de menos capital intelectual humano exigido conforme o avanço da IAs, em contraponto, as reduções de custos e customizações de peças em menor escala estão entre as vantagens.

A pesquisa encontrou dificuldades no sentido de encontrar mais materiais específicos da área de indústria 4.0 na gestão da manutenção devido ao conteúdo de muitos periódicos, inclusive de maior fator de impacto, estarem bloqueados para livre acesso, ou seja, sem pagamentos pelo acesso. Espera-se com este trabalho abrir margem para pesquisas futuras na área de engenharia e indústria 4.0.

Referências

- ABRAMAN. **Associação Brasileira de Manutenção, Revista oficial da ABRAMAN**, Vinte anos da ABRAMAN, n. 54. 2005.
- BBC. **As economias da América Latina mais preparadas para enfrentar 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59814352>. Acesso em: 22 mar. 2023.
- BORLIDO, David José Araújo. **Indústria 4.0: Aplicação a Sistemas de Manutenção**. Orientador: Dr. Armando Leitão. 2017. [s. n]. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- CABRAL, J. **Organização e Gestão da Manutenção, dos conceitos à prática**. Editora Lidel, 6ª edição, 2006.
- CABRITA, C. M. P.; SILVA, C. M. I.. **Organização e Gestão da Manutenção Industrial**. Unidade Científica e Pedagógica de Ciências de Engenharia, Universidade da Beira Interior. 2002.
- COSTA, E. A. da.. **Gestão Estratégica**. Editora Saraiva. 2002.
- FERREIRA, L. **Uma introdução à Manutenção**. Publindústria, 1ª edição, 1998.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed.. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p..

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 216 p..

MCKINSEY. **The internet of things: mapping the value beyond the hype**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/technology%20media%20and%20telecommunications/high%20tech/our%20insights/the%20internet%20of%20things%20the%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/the-internet-of-things-mapping-the-value-beyond-the-hype.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

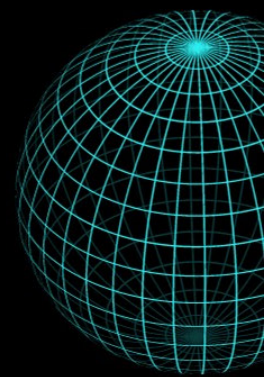
NP 4483. **Sistemas de Gestão da Manutenção, Requisitos**. Instituto Português da Qualidade, 2008.

SANTOS, Natália Souza dos. **Planejamento e controle da manutenção na Indústria 4.0**. Faculdades IDAAM, Brasil. 2019. Disponível em: <http://dspace.sws.net.br/jspui/handle/prefix/89>. Acesso em: 15 nov. 2022.

XAVIER, Júlio Nascif. **Gestão para a manutenção de classe mundial**. Belo Horizonte: Tecem tecnologia Empresarial, 2005.



17

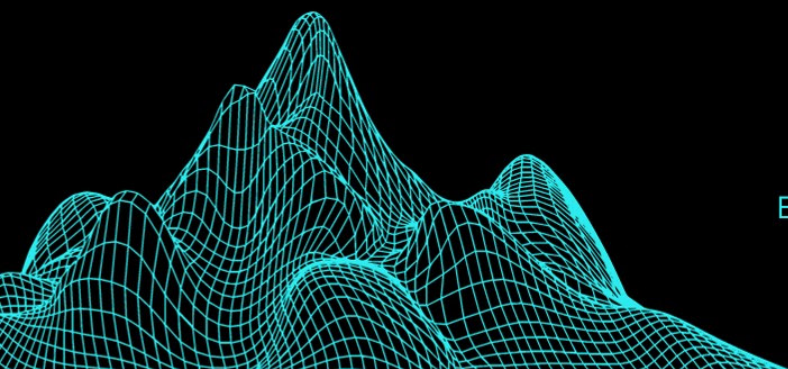


APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA

APPLICATION OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEMS IN INDUSTRY

Victor Afonso Pereira de Andrade¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O gerenciamento da manutenção é essencial para o sucesso de qualquer organização, pois pode prevenir perdas e danos em decorrência de quebra/parada de equipamentos e máquinas, paralização da produção e acidentes envolvendo pessoas ou riscos ambientais. O objetivo desse trabalho foi discutir os conceitos mais relevantes da gestão da manutenção que possibilitam o planejamento de programas de manutenção eficientes. Foi realizada uma revisão bibliográfica, abrangendo trabalhos publicados entre 2018 e 2023 nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Foram apresentados os tipos de gestão da manutenção industrial e suas aplicações, com ênfase na *Reliability Centered Maintenance*, *Failure Modes and Effects Analysis* e *Mode, Effects and Criticality Analysis*, dentre outras. Foram apresentados também os benefícios da implementação de programas de manutenção nas indústrias, destacando o processo de planejamento e implementação da gestão da manutenção. Conclui-se que um Sistema de Gestão da Manutenção bem elaborado, a partir de uma análise minuciosa dos ativos e suas respectivas necessidades de manutenção, ao ser implementado traz benefícios em diversos aspectos das plantas industriais, com destaque para as menores perdas decorrentes de falhas inesperadas da produção, maior segurança aos operadores e menores riscos ambientais.

Palavras-chave: Manutenção Industrial. Manutenção Preditiva. Gerenciamento da manutenção.

Abstract

Maintenance management is essential for the success of any organization, as it can prevent losses and damages as a result of equipment and machinery breakdown/shutdown, production stoppage and accidents involving people or environmental risks. The objective of this work was to discuss the most relevant concepts of maintenance management that allow the planning of efficient maintenance programs. A bibliographic review was carried out, covering works published between 2018 and 2023 in the Google Scholar and Scientific Electronic Library Online (SciELO) electronic databases. The types of industrial maintenance management and their applications were presented, with emphasis on Reliability Centered Maintenance, Failure Modes and Effects Analysis and Mode, Effects and Criticality Analysis, among others. The benefits of implementing maintenance programs in industries were also presented, highlighting the process of planning and implementing maintenance management. It is concluded that a well-designed Maintenance Management System, based on a thorough analysis of assets and their respective maintenance needs, when implemented, brings benefits in several aspects of industrial plants, with emphasis on lower losses resulting from unexpected failures of production, greater safety for operators and lower environmental risks.

Keywords: Industrial Maintenance. Predictive Maintenance. Maintenance management.



1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento da manutenção é essencial para o sucesso de qualquer organização, porque um programa de manutenção inadequadamente planejado pode ocasionar a paralisação de todo o processo de uma indústria se um equipamento essencial for danificado. Para as organizações que operam com vários equipamentos e máquinas, a gestão da manutenção é um processo importante a integrar, pois esta abordagem metodológica ajuda a manter os processos em condições confiáveis para atender aos seus objetivos, de seus clientes e do próprio mercado.

A falta de planejamento e de programação da manutenção torna mais provável que falhas aconteçam, sendo indispensável que o setor responsável por essas atividades esteja plenamente preparado para realizar as intervenções cogentes. Mas para isso, é necessário conhecer e respeitar os conceitos e os princípios basilares da gestão da manutenção, revelando a importância desse tema.

A manutenção deve atender às demandas da organização, mas também as exigências regulatórias devem ser levadas em consideração para o desenvolvimento das metas e requisitos. Por isso deve ser estabelecido um programa de manutenção para garantir que as atividades relativas sejam executadas de maneira segura, eficiente e economicamente viável.

Para atingir os objetivos da gestão da manutenção, todos os envolvidos devem conhecer os processos realizados pela indústria, assim como o funcionamento das máquinas e dos equipamentos envolvidos, de modo a planejar eficientemente as atividades de manutenção para o melhor momento e com a maior agilidade. Assim, revisar os conceitos e as sistemáticas de manutenção se torna vital para que o planejamento atenda todas as demandas de uma indústria, definindo assim a importância de realização dessa revisão de literatura.

Esta pesquisa pode contribuir como acervo de consulta para trabalhadores e gestores da área de manutenção, oferecendo suporte com informações que possam auxiliar no planejamento e na tomada de decisão quanto à gestão da manutenção em indústrias, assim como para acadêmicos, como material de referência e orientação para a elaboração de outros trabalhos sobre a temática.

A melhoria do desempenho e a redução do tempo de inatividade de equipamentos e instalações, além da extensão do ciclo de vida operacional dos ativos de uma indústria são atribuições da gestão da manutenção. Assim, questiona-se: quais os principais conceitos e sistemas de gestão da manutenção aplicados nas indústrias com vistas à melhoria de suas operações?

Diante dessa questão, foi definido como objetivo geral do trabalho discutir os conceitos mais relevantes da gestão da manutenção que possibilitam o planejamento de programas de manutenção eficientes. Como objetivos específicos, foram definidos: descrever os tipos de gestão da manutenção industrial e suas aplicações; e destacar os principais benefícios da implementação de programas de manutenção nas indústrias.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foi determinado o método de revisão de literatura, com pesquisa pautada em livros de referência, artigos e diversos materiais científicos referentes à temática e disponíveis nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*.

As buscas foram conduzidas nas citadas bases de dados entre março e abril de 2023 com a utilização dos termos, juntos ou separados: a) Manutenção; b) Gestão da manutenção; c) Manutenção Preditiva. Como critérios de inclusão aplicados à presente revisão de literatura, foram selecionadas as publicações produzidas em português, cujos conteúdos estavam integralmente disponibilizados de forma gratuita nas bases de dados citadas e que foram publicadas entre 2018 e 2023.

Como critérios de exclusão, foram dispensados os estudos cujos conteúdos não estavam disponíveis integralmente, as dissertações, as teses e os artigos cujas abordagens que não atendiam aos objetivos dessa pesquisa, além das publicações produzidas em outros idiomas e com data de publicação anterior à 2018.

2.2 Resultados e Discussão

A gestão da manutenção, na perspectiva de Teles (2019), é entendida como a sistematização de atividades que visam preservar ou restaurar o estado funcional e operacional considerado normal de um determinado equipamento/máquina, sistema ou instalação. Na prática, as atividades de manutenção incluem reparos planejados e de emergência, intervenções preditivas e preventivas, verificações, ajustes, inspeções, bem como as atividades de coleta e processamento de informações sobre o estado dos ativos físicos de uma indústria.

Independentemente das condições em que a manutenção é realizada, os objetivos são sempre os mesmos, nomeadamente: garantir o funcionamento fiável, seguro e eficiente das máquinas e do parque tecnológico, incluindo equipamentos, agregados, instalações, sistemas de controle, dispositivos de medição etc.

Na mesma direção, afirma Branco Filho (2020) que o gerenciamento de manutenção é um termo usado para descrever as atividades planejadas e implementadas para garantir que os ativos operem no estado requerido e que a manutenção seja realizada para obter melhorias contínuas em Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade de um ativo, de um processo e/ou de uma planta industrial.

Com o advento da fábrica enxuta e da produção flexível, foi necessário rever os conceitos incidentes de manutenção, o que influenciou completamente o aspecto organizacional desse processo ao visitar funções e responsabilidades, envolvendo diretamente os operadores de máquinas e outros profissionais de produção, definindo para estes papéis funcionais na manutenção, de modo que devem ser permanentemente proativos e não apenas reativos (ALMEIDA, 2018).

Esta visão mais moderna de gestão da manutenção proporcionou uma organização mais dinâmica e flexível, muitas vezes sendo uma função gerida de forma independente, com orçamento próprio, pois se tornou diretamente envolvida na redução dos custos fixos da estrutura, na distribuição de fundos destinados as peças sobresselentes, assim como na reestruturação e revisão de máquinas obsoletas, no monitoramento de suas atividades e

na mensuração dos desempenhos e dos resultados alcançados.

Para atingir esses desígnios, primeiramente foi necessário definir os diferentes tipos de atividades na área de manutenção. Diante das demandas do mercado globalizado, a gestão da manutenção adquiriu, com razão, o papel central de função corresponsável pelo bom funcionamento e desempenho da empresa para a qual é enquadrada com maior precisão dentro da atividade de produção (BRANCO FILHO, 2020).

A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 5462-1994: Confiabilidade e Manutenibilidade, define gerenciamento de manutenção como todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, as estratégias e as responsabilidades de manutenção, além de sua implementação por meios como planejamento, controle e melhoria das atividades de manutenção.

Os principais objetivos da gestão da manutenção se voltaram para maximizar a atividade das máquinas, equipamentos e instalações, minimizando o risco de avaria, assim como os custos de manutenção e reparação. Baseiam-se, portanto, em três princípios fundamentais: Confiabilidade; Manutenibilidade; e, Disponibilidade. Dessa forma, a gestão das intervenções de manutenção é uma das alavancas disponíveis para atingir estes objetivos (ALMEIDA, 2018).

Para mensurar os indicadores de manutenção, existem três termos muito importantes. O primeiro é o MTTF (*Mean Time to Failure*), que é o tempo médio até a falha, sendo a quantidade média de tempo que um equipamento ou sistema pode executar suas funções adequadamente sem interrupção. Quanto ao MTBF (*Mean Time Between Failures*), é o tempo médio entre falhas, mensura o tempo médio entre uma falha e sua subsequente. Já o MTTR (*Mean Time to Repair*) é o tempo médio de reparo, ou seja, o tempo médio necessário para reparar o sistema em caso de falha, portanto mede a Manutenibilidade. MTBF e MTTF são os dois termos usados para medir a Confiabilidade do equipamento (SANTOS, 2020).

O gerenciamento de manutenção pode ser feito em três níveis diferentes. O primeiro nível é responsável pela formulação da estratégia de manutenção para que seja consistente com as outras estratégias de negócios dentro da empresa. O segundo nível é relativo ao planejamento e ao cumprimento de um cronograma, a fim de garantir operações de manutenção eficientes. O terceiro nível está relacionado à execução e à coleta de dados das ações de manutenção (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

Durante o processo de manutenção são necessários diferentes tipos de recursos: organizacionais, materiais e documentação. O resultado do processo é medido em termos da condição técnica dos ativos e dos custos, regularidade e nível de risco relacionados. A fim de garantir o gerenciamento adequado, uma estratégia correspondente de manutenção deve ser desenvolvida, seguindo uma hierarquia, com diretrizes e requisitos sobre como deve ser executada.

Portanto, todas as atividades de manutenção devem ser cuidadosamente planejadas, tanto a curto quanto a longo prazo, bem como as ordens de serviço devem ser gerenciadas. A execução das tarefas deve ser planejada e implementada, enquanto os dados da execução devem ser registrados, gerando relatórios sobre as operações efetivadas, condição técnica, custos, regularidade e riscos, pois estas informações devem ser analisadas para verificar se é possível e necessário definir medidas de melhoria, a fim de aprimorar os processos de trabalho.

Costa Neto e Campos (2021) reforçam que em uma planta de processo típica, há uma grande quantidade de equipamentos, máquinas e processos a serem mantidos. Os

diferentes ativos têm necessidades distintas e a melhor solução é usar uma combinação de diversos tipos de manutenção. Uma vez que os equipamentos e os sistemas são classificados, o próximo passo é usar diferentes métodos para decidir que tipo de manutenção deve ser realizada.

A análise de manutenção pode incluir métodos, como: análise do modo de falha, efeitos e criticidade, do Inglês *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA); Manutenção Centrada em Confiabilidade, do inglês *Reliability Centered Maintenance* (RCM); e Inspeção Baseada em Risco, ou *Risk Based Inspection* (RBI), dentre muitos outros.

O FMECA é uma abordagem sistemática para identificar problemas potenciais nos processos de *design* e fabricação de produtos e serviços. É aplicável em uma variedade de funções da empresa, como: projeto, fabricação, controle de qualidade, testes, Confiabilidade, manutenção, compras, aquisições, vendas, *marketing* e atendimento ao cliente. Idealmente, começa no estágio conceitual do projeto e continua ao longo do ciclo de vida do produto ou serviço (PEREIRA, 2020).

A maioria das operações de fabricação enfrenta restrições de tempo, orçamento e experiência. O FMECA é um sistema de prioridade de trabalho estruturado que ajuda as equipes a fazer o melhor uso dos recursos de manutenção, permitindo a tomada de decisões inteligentes sobre onde implantar os recursos.

Nesse sentido, complementa Melo (2019) que, se implementado corretamente, o FMECA pode identificar os modos de falha mais críticos para uma instalação. Uma vez que isso esteja estabelecido, uma empresa pode se concentrar nos ativos e nos componentes que precisam ser tratados com mais urgência. Os benefícios gerais do FMEA incluem planejamento proativo, redução de custos, capacidade de identificar necessidades de mudanças, maior rendimento e redução de desperdício, uma vez que proporciona foco nas atividades com valor agregado.

Quanto à RCM, é uma técnica voltada para o desenvolvimento de um plano de manutenção em uma planta industrial. É uma técnica baseada na análise das funções do sistema, consequências e modos de falha de conjuntos ou componentes funcionais. Esse método envolve encontrar a técnica de manutenção mais econômica, limitando o risco de falha em um contexto ideal para o operador (VIANA, 2022).

Mas uma grande indústria, ou mesmo uma máquina/equipamento, pode ter centenas ou milhares de subsistemas que podem apresentar erros. Então, analisar cada um destes individualmente significaria um grande investimento de recursos econômicos e também temporais, já que demanda coletar dados por meses e até anos, dependendo da complexidade do sistema. Portanto, deve-se avaliar quais são os componentes ou equipamentos críticos para aplicação da RCM e empregar outros métodos de manutenção no restante dos equipamentos ou componentes (ALMEIDA, 2018).

Verifica-se então que a RCM é um processo que consome tempo e recursos e, portanto, tem que ser realizada uma seleção de sistemas/equipamentos a serem submetidos à análise de RCM, por meio de um processo de triagem, se concentrando na identificação de componentes críticos para a segurança e importantes para garantia da Disponibilidade, Confiabilidade e redução dos custos de manutenção.

Para Malta (2019), com base na análise de criticidade no processo de trabalho de engenharia, os componentes críticos podem ser identificados. Equipamentos com alta criticidade deve ser priorizados, mas a alta complexidade técnica e/ou os altos custos de manutenção também são importantes critérios de seleção. A análise de RCM é tipicamente realizada em novos equipamentos complexos, visto que os equipamentos existentes ge-



almente já passaram pela triagem e comumente não são sujeitos à uma nova análise.

Sanitá e Campos (2020) destacam que os principais elementos de uma análise de RCM são a FMECA e uma lógica de decisão. O motivo para realizar essas atividades é identificar as possíveis falhas e como podem afetar o sistema, a fim de estabelecer ações de manutenção eficazes visando prevenir ou controlar esses eventos. Os dois sistemas podem ser consolidados em um Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

A associação da RCM com a FMECA é uma estratégia muito eficiente para identificar qual tipo de manutenção é mais adequada para cada componente. Contudo, a RCM é normalmente usada em nível de componente e não seria eficiente em um nível de instalação com vários componentes. Dependendo do tipo instalação e dos processos industriais envolvidos, o número de componentes é tão alto que a realização de uma análise RCM não seria eficiente para todos os equipamentos. O processo seria muito complexo, assim como consumia muito tempo e investimento de recursos elevados.

A RBI, conforme Santos (2019), é um método para planejar inspeções com base em quantificações de risco dos sistemas. É uma abordagem destinada à classificar os equipamentos de acordo com sua criticidade, a fim de otimizar o controle da instalação industrial garantindo sua segurança.

Visa, em particular, considerar a probabilidade de ocorrência de um acidente e sua gravidade potencial como dados de entrada para priorizar os controles a serem executados, bem como sua frequência. Essa abordagem concentra os esforços de inspeção no equipamento com os maiores riscos, reduzindo custos e melhorando a segurança.

No entanto, Figueiredo (2019), enfatiza que os métodos tradicionais de inspeção são periódicos, enquanto as inspeções RBI consideram o risco como um produto das consequências e da probabilidade de um incidente. Isso garante que os objetos de alto risco sejam priorizados e os objetos de baixo risco exijam menos atenção. A implementação bem-sucedida de RBI reduz os custos de manutenção e melhora a disponibilidade do processo.

Verifica-se, dessa forma, que um dos objetivos dos diversos tipos de manutenção preventiva é claramente reduzir os custos de manutenção, restringindo operações corretivas dispendiosas ou até mesmo amortizando a carga de trabalho, o consumo excessivo de insumos (eletricidade, combustível, peças sobressalentes) e, por conseguinte, favorece uma gestão mais adequada das unidades operacionais.

Reis (2018) afirma que, ao contrário da manutenção corretiva, a manutenção preventiva é aplicada a todos os sistemas e máquinas que exigem alta Disponibilidade, uma vez que sua operação e uso são insubstituíveis no processo de produção. Portanto, é mais econômico dedicar tempo, recursos e peças sobressalentes para substituir peças que ainda não estão completamente gastas, do que aguardar por condições de falha que possam causar danos ou perdas na produção, ocasionando custos além daqueles inerentes propriamente à manutenção das máquinas e equipamentos.

A estratégia, portanto, define as diretrizes organizacionais de manutenção. O serviço pode ser composto de várias seções, cada uma das quais executa sua tarefa de acordo com o objetivo comum, de uma maneira mais ou menos integrada com as outras seções, dependendo do organograma da empresa (PIERITZ NETTO, 2018).

A política de manutenção preventiva tem o objetivo de realizar uma intervenção de revisão, substituição ou reparo, antes que a falha ocorra no componente. O fato de determinar a priori quando a falha deve ocorrer e, portanto, intervir antecipadamente, introduz um elemento de complexidade que só pode ser determinado depois de ter acumulado um histórico sobre os elementos que compõem o sistema, sendo precisamente por essa

razão que a possibilidade de avaliar a realização de intervenções preventivas somente se faz plausível após alguns anos de operação do próprio sistema.

Este tipo de política tem algumas desvantagens peculiares: a vida útil do componente não é totalmente explorada, pois ainda pode ser mantido em utilização, contudo deve ser substituído antes que chegue ao nível de falha, com conseqüente aumento de custos. Nesse caso, a intervenção preventiva é executada quando o valor limite, determinado pelos parâmetros físicos, for atingido ou excedido, além do qual a falha provavelmente ocorre; portanto, o componente é substituído ainda em estado de bom funcionamento.

Contudo, com essa estratégia a falha nem sempre é evitada, precisamente porque a substituição é planejada considerando somente os dados estatísticos. Além disso, nem sempre é possível quantificar economicamente a vida útil presumida de um componente considerando a vida média de uma amostra de componentes similares.

Soares (2019) ressalta que outro benefício da manutenção preditiva **é** a capacidade de gerar um banco de dados histórico de desempenho e comportamento da máquina, o qual pode ser usado para aumentar o grau de precisão de previsões futuras e também fornece uma fonte valiosa de dados para o fabricante melhorar seus produtos. Assim, a manutenção preditiva melhora a Disponibilidade, Confiabilidade e segurança da máquina.

Ao reduzir o número de intervenções de manutenção e otimizar o seu fluxo, os reparos podem ser geridos de forma mais eficiente, resultando em uma redução significativa do número de intervenções, o que se traduz diretamente na diminuição das margens de custo da produção. Por outro lado, quando a manutenção é programada, o tempo de reparo é reduzido porque há menos peças para substituir. Além disso, falhas críticas ocorrem com menos frequência e os operadores podem concentrar recursos de forma eficiente nas máquinas mais críticas.

Mas para Pieritz Netto (2018), a principal desvantagem dessa política de manutenção é a quantidade considerável de dados necessários para fazer uma estimativa confiável da vida residual do componente; de fato, um monitoramento contínuo das variáveis medidas e um excelente conhecimento dos mecanismos de falha do próprio componente são necessários.

Entende-se que esta é uma das razões pelas quais a previsão é aplicada a um número reduzido de componentes e em ambientes particulares de interesse (planta industrial nuclear, indústria aeroespacial). Das três políticas preventivas, no setor industrial, manutenção preventiva baseada em condição é a mais estabelecida, mas não há nenhuma solução que atenda simultaneamente e de forma eficaz as demandas de todos os tipos de indústrias ou que seja igualmente eficiente em plantas produtivas distintas, uma vez que a particularidade de cada uma deve ser considerada para a definição de um sistema de manutenção adequado.

Deve-se atentar ainda que até mesmo a escolha de uma indústria em aplicar mais manutenção do tipo preventiva ou do corretiva está ligada às considerações econômicas, ao comportamento do sistema produtivo e seus componentes no momento da falha, assim como à demanda por intervenções de manutenção (PEREIRA, 2020).

Soares (2019) realizou um estudo sobre os benefícios de implantação do Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma indústria de carcinicultura (cultivo de camarão). Verificou que a partir da implantação do PCM a empresa estudada pôde evidenciar o quanto o sistema de manutenção era deficitário e necessitava de melhorias estruturais e administrativas, destacando-se o acompanhamento da performance do setor através de indicadores confiáveis e da percepção diária de redução de ações corretivas.

Enfatizou ainda que com o PCM foi possível realizar um gerenciamento pautado na



padronização de atividades, estruturação, identificação e rastreamento dos ativos, gerenciamento de rotina, planejamento anual da gestão da manutenção, sendo ainda definidos os indicadores para acompanhar e mensurar os resultados das atividades de manutenção.

Deve-se destacar que na perspectiva da Indústria 4.0, o uso de soluções de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para manter e controlar o sistema produtivo é um fator chave na condução dos processos industriais. Lima e Silva (2019) referem que na Indústria 4.0, em que os controles de todos os processos são pautados em TICs, a manutenção também tem que evoluir e usar toda a tecnologia disponível para melhorar suas funções, planejamento e implementação.

Hermosilla *et al.* (2018) afirmam em seu estudo sobre manutenção preventiva e gestão dos recursos de transformação realizado com equipamentos de uma empresa agrícola, que a adoção de um sistema de manutenção preventiva permitiu programar a produção de forma mais eficiente e otimizada, planejar as paradas das máquinas em horários convenientes para a produção, planejando o tempo de entrega de todas as peças de reposição e pessoal necessário. Todos os processos podem ser acompanhados, avaliados e documentados em tempo real e de forma automatizada, através do uso das TICs associadas à um planejamento de manutenção cuidadoso e otimizado.

O estudo de Dockhorn (2019) sobre o papel da Manutenção 4.0 no contexto de uma grande universidade brasileira enfatiza a importância dos indicadores de manutenção. Afirma que a Confiabilidade, a Disponibilidade, a Manutenibilidade e a vida útil são estimativas de tempo amplamente utilizadas. Assim, o uso de TICs e sistemas de gestão da manutenção com base nessas ferramentas trouxeram benefícios após sua implantação, especialmente quanto a previsão do tempo que os ativos podem continuar funcionando adequadamente antes da falha e o tempo que um equipamento pode permanecer em pleno funcionamento, antes de chegar ao fim de sua vida útil e precisar ser substituído.

Diante da evolução da indústria, da automação aplicada à manutenção industrial e do desenvolvimento de novas propostas de planejamento e intervenção da manutenção, a pesquisa de campo de Viana e Moura (2021) aplicou questionários com 206 profissionais da área de manutenção atuantes em diferentes regiões do país sobre as ferramentas de controle industrial na perspectiva dos sistemas de gerenciamento na manutenção, obtendo como resultado que as TICs, como sistemas de informação, *softwares* de simulação e planejamento, permitem aos técnicos e engenheiros: controlar o desempenho de máquinas e equipamentos em tempo real; gerenciar o ciclo produtivo melhorando a taxa de produção e reduzindo o tempo de inatividade, além de planejar e organizar intervenções para otimizar a Disponibilidade e a Confiabilidade da planta.

No mesmo sentido, a pesquisa de Brandini e Silva (2022) destacou os Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção (CMMS). Os pesquisadores definem que os CMMS são soluções de *softwares* que centralizam as informações, facilitam processos e automatizam determinadas tarefas para melhorar a eficiência da manutenção.

Os *softwares* CMMS otimizam o uso, a Disponibilidade e a vida útil de equipamentos, máquinas, frotas, infraestrutura, instalações ou operações, ajudando a planejar, programar e relatar o trabalho realizado. Assim, permitem que os gerentes criem previsões e relatem os resultados de atividades, conformidade, auditorias ou outros indicadores-chave de desempenho de manutenção.

Diante dos resultados das citadas pesquisas entende-se que um sistema de manutenção baseado em CMMS tem muitas vantagens em termos de eficiência e ciclo de vida dos ativos, otimizando as funções da manutenção. No geral, permite que as equipes alinhem suas práticas e atividades de manutenção com outros serviços e objetivos da empresa, ao

mesmo tempo em que admite que os dados sejam compartilhados entre os departamentos, de modo que o trabalho de todos se torna mais eficiente.

Embora essa tecnologia ainda não possa substituir totalmente profissionais bem capacitados nos processos de planejamento e sistematização da manutenção industrial, pode otimizar as práticas vigentes e melhorar a eficiência da execução do trabalho, permitindo que os usuários personalizem as funcionalidades de acordo com suas necessidades. Isso se traduz na forma de melhorias das questões de segurança, saúde e meio ambiente, pois quando os ativos são mantidos adequadamente e em tempo hábil, **é** menos provável que sofram uma falha que ponha em risco os trabalhadores.

3. CONCLUSÃO

Na indústria contemporânea, o investimento em manutenção tem crescido, assim, os profissionais envolvidos diretamente com essa atividade devem buscar desenvolver a gestão da manutenção com foco na quantidade (redução: de custos, do tempo de parada, de quebra de equipamentos e máquinas, de acidentes) e qualidade (aumento da: confiabilidade, disponibilidade, eficiência), o que aumenta a demanda por pessoal de manutenção com um alto nível de conhecimento técnico e preparação sólida para uso das tecnologias emergentes.

A competição empresarial exige cuidados em todos os aspectos que infligem custos à empresa e, dada a importância do volume de investimento necessário para manter as condições operacionais aceitáveis de equipamentos e instalações, é imperativo que a função manutenção tenha bom desempenho, acompanhando o desenvolvimento tecnológico e de conhecimento exigidos pela Indústria 4.0.

Conclui-se então que um sistema de gestão da manutenção bem elaborado, a partir de uma análise minuciosa dos ativos, incluído máquinas, equipamentos e instalações, assim como de suas necessidades de manutenção, ao ser implementado traz benefícios em diversos aspectos para as plantas industriais, com destaque para as menores perdas decorrentes de falhas inesperadas da produção, maior segurança aos operadores e menores riscos ambientais.

Quanto à sugestão de trabalhos futuros, indica-se que sejam realizadas pesquisas sobre as novas tecnologias que vêm sendo aplicadas à manutenção industrial preditiva, incluindo técnicas e instrumentação, assim como sistemas automatizados de monitoramento *online* dos ativos, inerentes à 4ª Revolução Industrial, que está inteiramente conexas à digitalização dos processos industriais.

Referências

- ALMEIDA, P. S. **Gestão da manutenção aplicado** às áreas **industrial, predial e elétrica**. São Paulo: Érica, 2018.
- BRANCO FILHO, G. **Custos em Manutenção**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2020.
- BRANCO FILHO, G. **Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2020.
- BRANDINI, A. D.; SILVA, G. J. Automação aplicada a manutenção industrial. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 1020–1029, 2022.
- COSTA NETO, L. G.; CAMPOS, F. C. O Novo Enfoque da Manutenção Preventiva das Máquinas e Equipamentos dos Processos Industriais. *In: XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais...* Foz do Iguaçu/Paraná, 2021.



DOCKHORN, F. S. M. **Manutenção 4.0 no contexto da Universidade de Brasília – UnB**. 2019. 131f. Dissertação (Mestrado – Engenharia de Sistemas Mecatrônicos). Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia. Brasília, 2019.

FIGUEIREDO, D. L. Gestão da Manutenção: Metodologias e Ferramentas para análises de Falhas. *In: IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO), Anais...*, Ponta Grossa, 2019.

GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de Manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

HERMOSILLA, J. L. G.; POLI, D. B.; MACHADO, R. E.; VALENTE, C. M. O. A manutenção preventiva e a gestão dos recursos de transformação: um estudo de caso com equipamentos de uma empresa agrícola. *In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO), Anais...*, Ponta Grossa, 2018.

LIMA, E. V.; SILVA, D. dos S. O planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0. *In: IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO), Anais...* Ponta Grossa, 2019.

MALTA, J. A importância dos indicadores de manutenção na indústria. **Revista Multices**, n. 7, v. 01, 2019.

MELO, J. A Importância dos indicadores de Manutenção na Indústria. **Revista Multices**, [S.l.], n.01, 2019.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção** - Teoria e Prática. 2 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2020.

PIERITZ NETTO, A. **Manutenção industrial**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

REIS, Y. Criação de um roteiro para implementação de manutenção preventiva aos moldes do TPM. *In: XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Anais...*, Maceió, 2018. A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil. Maceió: ENEGEP, 2018.

SANITÁ, W. M.; CAMPOS, R. R. de. PCM: planejamento e controle de manutenção. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 673–685, 2020.

SANTOS, J. da C. **SGMANUT**: implementando soluções para a gestão da manutenção industrial. 2020. 124 f. Relatório técnico (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Salvador, 2020.

SANTOS, M. C. dos. **Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva e preditiva para a melhoria da confiabilidade de um processo industrial automatizado**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos). Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SOARES, A. M. **Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados**: implantação de uma indústria de carcinicultura. 2019. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

TELES, J. **Planejamento e controle de manutenção descomplicado**: Uma metodologia passo a passo para implantação do PCM. 1. ed. Brasília-DF: Engeteles, 2019.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. 2ª ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 2022.

VIANA, H. R. G.; MOURA, I. R. Sistemas de Gerenciamento na Manutenção: um Estudo sobre as Ferramentas de Controle Industrial. *In: XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais...* Foz do Iguaçu/Paraná, 2021.

18

MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA *INTERNAL COMBUSTION ENGINES*

Thalis Vinicius Sousa Dourado¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Os motores de combustão interna são as máquinas cujo principal objetivo é converter energia térmica em energia mecânica que pode ser reciclada. Todo o calor produzido pode ser obtido de várias formas, incluindo combustão, energia elétrica e até energia atômica. A maioria das aplicações de calor vem da combustão, que converte toda a energia química em trabalho mecânico. O objetivo geral buscou compreender os aspectos históricos do desenvolvimento dos motores de combustão e sua utilização como fonte de locomoção para veículos ao longo dos últimos anos. Já a elaboração do trabalho foi utilizada a metodologia da revisão de literaturas de caráter qualitativo e descritivo com pesquisas, levantamentos bibliográficos em livros, sites escritos por autores renomados nos últimos anos e análises críticas do conteúdo acadêmico e científico publicado. Por fim, conclui-se que o motor de combustão interna produz movimento pela liberação de energia, que faz parte do processo de queima de combustível, sendo este capaz de transformar de forma direta a energia térmica em energia mecânica. Por fim, conclui-se que o motor de combustão interna produz movimento pela liberação de energia, que faz parte do processo de queima de combustível, sendo este capaz de transformar de forma direta a energia térmica em energia mecânica.

Palavra-chave: Motor. Combustão. Motor de Combustão de Interna. Tipos de Motores; Eficiência.

Abstract

Internal combustion engines are machines whose main objective is to convert thermal energy into mechanical energy that can be recycled. All the heat produced can be obtained in several ways, including combustion, electrical energy and even atomic energy. Most heat applications come from combustion, which converts all chemical energy into mechanical work. The general objective sought to understand the historical aspects of the development of combustion engines and their use as a source of locomotion for vehicles over recent years. In preparing the work, the methodology of qualitative and descriptive literature review was used with research, bibliographical surveys in books, websites written by renowned authors in recent years and critical analyzes of published academic and scientific content. Finally, it is concluded that the internal combustion engine produces movement by releasing energy, which is part of the fuel burning process, which is capable of directly transforming thermal energy into mechanical energy. Finally, it is concluded that the internal combustion engine produces movement by releasing energy, which is part of the fuel burning process, which is capable of directly transforming thermal energy into mechanical energy.

Keywords: Motor. Combustion. Internal Combustion Engine. Types of Engines; Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos estão cada vez mais paralelos e caminham em conjunto com o desenvolvimento sustentável. Nos últimos anos o mundo passou a compreender melhor sobre a emissão de gases na atmosfera e as propostas de energias renováveis que fossem mais acessíveis, impulsionando assim a produção de veículos elétricos, para diminuir a emissão de gases poluentes.

Todos esses fatores têm relação à utilização de motores a combustão interna, por se tratar de um método de conversão energia mecânica, onde se busca melhorar o desenvolvimento da combustão interna, reduzindo assim a emissão de gases poluentes. No decorrer deste estudo foi possível compreender que os motores de combustão interna são máquinas térmicas que transformam a energia proveniente de uma reação química em energia mecânica.

Nesse contexto a presente pesquisa buscou estudar os motores de combustão interna, onde todo esse processo ocorre através dos ciclos termodinâmicos que envolvem a compreensão e a expansão de gases gerando inúmeras mudanças climáticas. Os motores de combustão internos são considerados como todos os que utilizam gases originários do processo de combustão de modo que este possa realizar trabalhos nos sistemas através da queima, exaustão e expansão.

O motor de combustão interna é compreendido como uma máquina que possui capacidade de converter a energia térmica de origem de uma reação química em uma energia mecânica. É através desse processo de conversão que ocorre os ciclos de expansão e compressão do combustível dentro da câmara de combustão e assim colocá-la em cada cilindro. Ressalta-se que a conversão do movimento retilíneo alternado do pistão em movimento deve ser rotativa. Dessa forma busca-se encontrar uma significativa melhora nos motores de combustão interna, buscando assim reduzir a emissão de poluentes e sistemas que controlem os efeitos nocivos mais eficazes. Nesse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Qual a importância da utilização dos motores de combustão interna como fonte de locomoção para veículos?

O objetivo geral buscou compreender os aspectos históricos do desenvolvimento dos motores de combustão e sua utilização como fonte de locomoção para veículos ao longo dos últimos anos. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar os aspectos históricos do motor, abordar a classificação dos motores de combustão interna e estudar as emissões dos motores de combustão interna.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Motor, Combustão, Motor de Combustão de Interna, Tipos de Motores e Eficiência.

2. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Criar, imaginar, buscar materiais, montar, utilizar, recuperar e inventar há anos são tarefas inerentes do ser humano. Esse trajeto não ocorre necessariamente nessa ordem apresentada, porém desde os primórdios do homem que este vem utilizando produtos manufaturados para perpetuar sua existência. Com o passar dos anos a capacidade de



criar métodos produtivos, com resultados positivos melhorou de forma significativa.

Os motores são denominados como máquinas que tem como finalidade a conversão da energia elétrica, química, elétrica e outras em energia mecânica. Todos os motores de combustão necessitam realizar inicialmente uma transformação de energia química do combustível em energia térmica, para que assim transforme em energia mecânica. É necessário ressaltar que os motores de combustão possuem uma câmara de ar-combustível (VITTO, 2020).

Os primeiros motores de combustão externa surgiram por volta do século XVII, nesse período o combustível utilizado era lenha, período em que a abundância e o custo baixo. Esses motores eram movidos a vapor e geralmente eram utilizados em máquinas estacionárias. No século XIX apareceram os primeiros motores de combustão interna, esses por sua vez utilizavam o combustível queimado dentro do próprio motor e seu aparecimento provocou um acelerado desenvolvimento mecânico (BATISTA, 2016).

O autor Batista (2016) resalta que esses motores levaram vantagens sobre as máquinas a vapor, por conta da versatilidade, eficiência e por conta do peso por cavalo a vapor ser inicialmente mais rápido. Outro benefício citado é o fato desses motores se adaptarem aos mais variados tipos de máquinas, o que na época era considerado inovador.

O primeiro motor de combustão interna a ser construído foi pelo mecânico de origem alemã Jran Joseph Étienne Lenoir, no ano de 1860. Esse motor tinha potência de 1cv e trabalhava com gás de iluminação. No ano seguinte em 1861 Nikolaus August Otto e Eugen Langen usaram os métodos aplicados de Lenoir sobre a máquina para construir um motor que comprimia a mistura de ar e gás de iluminação, fazendo a ignição feita por centelhas elétricas (OLIVEIRA, 2016).

Em 1863 o engenheiro alemão Rodolf Diesel descreveu um novo modelo de motor no qual a ignição das misturas de ar mais combustível era feita através da compressão. Esse tipo de motor que Diesel criou, foi denominado como “motor térmico racional”, acabando sendo conhecido como motor Diesel. Todos os motores modernos existentes são derivados das construções de Otto e Diesel, suas características são basicamente as mesmas (BRUNETTI, 2012).

Os motores de ciclo do Otto utilizam o combustível de baixa volatilidade, como a gasolina e o álcool, que servem para o processo de ignição e necessitam de várias centelhas para assim produzirem um sistema elétrico. Já os motores que fazem parte do ciclo de Diesel utilizam o óleo diesel como combustível, onde toda a inflamação do combustível injetado sob pressão na câmara de combustão de ar, busca a elevação da temperatura (NABBOUT, 2017).

Segundo Brunetti (2018) a definição de motores também é designada como qualquer máquina que possa converter qualquer forma de energia em trabalho mecânico. O motor de combustão pode transformar energia térmica em um trabalho mecânico, ou seja, transformar de forma calorífica em energia mecânica. Os motores de combustão interna são as máquinas que tem como principal objetivo transformar a energia térmica em energia mecânica que são reutilizáveis.

Nesse contexto é possível compreender que todo o calor obtido ocorre de diversas formas, através da combustão, da energia elétrica ou até mesmo da energia atômica. A maior parte das aplicabilidades o calor é proveniente da queima de combustível, que transforma toda a energia química em trabalho mecânico (PASSOS, 2017).

Essa sequência de processos é realizada através das misturas do ar e do combustível, onde assim se gera o trabalho. Toda essa mistura é denominada como fluido ativo (FA),

que está presente em todos os motores de combustão interna, tem influência direta com o processo de combustão (BATISTA, 2016).

2.1 Classificação Dos Motores De Combustão Interna

Vitto (2020) cita em sua obra que a projeção de um motor é feita para converter uma forma de energia em energia mecânica. Dessa forma pode ser classificado levando em consideração dois critérios são eles: a forma como ele aceita a energia para criar seu movimento ou pelo modo que irá produzir seu movimento. Diante desse contexto todos os motores possuem um eixo em offset rotativo e através dos seus dispositivos mecânicos conseguem acionar sua engrenagem. Há exceções como, por exemplo, os motores lineares e os de foguete (VITTO, 2020).

Para a mecânica térmica, o motor térmico é visto como um dispositivo físico ou teórico que possui capacidade de trocar seu calor e trabalhar com o ambiente, ou em outros sistemas físicos. Dessa forma todas as máquinas térmicas são tipicamente cíclicas, ou seja, são descritas pelo uso do ciclo termodinâmico. Geralmente o a máquina termina é elaborada através do ciclo termodinâmico, tendo em alguns casos nomes de motores como o motor diesel, motor turbina ou até mesmo motor Otto (TURNS, 2013).

O motor de combustão interna é classificado como o motor em que a combustão dos combustíveis fósseis ocorre como um oxidante dentro de uma câmara de combustão. Nesse processo os gases de alta temperatura e alta pressão são responsáveis por produzir a combustão, aplicando-a com força diretamente nos componentes do motor, utilizando pistões e as lâminas, para gerarem o trabalho mecânico (SOUZA, 2014).

O motor de combustão externa é considerado como o tipo de motor que utiliza o combustível para aquecer os fluidos no trabalho, isso ocorre através da conversão de energia térmica em trabalho mecânico. O motor a vapor é considerado alternativo nesse contexto, isso porque a turbina a vapor pertence a essa mesma categoria. A combustão externa de um motor térmico onde o fluido de trabalho interno é aquecido através da combustão a partir de uma fonte externa, onde atrás da parede do motor permuta o calor (BRUNETTI, 2012).

Para Simêncio (2019) há também o motor de combustão que buscam a respiração ar, onde a combustão que usam o oxigênio de ar atmosférico para queimar o combustível, ao invés de transportar em um oxidante. De forma teórica isso ocorre por conta de um impulso específico. Todo o fluido contínuo do ar, ocorre através do motor de respiração do ar, onde esse ar é comprimido e misturado com combustível, que quando inflamado e expelido pode vir a virar um gás de escape.

O autor Sanches (2017) cita que os motores térmicos não combustíveis são os motores que convertem o calor de processos não combustíveis em trabalho mecânico, como é o caso das usinas nucleares que usam o calor da reação nuclear para produzirem um vapor acima e acionar outro vapor, uma turbina de gás dentro de um motor de um foguete pode impulsionar o processo de decomposição do peróxido de hidrogênio. Ressalta-se que há diferentes fontes de energia, e que o motor muitas vezes pode ser concebido como um motor de combustão externa ou interna.

O motor elétrico é considerado como uma máquina elétrica rotativa que pode transformar a energia elétrica de entrada, aplicando-a aos terminais que devem ser alimentados por energia mecânica direto na produção que é mostrada pelo eixo do motor. Esse tipo de maquinário movido pela eletricidade se baseia de forma semelhante ao que acon-

tece dentro de um gerador elétrico, onde as forças eletromagnéticas buscam interação em um sistema atua e um campo magnético (PASSOS, 2017).

Os motores hidráulicos são aqueles que derivam sua energia através do fluido pressurizado, é um tipo de motor que pode ser usado para movimentar as cargas pesadas produzindo assim algum tipo de movimento. Todos os projetos de motores hidráulicos possuem semelhanças em com as bombas hidráulicas (TURNS, 2013). Ressalta-se ainda que existem algumas diferenças estruturais que podem ser associadas através do maquinário hidráulico que geralmente opera no moto hidráulico, com o fluido trabalhando e fornecendo uma entrada através da pressão que elimina o eixo de saída quando é tocado.

2.2 Emissões dos Motores de Combustão Interna

As mudanças do clima no mundo têm se tornado um dos principais problemas ambientais e tem como principal consequência uma série de catástrofes. Esses problemas têm ligação com o efeito estufa, que por sua vez tem relação com o aumento de concentração de gases na atmosfera terrestre. Esses gases ocasionam a entrada da luz solar, porém impedem que parte do calor em que essa luz é transformada volte para o espaço (BATISTA, 2016).

Todo esse processo de aprisionamento do calor é considerado análogo em relação ao que ocorre no efeito como uma estufa, logo esse fenômeno e as fases que fazem parte de sua propriedade fazem o aprisionamento parcial do calor de gases do efeito estufa. Ressalta-se que a intensificação desse efeito é caracterizada como um problema, onde a queima de combustíveis fósseis utilizados na geração de energia, na indústria e no transporte contribuem para a geração desses gases (BRUNETTI, 2018).

Nesse contexto uma das maiores fontes de poluição urbana do ar pode ser de origem MCI ciclo Otto e ciclo Diesel. A reação da combustão de forma completa do combustível é o resultado da combustão do gás carbônico (CO_2), a água (H_2O) que geralmente ocorre em estado vapor e do nitrogênio N_2 . Toda essa reação é considerada um risco para o meio ambiente, isso porque o CO_2 ocasiona o efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global aumenta. Essas reações ocorrem nos motores reais, onde outros gases são formados como, por exemplo, o monóxido de carbono (CO), oxigênio (O_2), Hidrocarbonetos (HC) e outros (PASSOS, 2017).

Segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) várias recomendações e normas de proteção ambiental já foram estabelecidas para minimizar os impactos que esses geram ao meio ambiente. A EPA é um dos órgãos responsáveis por definir critérios sobre a poluição do ar, que é ligada diretamente aos óxidos nitrogênio, dióxido de enxofre, ozônio e materiais particulados (NABBOUT, 2017).

O ozônio (O_3) ocasiona uma reação química entre os óxidos de nitrogênio (NOx) e seus compostos orgânicos voláteis (COV) quando estão na presença da luz solar. Porém o ozônio possui efeitos positivos nas camadas mais altas da atmosfera, cerca de 34 a 56 mil quilômetros de distância da terra atuando como uma espécie de filtro solar para a radiação mandada pelo sol. Já nas camadas mais baixas da atmosfera terrestre o ozônio é prejudicial. A inalação do ozônio pode ocasionar uma série de danos à saúde humana, em casos pode ocasionar bronquite e até mesmo enfisema pulmonar. É necessário que os níveis de ozônio e contribuem para a redução das funções pulmonares (SANCHES, 2017).

Para Souza (2014) a emissão veicular é apontada como uma das principais das principais fontes de geração de compostos orgânicos voláteis e emissões que podem ocasionar

o escapamento da evaporação dos combustíveis. Já os mecanismos que contribuem para a emissão de poluentes dos motores internam são caracterizados pelo CO, HC e NOx em MCI.

Com o passar dos anos várias pesquisas contribuíram para a identificação de mecanismos para o controle e o gerenciamento da emissão de gases de MCI, buscando o tratamento ainda no escapamento dos gases para atmosfera. Por conta disso, foi possível compreender que os níveis de emissões veiculares podem ser controlados e regulados, adotando assim controle máximo sobre a emissão dos gases e diminuindo a poluição ambiental. Logo diversos países começaram adotar tecnologias para limitar a emissão de gases poluentes (SIMÊNCIO, 2019).

Um das primeiras tecnologias implantadas no projeto de motor de combustão interna para reduzir as fases foram a inserção da válvula de ventilação, onde essa permitiu que alguns gases que ficam dentro do motor seriam expulsos no meio ambiente os chamados *blowby* e os demais fases seriam injetados novamente no motor e não seriam lançados diretamente na atmosfera. O primeiro experimento para controlar a emissão de gases de exaustão ocorreu na Califórnia no ano de 1964, nos anos seguintes diversos métodos foram sendo implantados pelo mundo (DUARTE, 2014).

No Brasil o órgão responsável por estabelecer regras e limites de emissão de gases veiculares ilegais é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). As primeiras resoluções estabelecidas no país ocorreram por volta de 1986, anos depois foi criado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) que se referia a veículos leves e pesados e os Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Similares (PROMOT) que servia para motocicletas, veículos simples e buscava estabelecer limites máximos da emissão de gases poluentes (PASTORELLI, 2015).

O limite de emissão de gases com o passar dos anos acabou sofrendo uma diminuição por conta dos fabricantes de veículos, combustíveis e fornecedores que buscavam a diminuição de leis e regras para se inserirem no mercado. Assim como nos países europeus as legislações referentes a emissão de gases poluentes contribuíram de forma significativa para emissão desses gases. Mas é necessário observar que a frota mundial de veículos aumentou nas últimas duas décadas, fazendo com que haja a necessidade de discutir sobre a poluição ambiental e o desenvolvimento sustentável (SANCHES, 2017).

De acordo com Duarte (2014) nos últimos anos algumas tecnologias se tornaram indispensáveis para minimizar os níveis de emissão, como é o caso dos sistemas conversor catalítico ou catalisadores oxidantes para HC e CO, que buscam reduzir o NOx e catalisadores de três vias para os três gases. Os relatórios térmicos também foram sendo utilizados, assim como filtros para materiais particulados.

Esses catalisadores geralmente possuem três vias e consistem em um substrato cerâmico com o revestimento ativo que é incorporado nos metais presentes, como é o caso do Ródio (Rd), da Platina (Pt) e do Paládio (Pd). No caso desses metais nobres a energia intrínseca geralmente está presente nos catalisadores automotivos. Toda a eficiência da conversão do catalisador contribui para a diminuição de emissão de gases poluentes (VITTO, 2020).

Algumas legislações vigentes ainda não contribuem para limitar a emissão de gases CO₂. Mas essa emissão é considerada proporcional para o consumo de combustíveis em veículos que utilizam os motores de combustão interna. Diante desse contexto muitas medidas foram sendo empregada com intuito de projetar o MCI menor e mais eficiente, buscando diminuir o consumo de combustível (BATISTA, 2016).



Um dos fatores que contribuem para a influência da eficiência de motores de combustão é a turbulência na mistura ar com combustível. Essa formação da mistura de ar combustível é influenciada através da turbulência da mistura, que quando elevada em turbulência dentro do cilindro busca melhorar a preparação da mistura e aumenta a velocidade da chama se propagar. Esse fator contribui para combustão mais completa (CARVALHO, 2011).

Há também a mistura estacionária que pode ocorrer em casos de turbulência ou em movimento de acordo com a velocidade mais baixa, isso porque a combustão não ocorre quando os motores estivessem em velocidade menor ou elevada. Devida ao processo de mistura escoada através dos dutos, há inúmeras restrições na válvula de admissão e podem ser comprometidas nos cilindros. Nesse contexto pode haver uma elevada turbulência na altura da combustão, como é o caso do aumento da velocidade superior a mistura estacionária (MILHOR, 2002).

A variação de ciclo ou ciclo entre cilindros também contribui para a combustão interna, nesse caso ocorrem inúmeras variações nas pressões entre os cilindros sucessivos que fazem parte da operação do motor. Por conta da pressão dos cilindros o resultado é o forçamento do motor, que ocasionam a geração de uma maior eficiência (TILLMANN, 2013).

Por outro lado, essa variação de ciclos pode afetar o MCI de ignição por centelha, caso isso ocorra são apontadas turbulências em quantidades residuais e variações em quantidades de gasolina fornecida por cada cilindro durante o ciclo. Essa variação de ciclo em ciclo pode ocasionar o aproveitamento de energia do motor, tal variação gera problemas a qualidade de dirigibilidade do veículo e alteram o funcionamento do motor.

O ponto de avanço de ignição também ocorre caso tenha o início da combustão de motores do ciclo Otto, que geralmente são mantidas por conta da qualidade do ar e do combustível. Pode-se obter a otimização da pressão de combustão através do processo de variação do avanço da ignição que varia de acordo com o ângulo de giro do virabrequim. Nesse contexto à medida que a velocidade aumenta, é necessário corrigir ou adiantar o ponto de avanço da ignição para reaproveitar o motor (PEREIRA, 2004).

O desenvolvimento de novas tecnologias aplica em MCI proporcionaram uma série de aumento de potências específicas, sobre a durabilidade do motor, redução do consumo específico de combustível, aplicação de novos materiais. Outro benefício é a diminuição de emissões de poluentes, que buscaram a melhoria de dirigibilidade e o aumento no processo de conversão de combustível.

Vários foram os benefícios apresentados a comunidade por conta do desempenho humano e de sua constante busca pelo aperfeiçoamento. O aumento populacional nesse contexto trouxe o aumento do consumo, seguido da concorrência e do declínio do uso dos recursos naturais como matéria-prima. Diante desse contexto, o homem não abandonou sua fixação por se locomover, criando assim os motores de combustão interna para auxiliarem nas atividades de locomoção e no uso dos recursos do planeta.

Os motores de combustão interna (MCI) geram energia convertendo a energia química dos combustíveis em energia térmica, que impulsiona o trabalho. Ao queimar o combustível, a energia química é convertida e a energia térmica é convertida em trabalho mecânico, aumentando a pressão no meio.

O MCI com um ciclo alternativo de pistão Otto funciona com uma mistura de ar e combustível no cilindro de serviço. Após a combustão, a árvore e a manivela combinadas convertem o serviço gerado em torque no final do eixo das manivelas. Todos os MCIs são compostos por elementos distintivos que são essenciais para o seu funcionamento

impecável. Estes elementos podem variar de acordo com o motor.

Uma das partes é o bloco do motor, que dá forma ao motor e é onde as outras partes são montadas. Cilindros: São os locais onde ocorre a combustão e onde o pistão desliza no bloco. Pisto ou embolo: deslizam sobre os cilindros e se encarregam de transferir a energia produzida pela combustão para a biela. Biela: A ligação entre o piano e o virabrequim é o que transforma o movimento de retilinagem do piano em movimento de rotação para o virabrequim. Virabrequim: aceita o trabalho que o motor gerou. Cabeçote: Fixado no topo do bloco, fecha o cilindro da câmara de combustão, que é composto pelas válvulas de admissão e saída, fundição de retorno das válvulas e balancins que acionam as válvulas e podem acomodar o comando das válvulas. Comando de válvulas: é um eixo com ressaltos encarregado do tempo adequado de abertura das válvulas.

Depois de analisar os dados coletados, é possível concluir que os motores de combustão interna Otto melhoraram significativamente ao longo dos anos em várias áreas. A principal evolução em termos de emissões foi a redução de 95% ou mais dos principais poluentes, com os motores cada vez mais próximos de seus limites, tornando cada vez mais difícil reduzir as emissões. Devido aos avanços da tecnologia e à evolução dos próprios fatores, principalmente os eletrônicos, a potência e o torque foram dois fatores que mudaram significativamente, melhorando o desempenho do motor (SANCHES, 2017).

O desenvolvimento da eletrônica no controle de motores foi crucial porque permitiu o desenvolvimento de sensores, atuadores e unidades centrais de processamento cada vez mais poderosos, todos necessários tanto para o avanço das tecnologias existentes quanto para o surgimento de novas tecnologias. A tecnologia que mais aumenta a potência e o torque do motor a longo prazo é o turbo compressor. Outra tecnologia de destaque é a variável de comando, cada vez mais utilizada pela indústria para beneficiar o motor, melhorando consumo, potência, torque e emissões.

Embora o desenvolvimento dos motores tenha ajudado a melhorar a eficiência dos veículos, descobri que o peso dos veículos tem um impacto muito significativo nessa questão. A indústria deve pensar em investir mais na redução do peso do veículo como um todo, levando a uma redução mais significativa do consumo. Além disso, os padrões de emissão tiveram um papel crucial em forçar a indústria a investir no desenvolvimento de motores.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível analisar como os motores de combustão interna (MCI) e seus inúmeros fatores contribuintes contribuem para a diferença entre o rendimento real e o valor do rendimento máximo teórico, ou rendimento segundo o Ciclo de Carnot. Observou-se que as tecnologias utilizadas no MCI produziram resultados como aumento da potência específica, aumento da resistência do motor, diminuição do consumo específico de combustível, utilização de novos materiais, redução das emissões específicas de poluentes e aumento da eficiência de conversão específica do combustível.

Logo se buscou discutir os benefícios de uso trazidos pelos avanços tecnológicos, ou seja, aqueles que contribuíram de alguma forma para a sustentabilidade do meio ambiente. As tecnologias de controle do motor e pós-tratamento de gases foram capazes de reduzir as emissões de gases como CO, HC e NOx em relação às fontes de emissão desses gases. No entanto, procurou-se mostrar que o uso de vários tipos de combustíveis pode resultar na produção de menos poluentes por meio do emprego de uma tecnologia que

pode diminuir significativamente os impactos ambientais.

Por fim, conclui-se que o motor de combustão interna produz movimento pela liberação de energia, que faz parte do processo de queima de combustível, sendo este capaz de transformar de forma direta a energia térmica em energia mecânica. Por fim, conclui-se que o motor de combustão interna produz movimento pela liberação de energia, que faz parte do processo de queima de combustível, sendo este capaz de transformar de forma direta a energia térmica em energia mecânica.

Referências

- BATISTA, L.S. **Modelagem de um motor de combustão interna monocilíndrico**: Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148677A>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- BRUNETTI, Fabiano. **Motores de combustão interna**. Volume 1. Editora Blucher, 1 de jan. de 2018.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. V.1, São Paulo: Blucher, 2012.
- CARVALHO, M. A. S; **Avaliação de um motor de combustão interna Ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/18744/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mestrado%20_PEI_M%C3%A1rcio%20Carvalho.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.
- DUARTE, Vinícius Garcia; **Downsizing do motor diesel**; Monografia de graduação da Faculdade de Tecnologia de Santo André; Santo André, SP; 2014. Disponível em: <http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC290.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- MILHOR, C. E; **Sistema de desenvolvimento para controle eletrônico dos motores de combustão interna ciclo Otto**. São Carlos. 72p. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; 2002. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-12032003-092253/pt-br.php>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- NABBOU, K.O., **Estudo das ondas de pressão formadas na admissão de um motor de combustão interna com a presença de um ressonador**: TCC (Graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19541/3/EstudoOndasPressao.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- OLIVEIRA, R. Vinicius de. **Estudo de aumento de potência em motor por meio de sobrealimentação**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Tecnológica Federal de Engenharia Mecânica, 2016. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15174/2/PB_DAMEC_2016_2_21.pdf. Acesso em: 17 mar. 2023.
- PASSOS, R. **Intercoolers, resfriadores e injeção de água: tudo o que você queria (e precisa) saber sobre**, 2017 Disponível em: <https://www.flatout.com.br/intercoolers-resfriadores-einjecao-de-agua-tudo-o-que-voce-queria-e-precisa-saber-sobre/>. Acesso em: 20 out. 2022.
- PEREIRA, Douglas Elias Borges; FERREIRA, Ronaldo Lourenço. **Influência do sistema de escape**. 2019. Disponível em: <http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/DOUGLAS%20ELIAS%20BORGES%20P.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- PASTORELLI, Pedro Palma. **Análise numérica da implementação de um turbocompressor em motor monocilíndrico para competição fórmula SAE**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Automotiva) – Centro de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24907/3/EstudoDesempenhoMotores.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- SANCHES, S. Freitas, **Dimensionamento de um turbocompressor para motor de competição ciclo Otto**. TCC apresentado à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/4798/Samuel%20Sanches.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- SIMÊNCIO, Éder C. A., **Motores de Combustão Interna**, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.
- SOUZA, Sandro Guimarães. **Desenvolvimento de uma câmara de combustão para um motor diesel otto**

rizado auxiliado por simulação 1D / 3D. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/handle/RIEESC/4400?show=full>. Acesso em: 17 mar. 2023.

TILLMANN, C. A. C; **Motores de Combustão Interna e seus Sistemas.** Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: https://conaege.com.br/wp-content/uploads/2018/05/motores_combustao_interna_e_seus_sistemas-2013.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

TURNES, Stephen. R. **Introdução à Combustão Conceitos e Aplicações.** 3ª Ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2013.

VITTO, J. **Dimensionamento e avaliação de um sistema de escapamento de motor de combustão interna ciclo-otto:** 54p. TCC (Graduação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/11338/6470>. Acesso em: 16 mar. 2023.



19

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA EVITAR FALHAS NAS INDÚSTRIAS

*THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT TO AVOID FAILURES IN
INDUSTRIES*

João Carlos Coelho de Araújo¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A gestão da manutenção é uma área que recebe cada vez mais atenção das indústrias. À medida que a competição se torna mais acirrada, é fundamental que todos mantenham a atenção no objetivo da empresa e se esforcem mais para alcançá-lo. Isso exige que o setor de manutenção tenha uma estrutura de gestão construída sobre um conjunto de práticas de manutenção bem definidas, fortes e amplamente utilizadas, que garantam resultados e objetivos. Logo a gestão de manutenção busca manter ou restaurar o estado ótimo de funcionalidade e segurança de uma determinada máquina, equipamento ou instalação é o objetivo da manutenção, mesmo diante da deterioração e mau funcionamento causados pela oxidação, movimentação de objetos, vida útil do material, ou outros fatores, visando sempre o método de execução mais barato e melhor. O objetivo geral buscou compreender a importância da gestão de manutenção para evitar possíveis falhas no processo industrial. A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. Conclui-se, portanto que a gestão de manutenção encontrando o ponto de equilíbrio entre benefício e custo para que tudo contribua de forma construtiva e rentável. Assim, as compras relacionadas à manutenção, como reparos, criação de peças para reintegração de posse, paradas de produção para inspeções e outros itens, devem ser tratadas com cuidado.

Palavra-chave: Gestão da Manutenção. Indústrias. Falhas. Programação. Tipos de Manutenção.

Abstract

Maintenance management is an area that is receiving increasing attention from industries. As competition becomes fiercer, it's critical that everyone keep their eyes on the company's purpose and work harder to achieve it. This requires that the maintenance sector has a management structure built on a set of well-defined, strong and widely used maintenance practices that guarantee results and objectives. Therefore, maintenance management seeks to maintain or restore the optimal state of functionality and safety of a given machine, equipment or installation. or other factors, always aiming for the cheapest and best execution method. The general objective sought to understand the importance of maintenance management to avoid possible failures in the industrial process. Regarding the methodology of the work, a Qualitative and Descriptive Literature Review was used, in which books, dissertations and scientific articles and reliable sites such as LILACS, SCIELO and Google Scholar were consulted. It is concluded, therefore, that maintenance management finds the balance between benefit and cost so that everything contributes in a constructive and profitable way. Thus, maintenance-related purchases such as repairs, creating parts for repossession, production stops for inspections, and other items must be handled with care.

Keywords: Maintenance management. Industries. Failures. Schedule. Types of Maintenance.



1. INTRODUÇÃO

A gestão da manutenção é o processo de assegurar o funcionamento regular dos recursos técnicos. Além de recursos permanentes como máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas. Este descuido evita: atrasos na produção devido a equipamentos danificados e desperdício financeiro em procedimentos de manutenção ineficazes. A criação de software para gerenciamento de manutenção passou ser útil neste processo.

Os principais objetivos da gestão da manutenção são planejar o trabalho com eficiência, manter os custos sob controle e garantir a qualidade dos bens e serviços. de falhas. Os mais frequentes incluem: não cumprimento dos prazos de produção; aumento de custos; aumento do risco de acidentes; insatisfação do cliente; e uma queda nos lucros. Perda de contratos, entre outras coisas.

Por todos esses motivos, é necessário ressaltar a importância da gestão da manutenção. Essa prevenção garante que seu negócio esteja sempre operando e que sua equipe esteja focada e produtiva. Assim que tiverem a certeza de que podem contar com uma estrutura de trabalho devidamente construída. Mas saber quais tipos existe é necessário ter um mecanismo de prevenção é insuficiente.

Logo a gestão de manutenção busca garantir os processos industriais, através qualidade do produto e a demanda necessária, exercendo o controle financeiro para investir o mínimo de dinheiro possível. Isso lhes permitirá garantir o funcionamento desejado de suas instalações, máquinas, equipamentos e pessoal. Por isso, é necessário um movimento inteligente para garantir que a empresa continue seguindo os modelos de negócios mais eficazes e lucrativos. Desse contexto surge uma problemática a ser analisada: Como a gestão de manutenção pode contribuir para evitar falhas nas indústrias?

O objetivo geral buscou compreender a importância da gestão de manutenção para evitar possíveis falhas no processo industrial. Já os objetivos específicos buscaram: estudar a gestão de manutenção, abordar sobre os tipos de manutenção feita nas indústrias e compreender como a gestão de manutenção industrial contribuiu para o desenvolvimento das indústrias no mercado.

Logo o presente estudo norteia a compreensão sobre a importância manutenção de equipamentos e instalações industriais envolve um programa coordenado de reparos em máquinas, inspeções, rotinas de manutenção preventiva, trocam de partes e peças, trocas de óleo, trocas de tintas, trocas de peças defeituosas, compras de peças de reposição, entre outros. Este processo é conhecido como manutenção industrial.

A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. Os principais autores consultados foram: Menezes (2018), Gaia (2016) e Yoshida (2013). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre os anos de 2013 a 2022. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Gestão da Manutenção, Indústrias, Falhas, Programação e Tipos de Manutenção.

2. A IMPORTÂNCIA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

A seleção dos artigos baseou-se na proximidade dos limites dos temas com os objetivos deste trabalho. Como critérios de inclusão, foram considerados artigos em qualquer idioma e publicações dos últimos dez anos. Foram excluídos os artigos que não atendem a esses requisitos ou não abordam as questões, que falam sobre processos de gerenciamento de manutenção é necessário para o processo de supervisão do funcionamento normal dos recursos técnicos permanentes, como máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas. Essa supervisão visa evitar atrasos na produção causados por equipamentos danificados e desperdício financeiro devido à manutenção ineficaz.

Apenas 10 artigos e livros foram escolhidos para análise dos 1.056 encontrados pelos critérios do projeto (publicações recentes, buscas nas plataformas Lume, ScieLO, Portal do Capes, Lilacs e Google Acadêmico). Nesse sentido, uma estratégia de manutenção é a combinação de todas as ações, escolhas e definições que visam, acima de tudo, realizar a aquisição, utilização, coordenação e gestão de todos os recursos disponibilizados para fins de manutenção. Essa filosofia de gestão permite que a indústria reestruture suas operações e alcance resultados positivos.

Quando bem-organizado, o departamento de gestão manutenção pode garantir com segurança o bom funcionamento das indústrias, ajudando a evitar paradas inesperadas na produção e diminuindo significativamente os custos de manutenção. No Quadro 1 serão apresentados as principais características dos estudos selecionados (Quadro 1).

Quadro 1. Artigos obtidos de acordo com a base de dados

Bases de Dados	Estratégia de Busca	Número de Referências Obtidas	Material Analisados	Material Selecionados para Análise	Selecionados para Revisão
LILACS	Gestão da Manutenção	256	40	13	1
	Manutenção Industrial	245	10	7	1
	Falhas no Processo Industrial	76	4	2	1
	Programação Industrial	38	8	2	1
	Tipos de Manutenção.	56	3	3	0
SCIELO	Gestão da Manutenção	78	3	2	0
	Manutenção Industrial	9	10	1	0
	Falhas no Processo Industrial	29	11	3	1
LUME	Gestão da Manutenção	126	35	6	1
PORTAL DO CAPES	Gestão da Manutenção	23	10	7	2

GOOGLE SCHOLAR	Manutenção Industrial	31	9	4	1
	Tipos de Manutenção	89	4	2	1

Fonte: Autor (2023)

Em um futuro próximo, a antiga prática administrativa brasileira de descartar propriedades envelhecidas para economizar dinheiro em manutenção será abandonada. As grandes empresas concordam com a avaliação patrimonial, e neste conceito surge o fator crucial a gestão profissional das atividades incluídas nesta avaliação. O ritmo dinâmico das indústrias busca a integração total entre todos os seus processos internos, e este trabalho irá delinear métodos de manutenção industrial utilizados para prevenir ou reduzir perdas de produção causadas por falha ou mal desempenho de equipamentos e prolongar a vida útil dos equipamentos durante a manutenção preventiva.

A manutenção é extremamente importante para o funcionamento geral das indústrias, pois mantém tudo funcionando na mesma velocidade que o mercado consumidor demanda por novos modelos e tecnologias. Se algum equipamento falhar, uma série de processos é interrompida, resultando em perdas não previstas.

Todos os equipamentos e máquinas devem ser totalmente capazes de realizar processos de produção e serem reparados usando os métodos menos dispendiosos para atender à alta demanda de produção. Para isso, a gestão da manutenção busca a melhor forma de realizar os serviços e determina como fazê-lo, colaborando com os setores produtivos e otimizando as atividades.

Em decorrência dos novos desafios criados pela economia globalizada e pelo mercado competitivo, onde as mudanças ocorrem em ritmo acelerado e a manutenção é uma das atividades fundamentais do processo, é necessário que as equipes sejam qualificadas e equipadas para prevenir erros ocorram em primeiro lugar, bem como corrigi-los quando ocorrerem.

Existem muitos outros tipos de manutenção, mas os tipos Corretiva, Preventiva, Preditiva e Detectiva são os mais significativos. A manutenção do tipo Autônoma foi discutida no trabalho; era um conceito novo, mas que se tornou cada vez mais importante para as empresas nos últimos anos (VIANA, 2014). O estudo das técnicas de manutenção é extremamente importante, pois aborda as principais ferramentas de monitoramento usadas para detectar problemas que possam levar à falha ou quebra da máquina e, conseqüentemente, a uma intervenção imprevista.

Conscientiza o setor industrial de que o uso de técnicas de manutenção preventiva reduz os custos de manutenção e operação e evita parado de emergência não planejado no processo produtivo que podem resultar em prejuízos financeiros. Portanto, garantir que uma indústria tenha esse tipo de manutenção tornará seu negócio menos suscetível a erros. Devido à frequente confusão entre manutenção preventiva e manutenção proativa entre todas as partes envolvidas, é necessário entender a diferença entre as duas. A seguir a discussão dos autores sobre a temática.

A globalização da economia leva a um aumento contínuo da competitividade organizacional. Isso contrasta ideias e conceitos que aumentam a produtividade, garantindo qualidade e reduzindo custos para as organizações. Portanto, utilizar sistemas de gestão eficazes que possam maximizar o uso de recursos nos processos produtivos traduz-se como um pré-requisito para o desempenho organizacional. O departamento de manutenção tem procurado novas formas de pensar técnico-administrativas porque as limita-

ções dos atuais sistemas de gestão tornaram-se evidentes devido às novas exigências do mercado (YOSHIDA, 2013).

Essa manutenção é uma atividade que ocorre como parte de um processo de produção ilegal. De acordo com fabricantes internacionais conhecidos, cujos produtos competem em mercados domésticos, bem como fora de suas próprias fronteiras (DANTAS, 2019).

De acordo com Menezes (2018), a frase “classe mundial” refere-se a um fabricante com a capacidade de competir em qualquer local do mundo, fornecendo produtos de alta qualidade e preços competitivos, bem como cronogramas de entrega confiáveis.

Segundo Almeida (2018), a seguinte classificação quanto aos tipos de manutenção bastante adequada e substancialmente atualizada em comparado com a norma da ABNT: Manutenção da medida tomada para corrigir um defeito ou desempenho abaixo do esperado. Deriva da palavra *correto*. Pode ser dividida em duas fases: A manutenção corretiva, mas não planejada, é a correção de uma falha ou desempenho abaixo do esperado após a ocorrência do fato.

Esse tipo de manutenção acarreta custos elevados, pois resulta em perdas de produção e, conseqüentemente, mais danos aos equipamentos. Revisão gesto industrial a manutenção corretiva planejada é a correção que ocorre como resultado de um monitoramento preventivo, de um sistema de detecção ou mesmo da decisão executiva de continuar trabalhando até que ocorra uma falha. “Pelo seu próprio nome planejado” significa que tudo o que é planejado tende a ser mais acessível, seguro e rápido. A manutenção preventiva é a ação tomada para diminuir erros ou declínio no desempenho ao aderir a um plano baseado em períodos de tempo definidos (ALMEIDA, 2014).

Segundo Yoshida (2013), um dos segredos de um bom preventivo está na escolha dos intervalos de tempo. Por termos uma tendência a sermos mais conservadores, nossos intervalos costumam ser mais curtos do que o necessário, resultando em paradas e troca de itens desnecessários; A manutenção preditiva é um conjunto de atividades que monitoram variáveis ou parâmetros que indicam o funcionamento de um equipamento de maneira sistemática, com o objetivo de determinar se a intervenção é necessária ou não. Segundo Viana (2014), quando se faz uma intervenção, ela se faz por meio da realização de uma manutenção correlata planejada.

Essa manutenção permite que o equipamento opere por mais tempo enquanto as intervenções são baseadas em dados e não em hipóteses; Manutenção Detectiva é uma atuação feita em sistemas de proteção ou comando, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (GAIO, 2016). Um exemplo bem conhecido é o circuito que controla a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito apresentar falha, o gerador não liga. À medida que aumenta o uso de sistemas automatizados nas operações, o mais significativo e frequentemente utilizado será o de garantir a confiabilidade dos sistemas.

De acordo com a norma ABNT NBR 5462-1994, são definidos os seguintes tipos de manutenção: A manutenção realizada após a ocorrência de uma pane destinada a mover um item para o desempenho de uma função necessária é denominada manutenção adequada. Manutenção preventiva é a manutenção realizada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou degradação da funcionalidade de um item (MARTINS, 2020). As práticas de manutenção conhecidas como “manutenção preditiva” permitem a prestação da qualidade de serviço desejada com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando mecanismos de monitoramento centralizado ou coleta de evidências para reduzir ao mínimo a manutenção corretiva.



Nenhum método de manutenção entre todos eles pode substituir completamente o outro, mas quando dois são combinados, eles produzem resultados positivos em termos de desempenho geral nos movimentos. A adoção da manutenção preventiva, segundo a concepção de Faria (2013), faz crer que é a solução ótima para falhas e defeitos em máquinas e equipamentos, pois implica intervir na máquina para oferecer uma manutenção efetiva no momento adequado. Este ponto é estabelecido por meio de uma pesquisa cuidadosa e monitoramento dos diversos fatores que influenciam a operação, a fim de identificar a iminência de uma falha.

A aplicação desta técnica de manutenção preventiva representa uma mudança de paradigma significativa nos métodos de manutenção. Segundo Correia (2016), alguns de seus maiores benefícios incluem: a capacidade de prever falhas de equipamentos com tempo de espera suficiente para que o equipamento seja desligado de forma segura, reduzindo o risco de acidentes e interrupções do sistema de produção; a redução de tempos e custos de manutenção devido ao conhecimento de falhas iminentes de equipamentos; e a melhoria das condições de operação dos equipamentos para obter menor desperdício, maior desempenho e maior produtividade (VIANA, 2014).

Quatro tipos diferentes de manutenção são geralmente usados hoje em dia. Estas buscam envolver a preservação, adequação, restauração, substituição e prevenção de equipamentos de forma tecnicamente sólida e suficiente para atingir os objetivos da função.

O tipo mais óbvio e fundamental de manutenção é a manutenção corretiva, que pode ser resumida pelo ciclo “quebra-repara”, ou seja, o reparo de um equipamento após uma avaria. Quando visto do sistema como um todo, constitui o método de manutenção mais caro (CORREA; DIAS, 2016).

Segundo Menezes (2018), a manutenção preventiva é a ação tomada para diminuir ou prevenir uma falha ou redução no desempenho, seguindo um plano previamente desenvolvido com base em intervalos de tempo. Existem alguns fatores que devem ser levados em consideração para a adoção da manutenção preventiva, entre eles: quando a manutenção preventiva não for possível; Aspectos relacionados com a segurança pessoal, muitas vezes para a substituição de componentes e Riscos de agressão ambiental.

Na manutenção preditiva o monitoramento das reais condições mecânicas das máquinas e do sistema operacional dos processos garantirá o maior intervalo possível entre os reparos durante a manutenção preventiva. Esse tipo de manutenção visa prevenir falhas de equipamentos ou sistemas por meio do monitoramento de diversos parâmetros, permitindo que o equipamento opere continuamente pelo maior tempo possível (GAIO, 2016).

A manutenção detectiva é a ação realizada nos sistemas de proteção para encontrar falhas ocultas ou indetectáveis para operadores humanos e mantenedores. A identificação de falhas ocultas é essencial para garantir a confiabilidade. Este tipo de manutenção implica a verificação do funcionamento dos equipamentos e é cada vez mais utilizado devido à sua eficácia e à prevalência crescente da automatização dos processos, o que obriga a uma detecção precoce de potenciais avarias (ALMEIDA, 2014).

Existe uma maior aposta em áreas estratégicas da produção, como a manutenção, fruto do aumento da concorrência. Isso deve ser direcionado aos resultados comerciais da organização; seu objetivo não pode ser simplesmente consertar o equipamento ou a instalação; em vez disso, deve manter sua funcionalidade de modo a minimizar tanto quanto possível a probabilidade de uma interrupção inesperada da produção.

Infelizmente, a maioria das empresas, especialmente as menores, ainda não mantém seus equipamentos de acordo com essa teoria. Em vez disso, eles simplesmente precisam “apagar os incêndios” ou consertar o que está quebrado, sem se preocupar em fazer ajustes e análises regulares que contribuam para a otimização contínua da máquina.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção de uma máquina deve estar em sincronia com a produção, pois os reparos nas máquinas ou equipamentos afetam diretamente a qualidade e a quantidade da produção. Isso ajuda a evitar avarias imprevistas enquanto a máquina está em operação. É necessário entender os riscos do programa de manutenção, incluindo riscos internos relacionados à operação, inspeção e outros fatores, bem como riscos externos relacionados ao público, autoridades, meio ambiente e outros fatores. Esta forma de gerir a manutenção baseada no risco tem como princípios orientadores minimizar os riscos decorrentes de falhas das máquinas, desenvolver procedimentos viáveis e priorizar a segurança do trabalhador.

A gestão da manutenção nas indústrias, onde a manutenção inadequada de máquinas e equipamentos anula o benefício de focar no aumento da produtividade. Esta indústria compete na preservação de máquinas e equipamentos, bem como na capacidade de detectar problemas por meio de observação contínua. Devido à operação contínua das máquinas, o planejamento e a execução dos procedimentos de manutenção proporcionam a redução das paradas de produção e o fluxo constante de mercadorias.

Nesse contexto, a manutenção visa manter ou repor a vida funcional de uma máquina, equipamento, sistema ou instalação nas melhores condições possíveis de qualidade, custo e disponibilidade. A manutenção de equipamentos deve ser vista pelas empresas não apenas como atividades de reparo e formação de custos, mas também como uma função estratégica crucial para aumentar a produtividade, disponibilidade de equipamentos e lucro.

Conclui-se, portanto que pesquisas estão sendo feitas para propor uma estratégia de manutenção apropriada que reduzirá as perdas de produção, garantindo que a produção funcione ininterruptamente por atrasos, interrupções ou danos. Isso possibilita a entrega da quantidade desejada de mercadorias dentro do prazo estipulado. Vale ressaltar mais uma vez que sistemas de produção flexíveis e eficazes são necessários para as empresas para que suas máquinas e equipamentos funcionem bem fora do horário programado.

Referências

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Gestão da manutenção**: Aplicado às áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Editora Érica, 2018.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial – Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo: Editora Érica, 2014.

CORREA, R. F.; DIAS, A. Modelagem matemática para otimização da periodicidade nos planos de manutenção preventiva. **Gest. Prod.** São Carlos, v. 23, n. 2. P. 267- 278, 2016. Disponível em: Acesso em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/z7FmmnVqCSRvztj3Gthk75p/?format=pdf&lang=pt>. 20 mar. 2023.

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. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17108/1/ISD06052019.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.



FARIA, N. A. C. C. de. **Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto.** Dissertação (Mestrado em engenharia industrial e gestão) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/72585/1/000155477.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

GAIO, E.D. **Proposta de um plano de manutenção de um equipamento industrial através da utilização de ferramentas da manutenção centrada em confiabilidade.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Juiz de Fora-MG. 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24087/1/gestaomanutencaoindustriahigiene.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MARTINS, Flavia Justina, FABRO, Elton. Uso do sensor inteligente na manutenção preditiva do motor de uma extrusora. **Scientia Cum Industria**, V. 8, N. 2, PP. 1 — 9, 2020. Disponível em: Acesso em: https://www.researchgate.net/publication/332598729_Manutencao_Preditiva_na_industria_40/fulltext/5cbfb957299bf120977ace26/Manutencao-Preditiva-na-industria-40.pdf. 20 mar. 2023.

MENEZES, Pedro Henrique Ortiz de Sá. **Ferramenta preditiva por ultrassom para detecção de falhas de lubrificação em rolamentos.** 2018. 83f. Projeto final (Engenharia Mecânica) - Departamento de Educação Superior do CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/z7FmmnVqCSRvztj-3Gthk75p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2023.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

YOSHIDA, Lucas Silva. **Projeto adaptativo de um sistema de freios para utilização em carro de competição classe fórmula SAE.** 2013. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/18062700/>. Acesso em: 30 mar. 2023.



20

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA AS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS

*THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT FOR THE AUTOMOTIVE
INDUSTRIES*

Antônio Luiz da Silva Almeida Junior¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente trabalho estudou a importância da gestão de manutenção para as indústrias automobilísticas. A indústria automobilística é uma fonte de inovação, emprego e propulsão do desenvolvimento brasileiro. Observamos, no entanto, que nas últimas décadas a geração de emprego não cresceu na mesma proporção que a produção de veículos. Isso se deve, não somente às transformações tecnológicas que envolvem a necessidade de mão de trabalho. Uma das tarefas mais importantes para uma indústria é a manutenção, pois garante que os aparelhos funcionem constantemente, o que, portanto, garante que a produção esteja veemente e que a competitividade do negócio seja garantida. É fundamental que essa área seja comprovada de acordo com um plano estratégico, isto é, com ações estratégicas de médio e longo prazo. E aqui está a importância da gestão da manutenção, que, quando bem-feita, pode equilibrar o planejamento e a necessidade de lidar com situações de emergência, é nesse contexto que surge a ação da gestão a manutenção. O objetivo geral buscou estudar a gestão a manutenção dentro das indústrias automobilísticas. A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como Scientific Electronic Library Online e Google Acadêmico. Conclui-se que a gestão de manutenção indústria automobilística contribui para diminuir os danos causados no processo produtivo do setor.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção. Manutenção. Indústria Automobilística Produtividade. Qualidade do Serviço.

Abstract

The present work studied the importance of maintenance management for the automobile industries. The automobile industry is a source of innovation, employment and driving Brazilian development. We note, however, that in recent decades job creation has not grown at the same rate as vehicle production. This is not only due to technological transformations that involve the need for labor. One of the most important tasks for an industry is maintenance, as it ensures that devices work constantly, which, therefore, ensures that production is vehement and that the competitiveness of the business is guaranteed. It is essential that this area is proven according to a strategic plan, that is, with medium and long-term strategic actions. And here is the importance of maintenance management, which, when done well, can balance planning and the need to deal with emergency situations. It is in this context that maintenance management action arises. The general objective sought to study maintenance management within the automobile industries. Regarding the work methodology, a Qualitative and Descriptive Literature Review was used, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites such as Scientific Electronic Library Online and Google Scholar were consulted. It is concluded that maintenance management in the automobile industry contributes to reducing the damage caused to the sector's production process.

Keywords: Maintenance Management. Maintenance. Automotive Industry Productivity. Service quality.

1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística é uma fonte de inovação, emprego e propulsão do desenvolvimento brasileiro. Observamos, no entanto, que nas últimas décadas a geração de emprego não cresceu na mesma proporção que a produção de veículos. Isso se deve, não somente às transformações tecnológicas que envolvem a necessidade de mão de trabalho.

Quando um veículo de transporte é desenvolvido de forma artesanal, a indústria automobilística cresce. O francês Nicolas Cugnot construiu o primeiro veículo, produzido com três rodas, em 1769. Entre 1885 e 1886, Karl Benz fabricou o primeiro veículo na época, um automóvel com motor de combustão interna. Deste modo, a produção de automóveis é um elemento da terceira revolução tecnológica, que entra em fase com a produção em massa de petróleo.

A implantação e o crescimento da indústria automobilística brasileira ocorreram entre 1957 e 1967. O período pode ser dividido em dois momentos: o primeiro, que ocorreu de 1957 a 1963, em função de restrições ocorridas nas e de uma demanda insatisfeita; o segundo, que ocorreu de 1964 a 1967, em relação ao crescimento anual foi reduzido em relação ao período de expansão, além do processo inflacionário. Devido a esses dois fatores, o setor automotivo sofreu queda nos lucros e problemas com acumulação interna e investimentos (FRAINER, 2010).

Durante um longo prazo, a manutenção automobilística é crucial para que o carro funcione perfeitamente. Deixar de cuidar dos componentes do veículo pode levar a diversas consequências, como multas de trânsito, risco de acidentes, depreciação acelerada do bem, entre outras. Para prevenir essas condições, é importante que os proprietários de escritórios e os motoristas estejam atentos a alguns princípios fundamentais da manutenção automotiva, permitindo que o carro esteja em excelente estado de conservação por longos prazos.

Logo a gestão a gestão a manutenção passou a ser inserida dentro das indústrias automobilísticas, para blindar as dificuldades que estas possuíam sobre o funcionamento de seus maquinários e a fabricação de automóveis. A gestão passou a ser a principal ferramenta utilizada para garantir que as indústrias não parassem sua produção, assim como contribuiu para minimizar os impactos negativos em cima do desperdício de material. Logo surge uma problemática a ser analisada: como a gestão de manutenção contribuiu para diminuir as perdas dentro das indústrias automobilísticas?

O objetivo geral buscou estudar a gestão a manutenção dentro das indústrias automobilísticas. Já os objetivos específicos buscaram: demonstrar o funcionamento da indústria automobilística, estudar o conceito de gestão de manutenção e apontar como manutenção dentro das indústrias automobilísticas para garantir o bom funcionamento da produção.

A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como Scientific Electronic Library Online e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre os anos de 2011 a 2022. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Automóveis, Gestão da Manutenção, Manutenção, Indústria Automobilística, Produtividade e Qualidade do Serviço.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Resultados e Discussão

2.1.1 Indústria Automobilística

A cadeia de produção da indústria automobilística abrange uma ampla gama de indústrias e serviços complementares. A fim de que o veículo automotivo seja entregue ao consumidor final, é necessário que ele percorra uma série de fases, que vão desde uma aquisição de insumos até uma etapa de montagem na linha de produção. A dinâmica da indústria automotiva passou por mudanças e reestruturações desde o surgimento do primeiro automóvel. O Sistema Fordista e o Sistema Toyotista são considerados os principais paradigmas de produção desenvolvidos pela indústria. Esses modelos tiveram um impacto significativo nas cadeias produtivas, não apenas no setor automotivo, mas também em vários outros setores (SILVA; MARTINS, 2016).

Atualmente, o setor está em processo de expansão de suas estruturas produtivas em uma ampla gama de países ao redor do globo. Segundo Humphrey, Lecler e Salerno (2000), o Setor Automotivo foi estruturado em três mercados principais: a) Mercados Autônomos Protegidos (PAMs); b) Mercados Periféricos Integrados (MIP); c) Mercados Regionais Emergentes (MTC) (BATISTA, 2021).

O primeiro grupo é constituído por nações que adotaram medidas de proteção contra a concorrência externa por meio do fortalecimento dos mercados internos, tais como Índia, China e Malásia. O segundo grupo de nações que se encontra em proximidade geográfica aos principais mercados, tais como México, República Tcheca, Hungria e Polônia. O terceiro grupo é composto por países de blocos emergentes, incluindo Brasil e Argentina, Rússia e Turquia (ROEHE, 2011). Embora a expansão da Indústria Automóvel tenha um caráter mundial, as realidades e peculiaridades de cada mercado colocam em causa a existência de modelos de produção únicos, fruto da legitimação das melhores práticas administrativas.

Em resposta à necessidade de equilibrar o aumento da produtividade com a redução de custos, a indústria automóvel desenvolveu sistemas de produção capazes de revolucionar o processo de desenvolvimento industrial. Entre os sistemas classificados estão o Taylorismo, o Fordismo, o Toyotismo e o mais recente Volvismo (SILVA; MARTINS, 2016).

Henry Ford idealizou o Sistema Fordista de Produção, ou Fordismo como é mais popularmente conhecido, em 1913. A revolução industrial norte-americana incorporou o Taylorismo, que dividiu a produção em tarefas especializadas determinadas por engenheiros de produção e as organizou em uma sequência linear de acordo com o método cartesiano. Isso criou a linha de produção para montagem do automóvel e deu origem ao conceito de integração entre produção e consumo (CAMARGO, 2006).

Para Carvalho (2008) O objetivo do modelo foi aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção nas indústrias automobilísticas. No entanto, este modelo é frequentemente utilizado nos Estados Unidos em geral para as indústrias, em vez de adaptações sólidas para a indústria automotiva.

Segundo Pompeu (2017), as características fundamentais do Fordismo são:

Linha de montagem automatizada: É uma linha de montagem com peças móveis que auxilia na movimentação da matéria-prima pela linha de produção, resultando em aumento de produtividade em muito pouco tempo.

A especialização produtiva do trabalhador teve que limitar sua tarefa do começo ao

fim, permitindo ao trabalhador uma maior concentração em sua atividade específica. É importante notar que essa especialização não significa que o trabalhador seria qualificado.

Controle de qualidade ao final do processo: Esse controle traria um produto mais profissional e uma padronização nos produtos, que é outra característica importante do Fordismo. Além das máquinas, a padronização da produção industrial se tornou muito mais fácil, os erros diminuídos e a matéria prima perdida na produção reduzida.

Como resultado, a produção começou a aumentar significativamente com ênfase na padronização utilizando máquinas especializadas e trabalhadores com baixos níveis de qualificação. O operário realizava o trabalho de forma ainda mais fragmentada, repetitiva e cadenciada de acordo com o ritmo de avanço da linha de montagem específica (PASQUALINI, 2004).

Antes do advento da Ford Motor Company, a indústria automotiva produzia veículos por meio de uma organização de produção que dependia da habilidade do indivíduo que realizava o trabalho. Desde o planejamento até a execução e distribuição do projeto, todo o processo foi artesanal (TENRIO, 2011). No geral, a produção dos veículos era artesanal e contava com mão de obra altamente qualificada em gerenciamento de projetos, operação de máquinas, ajustes e acabamentos. Com organizações descentralizadas, seria preferível que não estivessem concentradas em apenas uma cidade.

A maioria dos componentes e uma parcela considerável do projeto automobilístico vieram de pequenos escritórios, e todos os relacionamentos com clientes, funcionários e fornecedores eram com o proprietário. Apenas uma pequena parcela (50 ou menos) de 1 milhão ou menos de automóveis produzidos a cada ano foi construída de acordo com o mesmo plano. Não se poderia dizer que dois desses 50 sejam idênticos porque as variações são produzidas pela própria natureza das técnicas (SILVA; MARTINS, 2016).

Para as empresas, todos esses fatores resultam em maior custo e menor eficiência de produção. Portanto, a característica fundamental do fordismo é a redução de custos através do aumento das economias de escala, permitindo a produção em massa e assegurando o surgimento e a hegemonia de novos padrões de produtividade e produção. A produção fordista, sendo um modelo semelhante o ao taylorismo, não se limita ao contexto norte-americano, embora este tenha sido o “exportador” do modelo. Em 1920, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, Inglaterra, Itália, França, Alemanha e Rússia empregavam o fordismo como método de gestão empresarial (CARVALHO, 2014).

2.1.2 Conceito da Gestão de Manutenção

O processo de gestão da manutenção é necessário para o processo de supervisão do funcionamento normal dos recursos técnicos permanentes, como máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas. Essa fiscalização visa evitar paradas de produção provocadas por equipamentos danificados e desperdício financeiro proveniente de manutenções ineficazes (KOMNINAKIS, PIRATELLI, ACHCAR, 2018).

A gestão da manutenção, segundo Viana (2014), é a interação entre uma variedade de decisões, ações e definições que têm como objetivo principal obter, utilizar, gerenciar e organizar todos os recursos disponibilizados para manutenção. Através da utilização desse conceito de gestão, a empresa consegue reestruturar suas operações e alcançar resultados favoráveis.

É impossível que um método de manutenção substitua outro; portanto, eles devem estar conectados para melhorar a eficácia da gestão. Inúmeras técnicas estão sendo



aplicadas ao estudo da manutenção de equipamentos, num esforço para aumentar a confiabilidade e garantir melhores resultados. De acordo com o desenvolvimento da manutenção e a implementação de ações preventivas, as políticas e sistemas internos de cada organização são necessários para melhorar os resultados (YOSHIDA, 2013).

De acordo com Almeida (2014), a gestão da manutenção deve atender a três clientes específicos: os proprietários e gestores do ativo físico, isto é, os responsáveis pelos retornos financeiros; os usuários ativos que esperam o padrão da manutenção para desempenhar suas funções, e a sociedade que exige padrões de qualidade em seus produtos, exigindo que não demorem na entrega e que a ocorrência ao meio ambiente seja limitada.

As ferramentas para os principais da gestão de manutenção são os métodos de manutenção da indústria automobilística ou tipos, pois auxiliam na escolha assertiva ao determinar a aplicabilidade correta. Os quatro tipos de manutenção mais utilizados são a manutenção corretiva, preditiva, preventiva e detectiva, que são os que encontram no mercado (ABRAMAN, 2019).

Para que as empresas garantam o aumento da capacidade no processo produtivo e competitivo, a manutenção corretiva surgiu. Correndo ao alto nível da rivalidade do mercado, a proposta de redução de custos tornou-se uma opção para diminuir os gastos e melhorar a qualidade do produto. Outro aspecto bastante discutido no contexto de correção foi a prestação de serviços; as atividades envolvidas tinham uma relação direta com a manutenção dos equipamentos (AMORIM, 2021).

O início da manutenção corretiva começou antes da Segunda Guerra Mundial, antes da mecanização da indústria e do uso de recursos apenas em caso de quebra. O propósito da manutenção foi resolver problemas, executando instruções para que os dispositivos ainda manuais comecem a operar de maneira normal. Esses procedimentos de emergência não eram assim como as intervenções corretivas; eles estavam relacionados ao processo de reparo e correção do desempenho de equipamentos (COSTA, 2013).

Quando se trata de custos financeiros, este tipo de manutenção preventiva pode custar até oito vezes mais que outros tipos de manutenção. Segundo Yoshida (2013), há dois tipos de manutenção corretiva que podem ser diferentes: a manutenção corretiva não planejada e a manutenção e a manutenção corretiva planejada.

2.1.3 Manutenção dentro das indústrias automobilísticas para garantir o bom funcionamento da produção

No início do século XX, carros importados da Europa e dos Estados Unidos já circulavam em solo brasileiro. Mais tarde, após a mudança das pessoas para suas próprias casas, esses automóveis tornaram-se os bens de consumo mais desejados (COSTA, 2013). Ford fez este início em 1919, sendo seguido em 1925 pela GM, seu maior rival do tempo. Ambos se estabeleceram em São Paulo e tinham um modelo de produção bem pequeno e simples, pois recebiam kits com todas as peças do veículo e só precisavam montá-las. A partir da Segunda Guerra Mundial, uma indústria mais resistente começou a se formar, visto que as peças já não tinham mais importância.

O setor automobilístico sofreu uma revolução nos anos 50, sendo considerado uma das prioridades do Plano de Metas de Juscelino Kubitschek. “Os setores de transporte, energia e uma indústria de base representaram, conjuntamente, 93% do total dos investimentos”, afirmam Villela e Baer (1980, p. 65). O Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) foi instituído em 16 de junho de 1956 por meio do Decreto nº 39.412. Segundo

Roehe (2011), houve dois grandes fatores na economia brasileira entre 1956 e 1961: o aumento da participação governamental nos investimentos e a entrada de dinheiro estrangeiro.

O aprendizado do sistema de produção e a transferência de tecnologia gerencial resultaram em um tremendo salto para a economia nacional. Os multiplicadores foram notados por muitos setores, começando no setor de autopeças e apoiando-se nos outros segmentos da indústria que modificaram o processo de manutenção (SILVA *et al.*, 2016).

Em contato com as grandes estratégias de avanço deste período, Yoshida (2013) explica que o desenvolvimento do setor automobilístico se deu ao controle rigoroso de impostos às e aos resultados positivos da economia brasileira durante esse período. com isso, a maioria do país, as montadas europeias, conseguiu ganhar espaço no mercado nacional e competir com as americanas.

As principais causas da fragilidade do Brasil na década de 1990 foram à necessidade de maior especialização, menores custos de transporte e comunicação, menores custos de transação e investimentos inadequados em pesquisa e desenvolvimento, menor eficiência em escalas de produção e um mercado mais liberalizado para bens e serviços. A restrição das Cadeias Globais de Valor era necessária para uma inserção (POMPEU, 2017). O setor automobilístico (compreende-se montadoras) envolveu períodos de crescimento e crises desde seu estabelecimento no Brasil. Nesta análise, foram divididos os períodos significativos para o setor automotivo, que começaram entre 1957 e 1990, durante o qual o fordismo era o modelo predominante de produção. Posteriormente, o período entre 1991 e 2018 teve o início da restrição do setor com uma introdução do método toyotista juntamente com os sistemas *Just In Time* e *Kanban* (POGIBIN, 2009).

Desproporcionalmente, a produção e o número de postos de trabalho nas montadas, ou seja, na indústria automotiva do Brasil, evoluíram. De acordo com a Tabela 06 abaixo, houve um crescimento do número de postos de trabalho no setor entre os anos 1957 e 1980, um recuo nos anos iniciais da década de 1980 e, praticamente, estável até 2018. Particularmente a partir da década de 1990, as oscilações na produção não foram significativas quanto às oscilações no número de postos de trabalho (VIANA, 2014).

Desde seu estabelecimento, a automobilística tem obtido muitos incentivos para o governo. Na gestão de Juscelino Kubitschek, a indústria automotiva floresce e se transforma no maior parque industrial da América Latina. Os níveis de produção, emprego e produtividade da indústria automóvel estavam a aumentar. Durante os anos 1957-1990, a indústria automobilística tornou-se um elemento relevante no progresso do país. Ainda assim, é importante ressaltar que ela empregava o todo de produção fordista, isto é, o de produção em massa (CARVALHO, 2014).

A economia brasileira viveu crises durante a década de 1980, o que afetou o setor automotivo nacional. Períodos de oscilações na produção, emprego e produtividade do trabalho foram observados. No entanto, durante o período das décadas de 1980 e 1990, ocorreu um momento de transformações tecnológicas, o que significa o trecho do método fordista para o método toyotista no setor automotivo brasileiro (CAMARGO, 2006).

Durante o início da década de 1990, a reestruturação produtiva e a abertura econômica causaram um aumento na competição entre os mercados nacionais e internacionais. Modernos sistemas e máquinas de implementação tornaram-se indispensáveis. Posteriormente, as montadoras introduziram o método toyotista do Brasil, o que resultou em uma elevação significativa da produtividade do trabalho. No entanto, a empresa não manteve o mesmo ritmo de crescimento e, em alguns anos, foi observada uma diminuição dos postos de trabalho (AMORIM, 2021).



As indústrias se dedicaram a investir cada vez mais nos países emergentes, incluindo o Brasil, entre 1991 e 2010. Através do método de produção toyotista, as indústrias no país buscaram reduzir seus custos e aumentar seus lucros. Esses objetivos foram alcançados com o aumento da produtividade do trabalho. Portanto, o novo método de produção beneficia as indústrias nacionais porque é um modelo flexível (COSTA, 2013).

3. CONCLUSÃO

A gestão da manutenção envolve supervisionar todos os procedimentos de manutenção de máquinas, equipamentos e ferramentas de produção industriais com o objetivo de manter sua funcionalidade e prolongar sua vida útil, a manutenção é um conjunto de cuidados e procedimentos técnicos essenciais ao bom funcionamento e reparo de máquinas, equipamentos, peças de joalheria, veículos, equipamentos pré-clínicos. instalações elétricas, moldes e carimbos. Nessa perspectiva, conclui-se que o montador ou profissional responsável pela gestão desses procedimentos é o responsável pela gestão de todos os processos, incluindo manutenção, contratos e até mesmo remoção de ferramentas e equipamentos.

Dentro da indústria automobilística a gestão de manutenção tem como objetivo principal de manter o funcionamento de máquinas e equipamentos, a gestão da manutenção industrial também tem como objetivos: minimizar as interrupções de produção causadas por máquinas defeituosas; prever possíveis falhas; resolver rapidamente problemas operacionais reais com equipamentos; maximizar o uso de recursos e eliminar riscos; manter a disponibilidade de maquinário; prolongar a vida útil destes instrumentos de produção; e gerenciar o estado atual do maquinário.

Conclui-se que a gestão da manutenção na indústria automobilística auxilia na regulação geral e na segurança do processo produtivo. Isso é feito para manter um fluxo de fabricação estável e controlado em toda a estrutura. Uma estratégia de gestão de manutenção bem planejada e executada permite que a indústria mantenha um fluxo constante de trabalho, sem interrupções ou surpresas que possam afetar os resultados finais da produção. A direção determina, em colaboração com o gerente de produção industrial, os melhores dias e horários para as paradas das máquinas com objetivo de manutenção, a fim de realizar as manutenções preventivas, preditivas e corretivas.

Referências

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2019. **A situação da manutenção no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Manutenção, 2019, Vitória - ES, 2019. Disponível em: https://abramanoficial.org.br/page/documento_nacional. Acesso em: 19 mai. 2023.

AMORIM, Maikon Moura. **Estudo de caso de manutenção preventiva no sistema de freios em uma empresa logística de transporte rodoviário de cargas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/25998/1/estudopreventivomanutencaofreios.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BATISTA, H. Montadoras rebatem Bolsonaro sobre saída da Ford: **'Não queremos subsídio, mas competitividade'**. O Globo, 2021. Disponível em <https://oglobo.globo.com/economia/montadoras-rebatem-bolsonaro-sobre-saida-da-ford-nao-queremos-subsidio-mas-competitividade-1-24836495>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CAMARGO, O. S. **As mudanças na organização e localização da indústria automobilística brasileira (1996 – 2001)**. 2006. 323 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

CARVALHO, E. G. d. Inovação Tecnológica na indústria automobilística: Características e evolução recente. **Revista Economia e Sociedade**, v. 17, n. 3 (34), Campinas, p. 429-461, 2008.

CARVALHO, V. H. D. P. S. **Implementação de um sistema Kanban na indústria metalomecânica. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade de Aveiro**. Pós-Graduação em Engenharia e Gestão Industrial. Portugal, 2014.

COSTA, Mariana de Almeida. **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. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf. Acesso em: 17 mai. 2023.

KOMNINAKIS, D; PIRATELLI, C. L.; ACHCAR, J. A.. Análise de confiabilidade para formulação de estratégia de manutenção de equipamentos em uma empresa da indústria alimentícia. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 560-92, 2018. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2871/1666>. Acesso em: 10 mai 2023.

POGIBIN, G. G. **Memórias de metalúrgicos grevistas do ABC paulista**. 2009. 259 f. Dissertação (Mestrado Psicologia) – Universidade de São Paulo. SP. Faculdade Psicologia Social e do Trabalho. São Paulo, 2009.

POMPEU, B. N. **Desenvolvimento da indústria automobilística sob a ótica do plano de metas do governo Juscelino Kubitschek (1956 – 1961)**. 2017. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

ROEHE, N. S. **A Indústria automobilística e a política econômica do governo Geisel: tensão em uma parceria histórica (1974 – 1978)**. 2011. 168 f. Tese (Doutorado em Filosofia e Ciências Humanas) – Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Porto Alegre. 2011.

SILVA, M. V. d; MARTINS, M. K. D. S. Just In Time e as relações de trabalho na montadora Mitsubishi Motors Do Brasil S.A. In: NEVES, A. F; PAULA, M. H. D; BERNARDO, J. L (org.) **Estudos Interdisciplinares em Ciências Ambientais, Território e Movimentos Sociais**. Goiás, Editora Edgard Blucher Ltda, 2016.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

YOSHIDA, Lucas Silva. **Projeto adaptativo de um sistema de freios para utilização em carro de competição classe fórmula SAE**. 2013. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/18062700/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

21

ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM ROLAMENTOS INDUSTRIAIS

VIBRATION ANALYSIS IN INDUSTRIAL BEARINGS

Denilson Rowan Silva dos Santos¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Antonio Merval Tavares²

Michelle Suzane Mendes Pinheiro de Oliveira²

Tyla Mendes Ricci³

1 Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

3 Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA

Resumo

Prevenir quebras e prolongar a vida útil de um sistema ou equipamento é o principal objetivo da manutenção preventiva. Para tal, é necessário monitorizar regularmente as condições de funcionamento do sistema de forma a detectar potenciais reduções de eficiência que, em fases posteriores, possam levar a falhas. Um dos princípios da manutenção preventiva é examinar o equipamento em seu ambiente normal de trabalho. O fato de a produção não precisar ser interrompida torna esse fator um dos principais benefícios do uso de uma abordagem preventiva. A aplicação da técnica de análise de vibração a rolamentos produz resultados incrivelmente significativos que identificam quaisquer anomalias. O uso de rolamentos permite a transmissão de força e movimento. Podem ser encontrados em grande quantidade em diversos setores industriais, e dentre as diversas estruturas em que podem ser encontrados, podem ser divididos em rolamentos axiais e radiais. A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. Conclui-*Se*, portanto, que este estudo buscou efetuar uma fundamentação teórica das diversas abordagens de manutenção, destacando a manutenção preventiva e a técnica de análise de vibração, e relacionando-a com a detecção de falhas em rolamentos.

Palavra-chave: Rolamentos. Manutenção Preditiva. Indústrias. Vibrações. Maquinários.

Abstract

Preventing breakdowns and extending the useful life of a system or equipment is the main objective of preventive maintenance. To this end, it is necessary to regularly monitor the operating conditions of the system in order to detect potential reductions in efficiency that, in later stages, may lead to failures. One of the principles of preventive maintenance is to examine equipment in its normal working environment. The fact that production does not have to stop makes this one of the main benefits of using a preventative approach. Applying the vibration analysis technique to bearings produces incredibly meaningful results that identify any anomalies. The use of bearings allows the transmission of force and movement. They can be found in large numbers in various industrial sectors, and among the various structures in which they can be found, they can be divided into axial and radial bearings. Regarding the methodology of the work, a Qualitative and Descriptive Literature Review was used, in which books, dissertations and scientific articles and reliable sites such as LILACS, SCIELO and Google Scholar were consulted. It is therefore concluded that this study sought to provide a theoretical basis for the various maintenance approaches, highlighting preventive maintenance and the vibration analysis technique, and relating it to the detection of failures in bearings.

Keywords: Bearings. Predictive Maintenance. Industries. Vibrations. Machinery.



1. INTRODUÇÃO

A análise de vibração é um método necessário e importante para a manutenção preditiva, sendo esse responsável por detectar os possíveis desgastes causados pela vibração. A ausência de lubrificação pode contribuir para gerar vibração e conseqüentemente aumentar o atrito, reduzindo o amortecimento das forças dinâmicas.

Logo análise de vibração dos rolamentos industriais busca detectar com frequências as características de amplitude e distribuição de forma harmônica, que são resultados em determinar de forma precisa e segurança o grau de deterioração do rolamento. Nesse contexto essa ferramenta evita que ocorra desgaste prematuro dos componentes, quebras inesperadas, fadiga estrutural e evita o índice de acidentes dentro da indústria.

Nesse contexto a presente pesquisa buscou compreender a importância da inserção da análise de vibração em rolamento para redução de falhas nas indústrias, sendo esta uma técnica de manutenção necessária para criar ações antecipadas que evitam falhas nos equipamentos. O processo de análise de vibração em rolamentos evita que ocorra a redução da eficiência, substituições desnecessárias e prolonga a vida útil do maquinário.

A manutenção preditiva é responsável pelo monitoramento periódicos dos componentes e das máquinas, objetivando assim a redução de quebras e de rendimentos. A identificação de possíveis vibrações em maquinários requer uma análise para assim minimizar a fricção entre as peças móveis do maquinário e o suporte da carga. Surge assim um questionamento a ser analisado: Quais os benefícios da análise de vibração em rolamento para as indústrias?

O objetivo geral buscou compreender a importância da inserção da análise de vibração em rolamento para redução de falhas nas indústrias. Já os objetivos específicos buscaram: estudar as técnicas de manutenção preditiva nas indústrias, definir as principais características da análise de vibração e abordar a importância da manutenção preditiva nos rolamentos.

Deste modo, esta pesquisa de revisão bibliográfica pode contribuir para a sociedade em geral trazendo informações baseadas em evidências científicas a respeito do assunto. Já para os acadêmicos pode ser fomento para futuras pesquisas.

A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre os anos de 2013 a 2022. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Rolamentos, Manutenção Preditiva, Indústrias, Vibrações e Maquinários.

2. A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO DA ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM ROLAMENTO PARA REDUÇÃO DE FALHAS NAS INDÚSTRIAS

O processo de manutenção preditiva avançado passou a ser considerado as seguintes tarefas: detecção, autópsia, diagnóstico, prognóstico e autópsia. O processo de detecção consiste no procedimento da coleta de dados, comparando os padrões, os manuais e os operativos, assim como a tendência de linha de medição. O diagnóstico por sua vez envolve o processo de identificação dos modos de falha que podem ocorrer no equipamento,

buscando assim determinar a severidade do mesmo. O prognóstico é considerado o mais desafiador, por envolver a estimativa de tempo até a falha, que busca verificação a linha da tendência e planejando o tempo apropriado para que ocorra a manutenção. A autópsia ou análise da causa raiz, por isso o processo investigativo que busca envolver as atividades em laboratório e em campo que buscam confirmar as hipóteses pelas quais as evidências das falhas (SILVA, 2013).

Outra etapa é o processo de monitoramento, onde são feitas as prescrições que envolvem as recomendações que devem ser aplicadas em qualquer etapa do processo de monitoramento, pois envolvem as recomendações e para possíveis alterações de parâmetros operativos, alterações das estratégias de monitoramento, assim como o desenho do processo ou do equipamento. Esse processo de manutenção preditiva que também deve implantado através do sistema de monitoramento periódico e contínuo (ALMEIDA, 2018).

Todo o monitoramento é feito de forma periódica, buscando assim a coleta de dados e a análise sobre a forma intermitente, que é aplicada aos equipamentos com certa criticidade onde os modos de falhas são conhecidos e o foco é obter linhas de tendência que possuem um nível de severidade, onde os problemas adversos acionam o processo de investigação (SCHEIBI, 2011).

Todo o processo de monitoramento contínuo envolve a coleta e o a análise constante dos dados, onde os sistemas permanentes de coleta, assim como as amostras e as análises são realizadas de forma automática. Esse tipo de monitoramento deve ser normalmente atribuído a algum tipo de monitoramento que é atribuído aos equipamentos que estão em estado mais crítico, ou seja, que necessitam de reparos por conta de perdas, substituição ou por conta da produção. A mudança desse tipo de tendência necessita de atenção para não provocar danos aos equipamentos (MOBIUS, 2011).

A análise de vibração de um equipamento nas indústrias em operação pode trazer inúmeras informações sobre a condição desse tipo de ativo. Logo o equipamento em sua condição normal pode apresentar uma assinatura de vibração que é um comportamento esperado por ser uma característica comum. Na medida em que as falhas ocorrem nessa assinatura de vibração, ocorrem alterações, pois os níveis de vibração do equipamento podem aumentar (MARQUES; RIBEIRO, 2012).

Logo a análise dos níveis de vibração tem como referência a assinatura que contribui para a caracterização das condições de falhas nos equipamentos. A análise do espectro da vibração possibilita a caracterização de diferentes mecanismos de falhas no equipamento, logo é análise de vibração que consegue compreender a condição do ativo sem que ocorra a necessidade de parar o maquinário, podendo efetuar uma programação para a atividade de forma antecipada e assertiva (COSTA, 2013).

O processo de medição de vibração de um equipamento utiliza um transdutor para transformar as mudanças mecânicas quantitativas, onde ocorre o deslocamento, a velocidade e a aceleração do componente. Trata-se de uma resposta elétrica. Todos os níveis de sinais de saída do transdutor são da mesma ordem, onde os ruídos elétricos presentes no processo de medição. Para que sejam evitados esses problemas o sinal deve ser amplificado e filtrado com ajuda de um condicionador de vibração (ALMEIDA; FIGUEIREDO, 2022).

Os transdutores podem ser deslocados, de acordo com a velocidade e a aceleração. O uso de transdutores varia de acordo com a concepção e a aplicabilidade. Logo o funcionamento básico de um transdutor deve ser através da variação mecânica, que pode ser transformada em uma variação elétrica, principalmente se for utilizado materiais piezelétricos que geram uma carga elétrica deformada. O modo mais comum é o acelerômetro piezelétrico, que consiste em um sinal proporcional à aceleração. A velocidade por sua vez



é deslocada através do processo de integração eletrônica, que ocorre durante a coleta do sinal para o conversor das vibrações (MOBIUS, 2017).

Silva (2013) cita que a utilização de acelerômetros busca permitir a medição de sinais com uma faixa de frequência com mais de três décadas sendo elas 5 Hz à 5 kHz ou de 20 Hz à 20 kHz, não podendo alcançar os transdutores de velocidade que podem chegar a 1 ou 2 kHz. O processo de vibrações em máquinas pode ser avaliado de acordo com o processo de medição relativa ou absoluta.

É necessário abordar que a medição relativa ocorre através do deslocamento do eixo em relação ao mancal que é obtido através de transdutores de proximidade, que normalmente são usados em casos de rotores sobre um filme de lubrificação ou não, que podem ocorrer normalmente por conta do contato das partes fixas ou entre as moveis do equipamento. Na medição absoluta de movimento podem ser usados transdutores de aceleração ou de velocidade para identificar o processo de vibração que é gerada pelo mancal a partir do contato entre as partes que são classificadas como girantes (MARQUES; RIBEIRO, 2012).

Dentro desse contexto a atuação da manutenção preditiva nos rolamentos, contribui para apoiar as células de manutenção de diversas áreas que atuam nas indústrias. A equipe de manutenção preditiva é responsável pela análise de vibração, assim como pela análise de óleo de centrais hidráulicas, transformadora, lubrificantes, disjuntores em salas elétricas e componentes elétricos (SILVA, 2013).

Esse processo de análise de vibração realizada nos equipamentos é classificado e ocorre em dois tipos de monitoramento. O primeiro monitoramento é realizado de forma online e deve ser acompanhado por uma central de monitoramento, onde são acionados alarmes pré-definidos que se iniciam de acordo com a análise mais aprofundada dos sinais técnicos de manutenção. O segundo é feito através de um monitoramento off-line, que é realizado de forma periódica tendo como finalidade analisar os equipamentos de risco mais crítico, onde os sinais coletados são levados para análises dos técnicos de manutenção. Nesses dois tipos de monitoramento é possível evitar as falhas no processo de manutenção, que contribui com reparos e relubrificação (COSTA, 2013).

Logo o processo de análise de vibração de rolamento contribui para monitorar possíveis falhas que possam ocorrer no maquinário. Contribuindo assim que as falhas produtivas sejam evitadas através da manutenção preditiva periódica e da rotina de inspeções e monitoramento de ativos, que apresentam a real situação do maquinário (SCHEIBE, 2011).

O processo de manutenção preventiva é necessário para monitorar de forma periódica os componentes e maquinários industriais com o objetivo de evitar a redução de rendimento e quebras, assim como contribuir para o prolongamento da vida útil. Essas técnicas de manutenção preventivas também contribuem para diminuir o desgaste prematuro dos componentes, em algumas indústrias as medidas preventivas podem ser: análise de óleo, análise de assistência elétrica, balanceamento, termografia além da análise de vibração, sendo essa uma das mais utilizadas.

A análise de vibração trata-se de uma manutenção preditiva que tem como objetivo identificar possíveis vibrações provenientes de algumas partes do maquinário que podem afetar os rolamentos. Esses rolamentos por sua vez contribuem para minimizar a fricção entre peças e moveis da máquina para suporte da carga. É necessário citar que a falha desses rolamentos pode gerar danos a eficiência do processo e provocar altos danos a outras partes do maquinário.

Quando ocorre uma falha grave, um componente pode danificar um equipamento

no valor de várias centenas de milhões de dólares, que é exatamente o que acontece. Por isso, a manutenção preventiva só dá resultados altamente compensadores quando prevê, com um prazo razoável (entre duas e oito semanas), quando um componente vai começar a avariar ou, por outras palavras, quando é necessário substituir um componente para evitar interrupção da produção.

Os sintomas de defeitos de rolamento geralmente se manifestam muito antes da eventual falha, que pode ser causada pela ruptura ou deterioração do componente. A emissão desses sinais é objeto de pesquisa para análise vibracional de manutenção preventiva. O mesmo autor também observa que “Os defeitos típicos que se desenvolvem dessa maneira incluem riscos em pistas, em rolos ou esferas, *pitting*, trincas, corrosão, erosão e contaminação. O fenômeno *pitting* é um tipo de corrosão muito destrutivo que afeta superfícies metálicas.

É importante observar que a deterioração de um rolo pode começar tanto na pista interna quanto externa, bem como em um dos componentes do rolamento ou na gaiola, e depois se espalhar para as demais partes.

A frequência das falhas de rolamento tem uma característica única de serem assíncronas, ou seja, não totalmente múltiplas da velocidade de rotação do eixo. Isso pode possibilitar sua identificação, mesmo que desconheçam as características da função que estão sendo observadas.

Ao contrário da maioria das frequências vibracionais produzidas por componentes mecânicos, essas são, na verdade, frequências vibracionais de falha; como resultado, eles só estarão presentes no espectro vibratório quando os rolamentos estiverem realmente defeituosos ou, no mínimo, quando suas partes constituintes forem expostas a tensões e deformações excessivas que possam levar à falha.

É fundamental analisar as estratégias de manutenção para alcançar o equilíbrio adequado entre elas dentro de uma linha de produção. A manutenção foi direcionada para equipamentos e componentes menores e mais baratos. A manutenção preventiva é realizada em equipamentos críticos de processo com o objetivo de evitar interrupções quando a manutenção planejada é realizada de forma mais sustentável no equipamento.

Além disso, a manutenção preventiva é necessária para preservar atividades de alto valor que são críticas para o processo de produção quando um grande número de excessos não é viável ou quando intervenções preventivas mais extensas exigem mais tempo e complexidade técnica. Consolidar todas as estratégias de gerenciamento de manutenção com base em uma classificação precisa do equipamento tornou-se crucial.

Essa análise deve considerar o custo de substituição do ingrediente ativo, qualquer dano colateral causado por uma falha potencial, que pode variar desde a simples perda do ingrediente ativo até atrasos, incluindo perdas de produção e falhas catastróficas. Em outras palavras, as estratégias de manutenção são extremamente importantes quando utilizadas corretamente para gerenciar os riscos operacionais e garantir sua sustentabilidade.

Dentro da manutenção preventiva, uma análise de vibração revelará a assertividade da atuação nas mais diversas formas de um item estar com defeito. É uma técnica muito flexível que possibilita o monitoramento da mais ampla gama de equipamentos rotativos, desde um rotor básico até uma turbina com rotações extremamente altas. Com a utilização de sensores acelerômetros piezoelétricos e softwares de integração de sinais, é possível cobrir uma ampla faixa de frequências, possibilitando a detecção dos mais diversos tipos de falhas.

É possível identificar os modos fundamentais de falha no caso de equipamentos



de contato rotativo entre suas partes rotativas, ou seja, quando tais equipamentos utilizam tipicamente folgas de rolamento. Eles consistem em desequilíbrio, desidratação, folgas excessivas, rolamentos e engrenadas que precisam de reparo. Nos dois últimos, destacamos a importância da análise de envelope e demodulação, que permite rastrear o desenvolvimento de falhas imaturas presentes na degradação desses componentes.

Observando o estudo de caso em questão, fica claro o quanto é importante manter um olhar atento às estratégias de manutenção que tragam assertividade ao trabalho das equipes. Assim, a adequada categorização e estratégia de manutenção dentro da gama de equipamentos ali encontrados resultará em intervenções bem planejadas com atividades priorizadas e assertivas. A comunicação adequada entre as estratégias rende produtividade para as atividades de manutenção, onde equipes de diversas áreas focam em medidas corretivas e preventivas com algum monitoramento sensível aliado a uma equipe de monitoramento preditivo que determinará objetivamente quando e onde uma intervenção é necessária para equipamentos mais complicados e críticos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em decorrência do ambiente competitivo que as indústrias vivenciam, há uma necessidade cada vez maior de redução de custos em geral. Uma das primeiras áreas onde os esforços devem ser concentrados é a manutenção de sistemas e equipamentos. Essa preocupação em manter os equipamentos operando dentro dos parâmetros recomendados traz diversas vantagens tanto para os equipamentos pessoais quanto para a equipe de produção e manutenção.

O desenvolvimento deste estudo possibilitou destacar a manutenção preventiva dentre as diversas estratégias de manutenção. Essa estratégia consiste em verificar rotineiramente as condições operacionais dos componentes, o que traz diversos benefícios, como, por exemplo, evitar quedas de eficiência, substituição de itens desnecessários e, principalmente, eliminação de falhas. Além disso, o objetivo é prolongar a vida útil das peças do sistema ou da máquina.

Os rolamentos são os componentes responsáveis por minimizar o atrito entre as partes móveis da máquina e suportar a carga. Têm forte presença nos mais diversos segmentos industriais. Em decorrência de sua importância, faz-se necessária a aplicação, entre outras técnicas, da técnica de análise de vibração, que é responsável por identificar falhas ocultas que possam estar potencialmente presentes em rolamentos.

É importante obter mais apoio da indústria para permitir novos e mais estudos de caso como recomendações para trabalhos futuros. Além disso, a diversidade de estudos de caso pode contribuir para um modelo mais amplo, alavancando um embasamento teórico, possibilitando a aplicação prática do assunto abordado e gerando resultados mais efetivos.

Referências

ALMEIDA, M. T. **Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade.** 2018. Disponível em: <https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ALMEIDA, Dyhego Farias; FIGUEIREDO, Vívian Fávere. **Análise e detecção de falhas em mancais de rolamento por análise de vibrações.** 2022. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

COSTA, Mariana de Almeida. **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.

MARQUES, Ramiro Queirolo; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Criação de um Plano de Manutenção para o Equipamento Torno Descascadeira Utilizando Conceitos de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e Manutenção Produtiva Total (MPT).** 2012. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65664/000858032.pdf?sequence=1>> Acesso em: 29 mar. 2023.

MOBIUS, Institute. **Treinamento de Vibração Nível I.** Apostila do Curso de Análise de Vibrações Category I. 2017.

SCHEIBE, Gilberto Martins. **Gestão da Manutenção de uma unidade de estampagem de componentes para a indústria automóvel na Inapal Metal S.A., empresa cliente da Iberogestão Lda.** 2011. 84f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011.

SILVA, Derick Henrique de Jesus. **Processamento de Sinais para Monitoramento de Vibrações em Unidades Geradoras Hidrelétricas.** UFMG, 2013. Disponível em: <https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/1001M.PDF>. Acesso em: 29 mar. 2023.



22

MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO PROCESSO PRODUTIVO *INDUSTRIAL MAINTENANCE IN THE PRODUCTION PROCESS*

Lucas Santos Vale¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente artigo abordou sobre a manutenção industrial no processo produtivo. A manutenção industrial tem ligação direta com questões relacionadas à qualidade e atrasos nas entregas, a ausência de manutenção dos equipamentos pode acarretar prejuízos financeiros para uma organização empresarial. Portanto, a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos desempenham um papel fundamental na eficiência operacional das empresas, resultando em uma maior responsabilidade por manutenção. A manutenção no processo produtivo industrial serve para corrigir falhas e evitar paralisias e falhas de equipamentos, com a ressalva de que não é aconselhável esperar até que uma máquina quebre antes de pausar a produção e voltar à atenção para a manutenção do equipamento. O objetivo geral buscou discutir a importância da manutenção industrial para o processo produtivo. A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores como Gomes (2018) e Mendes (2011) Vieira (2009 por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Conclui-se que a manutenção industrial é uma das ferramentas mais promissoras do mercado, por se tratar de uma técnica futurista que detecta futuras falhas com intuito de não permitir os desperdícios dos recursos industriais.

Palavras-chave: Manutenção. Indicadores de Manutenção. Indústria. Processo Produtivo. Mercado.

Abstract

This article addressed industrial maintenance in the production process. Industrial maintenance has a direct connection with issues related to quality and delays in deliveries, the lack of equipment maintenance can lead to financial losses for a business organization. Therefore, the availability and reliability of equipment plays a fundamental role in the operational efficiency of companies, resulting in greater responsibility for maintenance. Maintenance in the industrial production process serves to correct faults and avoid paralysis and equipment failures, with the exception that it is not advisable to wait until a machine breaks down before pausing production and returning attention to equipment maintenance. The general objective sought to discuss the importance of industrial maintenance for the production process. The methodology adopted in this research is a literature review with a qualitative and descriptive bibliographic research method, based on authors such as Gomes (2018) and Mendes (2011) Vieira (2009 through consultations with books, articles, reliable websites published in the last 10 years. It is concluded that industrial maintenance is one of the most promising tools on the market, as it is a futuristic technique that detects future failures with the aim of not allowing industrial resources to be wasted.

Keywords: Maintenance. Maintenance Indicators. Industry. Production Process. Market.



1. INTRODUÇÃO

As competitividades entre as organizações trazem disputas acirradas pelo mercado do atual contexto mundial, sendo que a produtividade é fundamental para alcançar maior lucratividade. Assim, a tendência é exigir o mais alto nível de eficiência no setor produtivo da empresa, sendo necessário minimizar o tempo perdido por falhas nos equipamentos. Nesta situação, a manutenção do equipamento é crucial e não deve ser negligenciada.

Além de questões relacionadas à qualidade e atrasos nas entregas, a ausência de manutenção dos equipamentos pode acarretar prejuízos financeiros para uma organização empresarial. Portanto, a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos desempenham um papel fundamental na eficiência operacional das empresas, resultando em uma maior responsabilidade por manutenção. A ocorrência de falha de equipamento pode resultar na ocorrência de perdas pela quantidade de um componente e na depreciação de bens decorrentes de manutenção inadequada.

Para garantir que o equipamento esteja sempre disponível, a responsabilidade pela manutenção industrial deve dar prioridade máxima à implementação de procedimentos eficazes de prevenção de falhas. Essa estratégia é necessária para estabelecer qualidade, competitividade e cumprimento de prazos pré-determinados, diferenciando a empresa de seus rivais. É oferecido um estudo de literatura que discute as diversas modalidades de manutenção, suas funções únicas e os indicadores utilizados para avaliar a eficácia das atividades de manutenção à luz dos fatores acima mencionados. Entre os vários tipos de manutenção, a manutenção destaca-se pela sua capacidade de reduzir os custos associados aos serviços de suporte técnico, os custos imprevistos associados às compras e o número de intervenções corretivas, bem como de aumentar a vida útil e a eficiência dos equipamentos.

Nesse contexto, o presente artigo apresenta a seguinte questão-problema de pesquisa: como a manutenção industrial pode contribuir para o processo produtivo? A manutenção no processo produtivo industrial serve para corrigir falhas e evitar paralisias e falhas de equipamentos, com a ressalva de que não é aconselhável esperar até que uma máquina quebre antes de pausar a produção e voltar à atenção para a manutenção do equipamento. Manter processos de produção contínuos e equipamentos nas melhores condições é crucial para a manutenção preventiva.

O objetivo geral buscou discutir a importância da manutenção industrial para o processo produtivo, os específicos buscaram: compreender o sistema de manutenção industrial, discutir os tipos de manutenção e conceituar os indicadores da manutenção industrial.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores como Gomes (2018) e Mendes (2011) Vieira (2009 por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Manutenção, Indicadores de Manutenção, Indústria, Processo Produtivo e Mercado.

2.2 Resultados e Discussão

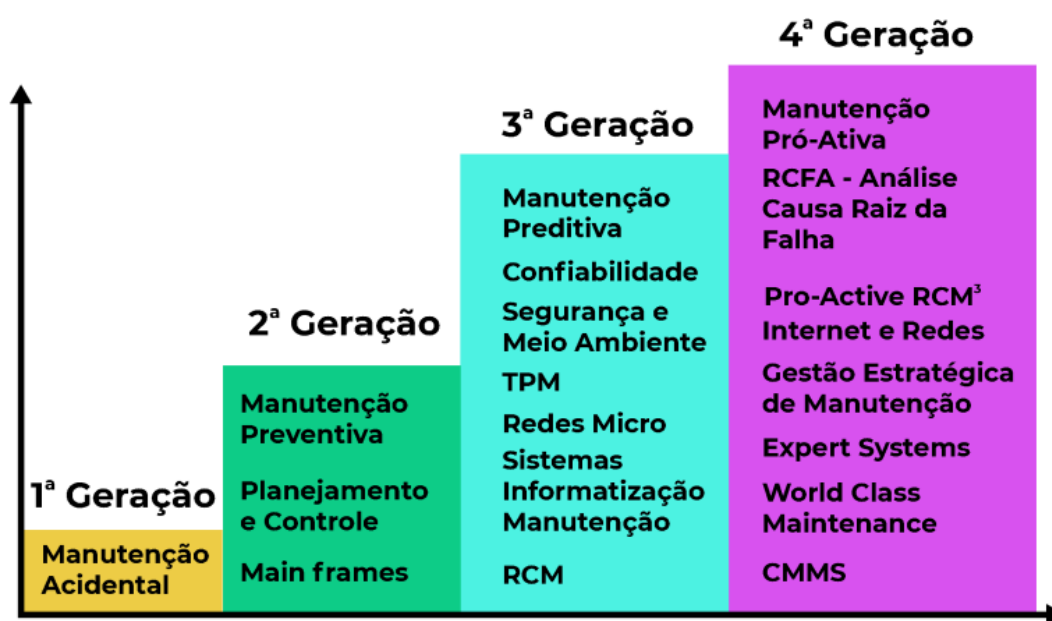
No cenário industrial atual, a manutenção ganha cada vez mais importância à medida que as empresas a utilizam como uma ferramenta competitiva para manter a qualidade dos produtos e prolongar a vida útil dos seus equipamentos, gerando assim um maior retorno sobre o investimento na produção. Ao longo do tempo, a área de manutenção tem experimentado mudanças de grande magnitude (TURBINO, 2009).

Segundo Werkema (2006), um elemento crucial para esse processo evolutivo reside no incremento específico tanto em termos quantitativos quanto em diversidade de itens físicos, tais como instalações, equipamentos e edificações. Além disso, observa-se um aumento na demanda por projetos de maior complexidade, o que acarreta a necessidade de adoção de novos métodos e atribuições adicionais para os setores responsáveis pela manutenção.

Segundo Almeida (2010), a evolução da manutenção pode ser categorizada em três gerações, cada uma correspondendo a uma época tecnológica distinta na produção. Logo Almeida (2014) argumentam que para atender às expectativas, a manutenção teve a obrigação de evoluir com o objetivo de garantir que os equipamentos sejam capazes de manter seu desempenho e funções necessárias com pouco dispêndio de recursos. Segundo Corrêa e Corrêa (2006), três fatores principais contribuem para o surgimento da terceira geração, a saber: novas expectativas de equipamentos, novas pesquisas e, finalmente, novas ferramentas e técnicas de manutenção.

A terceira geração distingue-se pela melhoria dos métodos utilizados nas gerações anteriores, bem como pela incorporação de novas tecnologias e ferramentas que permitiram um processo de manutenção significativamente mais eficiente para esta nova geração de equipamentos e métodos de fabrico nas indústrias modernas. A Figura 1 mostra a evolução do lapso de tempo da manutenção (ALMEIDA, 2014).

Figura 1. Evolução da Manutenção



Fonte: Almeida (2014)

Desde o advento da mecanização e industrialização, a tecnologia avançou com o avanço de máquinas, ferramentas e materiais. A manutenção não poderia ficar para trás nessa evolução, por isso a indústria buscou aprimorar seus procedimentos práticos de

montagem, desmontagem, substituição de peças, lubrificação e outras atividades relacionadas, além de avançar na gestão administrativa da manutenção (GARCIA, 2013). Segundo Almeida (2019) categoriza a manutenção em três tipos:

- a) Manutenção Preventiva;
- a) Manutenção Preditiva;
- a) Manutenção Corretiva.

O objetivo da manutenção preventiva é identificar e corrigir potenciais falhas e não conformidades antes que elas ocorram, sendo que todas as ações de reparo ocorrem enquanto o sistema ainda está operacional (KARDEC; NASCIF, 2013). Como esse tipo de manutenção exige a compra de peças para equipamentos que ainda estão em funcionamento, esse modelo de manutenção poderá ser retirado da gestão da empresa. É responsabilidade da indústria determinar se é realmente necessário e demonstrar os benefícios através da melhoria da produtividade dos equipamentos e da melhoria dos processos (ALMEIDA, 2014).

Este método de manutenção pode ser definido como manutenção preventiva baseada na condição atual do equipamento determinada por análises. Permitindo a monitorização dos equipamentos através da execução de medições e análises efetuadas enquanto o equipamento se encontra em funcionamento, permitindo uma maior disponibilidade pois o equipamento só é sujeito a intervenções se estas forem verdadeiramente necessárias (BRANCO; FILHO, 2008). Segundo Corrêa e Corrêa (2006), esse modelo de manutenção é baseado na probabilidade de deterioração do equipamento, evitando falhas através do monitoramento de parâmetros.

As principais técnicas de manutenção preventiva incluem análise de vibração, ultrassom, termografia, análise de óleo, análise de falhas de rolamentos, alinhamento de eixo a laser, monitoramento de condições de máquinas e endoscopia industrial. A manutenção preditiva utiliza uma diversidade de métodos de investigação para interagir com máquinas e equipamentos. Primeiramente, é essencial que o técnico adquira um entendimento abrangente dos modos de falha dos equipamentos em questão. Consequentemente, os usuários têm a capacidade de selecionar a técnica de manutenção preventiva mais adequada para seus equipamentos (GOMES; ANDRADE; COSTA, 2018).

Segundo Silva (2011), manutenção corretiva que faz referência a um conjunto de procedimentos que são realizados com a finalidade de atender imediatamente a produção, máquina ou equipamento que parou. Segundo Verri (2012), a manutenção corretiva refere-se a um conjunto de medidas empreendidas com o objetivo de solucionar falhas decorrentes de desgaste ou flexibilidade de máquinas e equipamentos. Em termos mais precisos, o assunto em questão refere-se às instruções de reparo nas partes afetadas por uma falha, que podem abranger atividades como reparos, ajustes, equilíbrios, substituições de componentes ou até mesmo a substituição integral do equipamento em análise.

Segundo Branco Filho (2008), planejamento é o processo de delinear o quadro geral das tarefas a serem executadas e os métodos a serem empregados para atingir os objetivos da organização. De acordo com os autores, é possível inferir que um planejamento eficiente, que antecipar possíveis falhas e fornecer os recursos e ferramentas necessárias, além de padronizar as tarefas, é fundamental para um gerenciamento mais eficaz do setor. O controle consiste na supervisão e supervisão periódica das atividades realizadas, com o objetivo de garantir que sejam realizadas dentro do prazo previsto e de acordo com o planejamento previamente definido.

Segundo Carvalho (2009), o conceito de controle pode ser descrito sucintamente

como uma atividade essencial que visa garantir o alcance dos objetivos, desafios, metas, estratégias e projetos estabelecidos. É possível inferir que o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) desempenha um papel crucial dentro da estrutura organizacional, sendo responsável por garantir a confiabilidade dos equipamentos, o que resulta em um incremento na produtividade e na otimização dos ganhos financeiros. Além disso, é relevante destacar que essa esfera de atuação possui a incumbência de garantir a preservação e zelo das condições do patrimônio da entidade.

Segundo Kardec e Nascif (2013), quem não mede, não gerencia. O objetivo dos índices de manutenção é avaliar os níveis de desempenho de máquinas ou processos, fornecendo ao pessoal de manutenção informações sobre o estado das ações de manutenção e estabelecendo benchmarks para atingir as metas de operação e disponibilidade dos equipamentos (GARCIA, 2018). Existem indicadores de alcance global para a manutenção, além de outros que, embora não se enquadrem nessa categoria, podem ser aplicados no contexto do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), que é responsável pela gestão do plano de manutenção preventiva. Em primeiro lugar, é introduzido um indicador denominado taxa de insucesso, seguido de três índices globais amplamente reconhecidos.

A taxa de falhas pode ser definida como o número de falhas dentro do período operacional do equipamento. A taxa de falhas é demonstrada pela expressão abaixo, que divide o número total de falhas pelo número de horas de operação do equipamento. A fase inicial, denominada mortalidade infantil, ocorre no início da operação, caracterizada por falhas decorrentes da ausência de configurações iniciais. A segunda fase é caracterizada por falhas operacionais persistentes. O estágio subsequente é identificado pela fase de envelhecimento, sem que o equipamento se manifeste devido a interferências resultantes de falhas em seus componentes devido à operação prolongada (FOGLIATO; RIBEIRO, 2009).

O conceito de MTBF para determinar o Tempo Médio entre Falhas (MTBF), é necessário dividir as horas de disponibilidade do equipamento pelo número de intervenções corretivas nesse período. É possível observar que à medida que o índice do MTBF aumenta, ocorre uma redução do número de intervenções corretivas realizadas no equipamento ou um aumento no número de horas disponíveis para utilização do mesmo. Portanto, é correto afirmar que um MTBF maior é indicativo de um desempenho superior (VERRI, 2012).

O MTTR é um indicador utilizado para medir a quantidade de tempo em que um equipamento fica indisponível devido a atividades de reparo. O cálculo do Tempo Médio para Reparo (MTTR) é realizado dividindo o total de horas de inatividade pelo número de ações corretivas. A eficiência do equipamento é diretamente proporcional à diminuição do tempo médio para reparo (MTTR), resultando em uma redução das horas de indisponibilidade para operação (SILVA, 2012).

Conforme recomendado por Mendes (2011), o termo “disponibilidade” é utilizado para descrever a quantidade de tempo em que um equipamento permanece operacional, executando as tarefas para as quais foram concebidas. A determinação da disponibilidade pode ser realizada por meio da relação entre o número de horas disponíveis para trabalho e o total de horas esperadas para serem dedicadas por uma pessoa. Normalmente, essa abrangência engloba todos os períodos de funcionamento da organização.

Os indicadores são dados estatísticos relativos a uma determinada situação, dados numéricos estabelecidos sobre um processo que se pretende monitorizar, permitindo avaliar situações atualmente em comparação com situações anteriores. Assim, funciona como um método de avaliação do desempenho vis-à-vis das metas condicionais (BRANCO FILHO, 2006). Os dados obtidos ao longo do processo produtivo foram o material para constituir os indicadores, o que contribui para a realização de uma avaliação do desempe-

nho da atividade de manutenção. Esses indicadores são utilizados em diversas situações para identificar potenciais oportunidades de melhoria de equipamentos (COSTA, 2014).

Os indicadores de desempenho permitem uma gestão eficiente, baseada nos objetivos estratégicos da empresa. Isso envolve a escolha de uma variedade de indicadores para serem implementadas nas empresas como parte da gestão de manutenção. O presente estudo abordará os indicadores de tempo médio para reparo (MTTR), tempo médio entre falhas (MTBF), disponibilidade e backlog. Os indicadores foram selecionados devido à sua consonância com os objetivos do produto (CARVALHO; GOMES; BORGES, 2009).

São estabelecidas as bases para um programa de ações de melhoria contínua, juntamente com princípios justificativos para novos investimentos. Torna-se possível identificar áreas de baixo desempenho, identificar oportunidades e projetar valores econômicos para oportunidades através do uso de indicadores nas organizações (ALMEIDA, 2019).

3. CONCLUSÃO

O artigo destacou a importância da manutenção preventiva como ferramenta para aumentar a disponibilidade dos equipamentos e aumentar a produtividade. Os dados e registros de manutenção e apontamentos foram coletados para o estudo e analisados no software ERP da empresa. Isso permitiu a análise de perdas por manutenção inadequada e perdas de produção.

A importância de utilizar os indicadores de disponibilidade, tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo e backlog foi examinada durante a proposta de implementação de manutenção preventiva. Quando estes indicadores são utilizados, por meio de medidas e análises baseadas neles, pode ser possível melhorar o desempenho e a disponibilidade dos equipamentos, tornando-os mais eficazes, reduzindo interrupções não planejadas no serviço e aumentando a produtividade.

Assim o contexto do estudo buscou apontar como manutenção industrial é essencial para melhorar a produtividade da empresa, sanando assim possíveis problemas na produção e entrega de seus produtos. Conclui-se que a manutenção industrial é uma das ferramentas mais promissoras do mercado, por se tratar de uma técnica futurista que detecta futuras falhas com intuito de não permitir os desperdícios dos recursos industriais.

Referências

- ALMEIDA, Bruno Guerra; FABRO, Elton. **Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM**. Scientia Cum Industria, Caxias do Sul, v. 7, n. 2, p. 23-39, 2019.
- ALMEIDA, P. S. de. **Manutenção Mecânica Industrial - Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo: Érica, 2014.
- BORGES, M. C. **Implantação de Sistema Informatizado para Planejamento e Controle da Manutenção – Empresa Vileflex**. 2009, 91p. Curso Superior de Tecnologia – Manutenção Industrial, Universidade Vale do Rio Doce - Univale, Governador Valadares, 2009.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2006. 690p.
- BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2008.
- CARVALHO, André Moreira de; GOMES, Geraldo Messias; BORGES, Márcio de Castro. **Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção: História da Manutenção**. 2009. 91 f. TCC

(Graduação) - Curso de Tecnólogo em Manutenção Industrial, Tecnologia Industrial, Universidade Vale do Rio Doce (univale), Governador Valadares, 2009.

COSTA, M. de A.; **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** Juiz de Fora. 2013. DONATO, CÁSSIO H. B.; Implantação de planos de manutenção em uma empresa alimentícia. Campinas 2014.

FOGLIATO, F.; RIBEIRO, J. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** São Paulo: Elsevier Brasil, 2009.

GARCIA, T. C. **Aplicação dos conceitos de RCM e a ferramenta FMEA no aumento de confiabilidade em equipamentos de uma indústria química.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Graduação em Engenharia Mecânica) – Departamento Acadêmico em Engenharia de Mecânica, Universidade Estadual Paulista. Unesp, 2013.

GOMES, Milla Caroline; ANDRADE, Paulo César de Resende; COSTA, Thonson Ferreira. Análise de indicadores de desempenho da manutenção de um moinho de bolas. **Revista Thema, Pelotas**, v. 15, n. 3, p. 1089-1103, August 2018.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: função estratégica. 4 ed. **rev. ampl.** Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2013.

MENDES, A. A. **Manutenção Centrada na Confiabilidade:** Uma Abordagem Quantitativa. 20. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento Acadêmico em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

SILVA, Michel Phelipe Da Trindade. **Aplicação de técnicas de manutenção preditiva para o aumento da confiabilidade de locomotivas diesel elétrica:** Manutenção Preditiva. 2012. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Transporte Ferroviário, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção:** teoria e prática. 2 ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

VERRI, Luiz Alberto. **Sucesso em paradas de manutenção.** Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2012. 216 p.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.



23

OS MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA *INTERNAL COMBUSTION ENGINES*

Vando Ribeiro Sá Viana¹

¹ Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Os motores de combustão interna são classificados como máquinas térmicas que servem como comando alternativo para oferecer energia mecânica ou até mesmo a força motriz de acionamento. A utilização de motores de combustão interna contribuiu para facilitar os métodos de locomoção do ser humano, assim como contribuiu para o sistema produtivo e gerou inúmeras oportunidades. O objetivo geral buscou estudar a sistemática dos motores de combustão interna. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar a história dos motores alternativos de combustão, analisar os componentes que fazem parte da combustão interna e explicar o funcionamento dos motores de combustão interna. A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Tillmann (2013), Pereira (2019), Petrocino (2022), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Por fim, o estudo fez um apanhado histórico que buscou contextualizar o motor de combustão interna e suas funcionalidades para a sociedade.

Palavras-chave: Combustíveis. Combustão. Motor de Combustão de Interna. Tipos de Motores; Componentes de Motores.

Abstract

Internal combustion engines are classified as thermal machines that serve as an alternative control to provide mechanical energy or even the driving force. The use of internal combustion engines has contributed to facilitating human mobility methods, as well as contributing to the production system and generating numerous opportunities. The general objective sought to study the systematics of internal combustion engine engines. The specific objectives sought to: conceptualize the history of alternative combustion engines, analyze the components that are part of internal combustion and explain the functioning of internal combustion engines. The methodology adopted in this research is a literature review with a qualitative and descriptive bibliographic research method, based on the authors Tillmann (2013), Pereira (2019), Petrocino (2022), through consultations in books, articles, websites reliable literature published in the last 10 years. Finally, the study provided a historical overview that sought to contextualize the internal combustion engine and its functionalities for society.

Keywords: Fuels. Combustion. Internal Combustion Engine. Types of Engines; Engine Components.



1. INTRODUÇÃO

No momento, a utilização do motor elétrico como meio de propulsão para veículos está adquirindo uma predominância crescente na indústria automobilística, em grande parte devido à implementação de políticas voltadas para a diminuição das emissões de combustíveis fósseis, como quais são significativas uma das principais causas do aquecimento global. Leis estão sendo promulgadas em diversos continentes, inclusive na Europa, com o objetivo de estimular a produção e comercialização de veículos elétricos. No contexto brasileiro, o custo associado à aquisição deste produto ainda não o tornou amplamente popular há projetos de lei com o propósito de fomentar uma investigação e o avanço de iniciativas de cunho nacional, com o propósito de diminuir o custo de comercialização de automóveis elétricos.

Logo passou a ser necessário compreender a importância da evolução dos motores de combustão dentro do contexto

Os motores de combustão interna são classificados como máquinas térmicas que servem como comando alternativo para oferecer energia mecânica ou até mesmo a força motriz de acionamento. A utilização de motores de combustão interna contribuiu para facilitar os métodos de locomoção do ser humano, assim como contribuiu para o sistema produtivo e gerou inúmeras oportunidades.

Logo a presente pesquisa buscou estudar sobre os motores a combustão interna são dispositivos termodinâmicos que têm como finalidade a conversão da energia química contida nos combustíveis em trabalho mecânico. Esta liberação é conseguida através de uma reação exotérmica entre o combustível e o oxigênio contido no ar. Atualmente, há uma variação estrutural significativa entre os diversos motores a combustão disponíveis. No entanto, é possível identificar componentes que são comumente encontrados na maioria dessas máquinas. A problemática buscou o seguinte questionamento: Como funcionam os motores de combustão interna?

O objetivo geral buscou estudar a sistemática dos motores de motores de combustão interna. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar a história dos motores alternativos de combustão, analisar os componentes que fazem parte da combustão interna e explicar o funcionamento dos motores de combustão interna.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Tillmann (2013), Pereira (2019), Petrocino (2022), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Energia, Combustão, Motor de Combustão de Interna, Tipos de Motores e Componentes De Motores.

2.2 Resultados e Discussão

Em 1900, Rudolf Diesel mostrou ao público sua fantástica invenção: um protótipo de

motor de borracha por especificações. Durante algumas horas, seu motor funcionou com óleo de amendoim em diversos momentos de demonstração. Era um motor de baixa rotação com injeção indireta que podia queimar óleos vegetais naturais e combustíveis ainda mais pesados (TILLMANN, 2013).

Foi possível que a produção de motores de ignição por tração, conhecida como “motor Diesel” por honrar seu inventor, comece efetivamente após a Segunda Guerra Mundial. Quando o motor Diesel foi introduzido no mercado, funcionava com petróleo bruto, ou simplesmente petróleo filtrado. Durante o seu funcionamento prolongado com óleo vegetal, foi constatado que ocorreram resíduos de carbono no interior dos cilindros, além de causar danos aos motores (PETROCINO, 2022).

Os combustíveis alimentados com diesel e gasolina multiplicaram-se aos milhões, mostrando uma dependência clara ao petróleo e, portanto, a realização de sua finitude como uma fonte importante de energia. O que a humanidade enfrentou com as crises do petróleo foi que há limites nos estoques, que são fontes esgotáveis, e que essa dependência comprometeria o futuro energético do planeta.

Em busca de maneiras de economizar energia, foram realizados muitos esforços, substituindo energia por outras fontes. Alguns desses esforços resultaram na concepção dos bicombustíveis. A opção biológica não fóssil, um motor de combustão renovável alimentado com produtos agrícolas e óleos vegetais usados, e uma possibilidade para soluções futuras para diminuir problemas graves agravados pelo consumo de energia são alguns dos elementos (BRUNETTI, 2018).

Enfrentando esses desafios, a automobilística tem que seguir o progresso de inovações tecnológicas para obter novas tecnologias de propulsores veiculares que possam acompanhar o desenvolvimento desses novos combustíveis que substituem os produtos derivados do petróleo (CÂMARA, 2006). É importante estudar o comportamento dos motores antes desses novos combustíveis, já que os motores de combustão, como os combustíveis com especificações ou centelha, foram projetados para serem usados com óleo diesel mineral e gasolina, respectivamente. Também é possível que os biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel, sejam entrados na matriz energética (CASTRO; RAHDE, 2014).

A térmica da explosão se transformou em trabalho, sendo que os primeiros relatos sobre o surgimento dos motores afirmam que os motores de combustão começaram com a criação das armas de fogo. Na verdade, a pólvora foi empregada para movimentar uma audição dentro de um cilindro na segunda metade do século XVII, sendo a primeira tentativa de desenvolvimento de um motor (ARAÚJO, 2013).

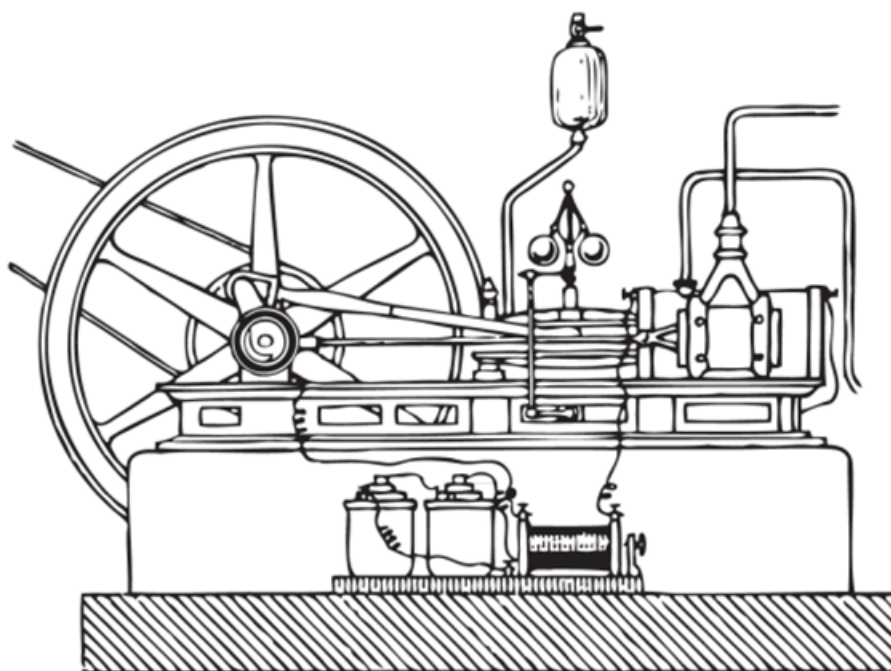
Segundo Castro (2014) há relatos históricos e documentos mostram, em um esquema datado de 1508, que Leonardo da Vinci sugere um aprimoramento do peso através do fogo. Ajudante de Christian Huygens, que havia idealizado o motor a pólvora, Denis Papin propôs o funcionamento da máquina a vapor durante o progresso do motor. Isso se desenvolveu com James Watt, Thomas Newcomen e Thomas Savery. Assim, a máquina a vapor contribuiu para a Revolução Industrial do século XVIII.

Henry Hood propôs em 1759 o uso do ar quente em vez do vapor, uma ideia que George Caley implementou em 1807. Os motores aéreos que funcionavam por combustível externo, onde o combustível era queimado fora dos cilindros, foram desenvolvidos. Entre eles, é notável o modelo de John Ericson de 1826 e o de Robert Stirling, feito no ano de 1816. Com pressão superior aos motores a vapor, esses motores ofereceram um melhor rendimento (SOUZA, 2004). O primeiro motor com descoberta foi desenvolvido em 1860 por Jean Joseph Etienne Lenoir (Figura 1). A combustão pode começar a queimar aos dois laços. O uso de válvulas de descarga e exaustão permite o controle de entrada e saída de



gases (PADILHA, 2007).

Figura 1. Motor de Lenoir do ano de 1860



Fonte: Padilha (2007)

Durante a primeira etapa de sua deslocação, seu funcionamento permitiu uma introdução de ar e gás na atração. Neste ponto, a carga foi liberada por meio de uma faísca, o que aumentou a pressão e fez com que os gases da combustão escapassem da tubulação até o final do percurso. A nova combustão ocorreu do outro lado do som, enquanto os gases de combustão foram expelidos na segunda batida do som (TILLMANN, 2013). O ciclo foi completo apenas após uma nova batida de esclarecimento, durante uma etapa de combustão. Entre 1860 e 1865, 5.000 desses motores com potência de até 6% foram construídos. O maior valor obtido pela eficiência ficou próximo de 5% (ARAÚJO, 2013).

O motor criado por Nicolaus Otto e Eugen Langen, que foi apresentado pela primeira vez na Exposição Industrial de Paris em 1867, tinha características bem melhores de desempenho. O conceito desse motor era um “pistão livre”, que se impulsionava pela explosão dos gases no cilindro. Uma cremalheira e uma engrenagem ligavam o ouvir um volante. No retorno da audição, o trabalho mecânico se produz (CASTRO; RAHDE, 2014).

Assim, a posição do volante estava focada em abrir e fechar uma válvula de ignição e descarga. Também neste caso não houve compressão de gás antes da combustão, resultando em uma eficiência de 11%. Alphonse Beau de Rochas desenvolveu um motor com patente francesa após quatro tempos de criação, baseando-se neste princípio em 1862. Os seguintes atributos justificaram o excelente desempenho desse motor: Um cilindro com um diâmetro de grandeza é projetado, o que resulta em uma relação superfície/volume reduzida, um processo de expansão mais rápido, uma expansão máxima e uma pressão máxima no início do processo de expansão do gás dentro do cilindro. As duas condições iniciais visavam reduzir as perdas de calor um mínimo e preservar energia nos gases de combustão. O máximo de potência possível foi o objetivo das condições de terceira e quarta (BARAN; LEGEY, 2010).

O motor de quatro cilindros que o alemão Nicolaus Otto apresentou em 1876 funcionava de acordo com os princípios estabelecidos por Beau de Rochas em 1862. Este motor era muito mais leve e compacto que o anterior, pesando cerca de um terço mais e tendo

uma eficiência próxima de 14%. Enfrentaram em turma 50.000 motores desse tipo na Europa e nos Estados Unidos até 1890. O que encontramos nos motores modernos é a mesma de suas características básicas (CÂMARA, 2006).

Progressos ocorreram em sistemas de carburação e ignição entre 1880 e 1890. Uma razão de otimização de motores tão elevados é impedida pela qualidade dos combustíveis. Detonações de atos de combustão ocorrem em relação às pressões maiores. Os primeiros motores a gasolina para automóveis estavam disponíveis na década final. A exploração comercial do petróleo por Drake em 1859 levou ao uso de líquidos inflamáveis para combustão, o que facilitou o armazenamento do combustível e contribuiu significativamente para o desenvolvimento de motores de combustão (PADILHA, 2007).

A patente do motor que possui seu nome até hoje foi registrada em 1892 pelo engenheiro alemão Rudolf Diesel. É um motor de ignição por partida que acenderá a mistura sem exigir um centro elétrico. O combustível deste motor é injetado em uma câmara de combustão que já contém ar pressurizado e aquecido, é isso o seu maior caráter. Os motores do ciclo Otto queimam por meio de variação, enquanto os misturadores ocorrem por meio de uma centelha, por conta das condições combinadas de pressão e temperaturas elevadas (PEREIRA, 2019).

Os motores a Diesel mostraram excelentes resultados, mas exigiam um sistema de injeção complexo em alta pressão de combustível, um problema que só Robert Bosch resolveu de forma eficiente na década de 20. O motor Wankel, uma combustão interna com combustão rotativa, foi desenvolvido pelo O engenheiro alemão Felix Wankel e foi utilizado pela primeira vez em 1957 (FIGUEIREDO, 2018).

Ao longo da história, os combustíveis desempenharam um papel de grande relevância no progresso dos motores de combustão interna. Antes de 1905, apesar das tentativas de utilizar baixas taxas de compressão para evitar problemas de detonação, o combustível altamente volátil facilitava a ignição e demonstrava desempenho satisfatório em climas frios (SOUZA, 2004).

Para atender à alta demanda por combustíveis, novos processos de refino de petróleo foram implementados entre 1907 e 1915, levando à produção de gasolina com alto ponto de fulgor. No entanto, isso levou a problemas de desempenho em condições de clima frio. Felizmente, os motores de partida elétricos foram desenvolvidos em momento oportuno, aproximadamente em 1912 (FILIPPO, 2013).

Após o fim da Primeira Guerra Mundial, houve um avanço substancial na indústria de produção de combustíveis. A descoberta do efeito antidetonação do Pbtetraetila pela General Motors levou à sua disponibilidade como aditivo já em 1923. Além disso, o processo de refino também rendeu gasolina de qualidade superior. Durante a Segunda Guerra Mundial, a popularidade dos pequenos gaseificadores móveis conhecidos como gasógenas, conforme aumentou devido aos desafios associados à aquisição de combustíveis derivados do petróleo (MARTINS, 2013).

Os motores de combustão interna (MCI), que surgiram no século XIX, representaram uma das inovações mais significativas para a sociedade e para o padrão de vida das populações. MCIs, ou Motores de Combustão Interna, são dispositivos que operam como máquinas térmicas, convertendo a energia química armazenada do combustível em calor e, posteriormente, em trabalho mecânico (CÂMARA, 2006).

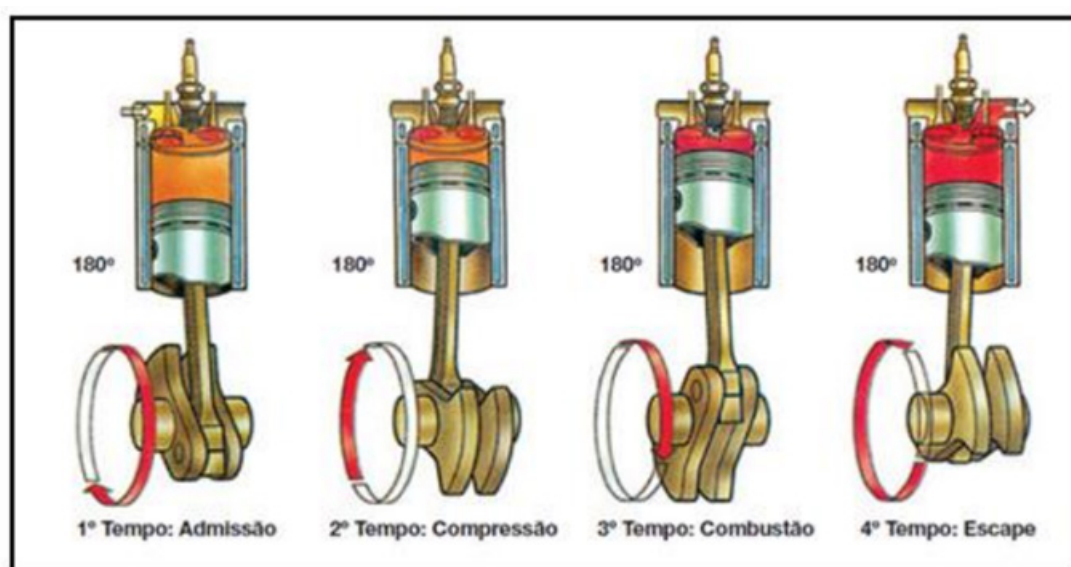
Máquinas térmicas são definidas como dispositivos nos quais o fluido de trabalho é convertido em energia mecânica através do processo de combustão. Os produtos gerados pela consequência da combustão são contidos dentro de uma câmara de combustão,

onde ocorre a mistura de ar e combustível (PETROCINO, 2022).

Os motores, assim como outros equipamentos, experimentam desgaste e envelhecimento ao longo do tempo e do uso, o que resulta em falhas decorrentes desse processo. No caso dos motores de combustão interna, podem surgir defeitos por desgaste durante o funcionamento, bem como por manutenção insuficiente e reparos inadequados (SOUZA, 2004).

Os motores de combustão interna, especificamente os motores de quatro tempos (ciclo Otto), permitem estruturalmente a ingestão de uma mistura ar-combustível. Essa mistura é então comprimida, acesa por uma faísca e posteriormente expelida, iniciando assim um novo ciclo. Em resumo, este procedimento é executado e repetido a cada duas rotações completas do eixo de manivela. A Figura 2 ilustra os tempos de operação de um Motor de Combustão Interna (ICE) Ciclo Otto (PADILHA, 2007).

Figura 2. Ciclo Otto



Fonte: Padilha (2007)

O MCI possui diversos tipos de componentes que são divididos em três grupos, sendo eles o: cabeçote, bloco e cárter. Há um número de componentes móveis significativos. O torque desse tipo de motor é medido com ajuda de um dinamômetro que é conectado a um tipo de volante do motor. Sua potência é rápida e pode ocorrer através da transferência ou na conversão de energia em suas variadas formas (PEREIRA, 2019).

O Motor de Combustão Interna (MCI) é um dispositivo termodinâmico capaz de converter energia térmica em trabalho mecânico por meio da combustão de um combustível. Uma das suas vantagens é a eliminação da necessidade de trocadores de calor. O primeiro motor desenvolvido com este princípio data de 1680 e foi concebido por Christian Huygens, sendo a pólvora o combustível utilizado (TILLMANN, 2013).

Atualmente, os Motores de Combustão Interna (MCI) empregam tanto combustíveis de origem fóssil quanto biodegradáveis, com uma escolha específica de utilização. Segundo Petrocino (2022), o MCI pode ser classificado da seguinte forma:

- a) motores alternativos que obtêm energia do deslocamento do pistão, motores rotativos que extraem trabalho diretamente do movimento rotacional e motores de impulso que obtêm trabalho a partir da força de expansão do gás;
- b) motores rotativos que não necessitam de transformação de movimento, pois o

trabalho é gerado exclusivamente a partir do movimento rotacional.

Um exemplo ilustrativo da aplicação mencionada pode ser observado nos motores wankel, representados na figura abaixo, bem como nas turbinas de gases. Além disso, os motores de impulso são amplamente empregados na indústria aeronáutica, aproveitando a expansão dos gases durante a combustão para a geração de trabalho. Em seguida, de acordo com o método de ignição, os motores de combustão interna (MCI) são selecionados em ignição por centelha, que opera no ciclo Otto, e ignição por partida, que opera no ciclo Diesel. O ciclo Otto é composto pela combinação de ar e combustível, seguida por uma centelha (SOUZA, 2004).

Logo Padilha (2007) o ciclo Diesel é caracterizado pela entrada de ar seguida da injeção de combustível na câmara de combustão, onde a combustão ocorre em decorrência de alta pressão e calor. Outra classificação associada à MCI diz respeito ao número de tempos por ciclo, sendo 2T ou 4T. O termo T representa “tempo”, que se refere ao movimento do fluido ativo ao longo do movimento do pistão entre o ponto morto superior e o ponto morto inferior (TDC e BDC respectivamente). Os motores quatro tempos completam um ciclo completo a cada duas voltas do virabrequim do motor.

3. CONCLUSÃO

A concepção do motor de combustão interna não foi fruto de um momento de inspiração triunfante. O desenvolvimento do motor surgiu como resultado de várias décadas de pesquisas e sucessivas conquistas, culminando com a patente do engenheiro alemão Nikolaus Otto de seu projeto para um motor de quatro tempos. A narrativa não cessou neste ponto; a partir deste momento, foram feitos esforços para incorporar melhorias. Durante este período, uma inovação começou a ser renovada em veículos automotivos, embarcações, as primeiras aeronaves e locomotivas ferroviárias.

Ao longo do século XX, o motor de combustão interna desempenhou um papel fundamental como principal fonte de energia para o transporte, abrangendo tanto meios terrestres, marítimos quanto aéreos. Os primeiros avanços ocorreram no século XIX, quando dois indivíduos de origem italiana, o eclesiástico Eugenio Barsanti e o engenheiro Felipe Matteucci, desenvolveram o conceito fundamental dos motores de combustão interna.

Após mais de um século desde sua invenção, os motores a combustão continuam a ser uma presença constante no dia a dia da maioria da população. A tecnologia em questão é amplamente utilizada na propulsão de uma variedade de veículos, incluindo automóveis, geradores, aeronaves e navios.

Por fim, existe uma preocupação particular com a eficiência dos motores no âmbito da mitigação dos efeitos negativos sobre o meio ambiente. Com base nesta concepção, foram desenvolvidos motores cada vez mais compactos, acompanhados de tecnologias que proporcionam maior potência e eficiência em relação aos modelos anteriores. Ao abordar esta questão, é relevante destacar que os motores elétricos estão se tornando cada vez mais disponíveis no mercado, ou que os posicionam como possíveis substitutos dos motores para combustão no futuro.



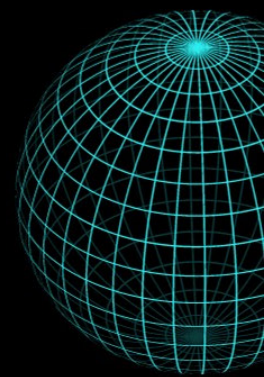
Referências

- ANFAVEA . **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. 2011.
- ARAÚJO, Filipe Alexandre Simões de. **Conversão de Veículos Diesel para Tração Elétrica**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013.
- BARAN, R; LEGEY, L. F. L; **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil**. In: BNDES - Biblioteca Digital, 2010.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna**-Vol. 1. Editora Blucher, 2018.
- CÂMARA, J. C.C. **Monitoramento Eletrônico da Mistura Ar / Combustível em Motores de Combustão Interna Ciclo Otto**. 2006. Dissertação. Programa de Mestrado em Mecatrônica, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia.
- CASTRO, Fábio Daniel de; RAHDE, Sérgio Barbosa. **Motores automotivos: evolução, manutenção e tendência**. Porto Alegre: Edipucrs, 2014.
- FAIZAL, M.; SAIDUR, R. Comparative thermodynamics analysis of gasoline and hydrogen fuelled Internal Combustion Engines. **International Journal of Advanced Scientific Research and Management**, v. 2, n. 3, p. 12-18, 2017.
- FIGUEIREDO, Robson Lage. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento aplicado a um motogador a diesel com injeção de gás de eletrólise visando redução de consumo de combustível**. 2018.
- FILIPPO , Guilherme. **Motor de Indução**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.
- MARTINS, J; **Motores de Combustão Interna**, 4ª edição. Publindustrias – Edições Técnicas, 2013.
- SOUZA, S. G; **Um estudo sobre a evolução das câmaras de combustão dos motores de ciclo Otto à gasolina e sua aplicação ao etanol hidratado como combustível alternativo**. São Carlos, Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos – USP; 2004.
- PADILHA, R. S. **Desenvolvimento de um sistema de gerenciamento eletrônico e de um ambiente de aferição para motores mono cilíndricos de pequeno porte. Dissertação (Mestrado) 126p**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- PEREIRA, David Telerman Pacheco. **Análise dos Métodos de Controle e Redução dos Poluentes Emitidos pelos Motores de Combustão Interna no Brasil**. 2019. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2019.
- PETROCINO, Eduardo Abuhamad. **Interação eletromagnética entre bobina fixa e ímã permanente fixado em viga engastada excitada por fonte não-ideal de energia**. Tese Doutorado - Universidade Estadual Paulista, 2022.
- TILLMANN, C. A. C; **Motores de Combustão Interna e seus Sistemas. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013.

ENGENHARIA DA PRODUÇÃO



24



ANÁLISE SWOT NO PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO: UM ESTUDO ACERCA DESTA FERRAMENTA NAS EMPRESAS

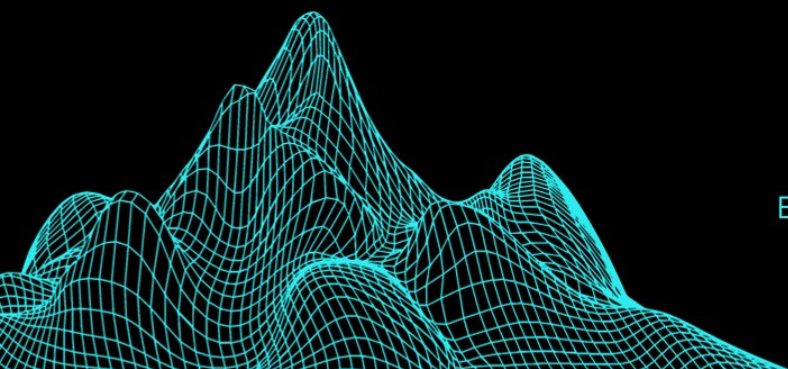
*SWOT ANALYSIS IN PLANNING AND ORGANIZATION: A STUDY ABOUT THIS TOOL IN
COMPANIES*

André Fernando Pinheiro Oliveira¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Presente nos mais diversos setores da organização, o planejamento visa elaborar estratégias e definir como elas podem ser alcançadas, fazendo com que a empresa reconheça sua situação atual e faça uma projeção de futuro. O planejamento age como um gps, e a SWOT é como o ponteiro que fará com que esse objetivo seja alcançado, tendo em vista que a análise SWOT contempla uma análise sistemática de perspectivas internas, externas de uma empresa, aplicando os desafios a partir de suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Nesse sentido, o trabalho em questão propõe uma pesquisa onde o tema busca explanar a importância da correta aplicação da Análise SWOT. Trata-se de um estudo descritivo, qualitativo, que foi realizado através de revisão bibliográfica. Conclui-se que a correta aplicação da Matriz FOFA no ambiente organizacional é de extrema importância, já que a partir dos dados apresentados é possível realizar um plano de ação de melhoria contínua.

Palavras-chave: Análise SWOT. Planejamento e Organização. Empresas.

Abstract

Present in the most diverse sectors of the organization, planning aims to develop strategies and define how they can be achieved, making the company recognize its current situation and make a projection for the future. Planning acts like a gps, and SWOT is like the pointer that will make this objective achieved, considering that the SWOT analysis includes a systematic analysis of internal and external perspectives of a company, applying the challenges from its strengths, weaknesses, opportunities and threats. In this sense, the work in question proposes a research where the theme seeks to explain the importance of the correct application of the SWOT Analysis. This is a descriptive, qualitative study, which was carried out through a bibliographical review. It is concluded that the correct application of the SWOT Matrix in the organizational environment is extremely important, since from the data presented it is possible to carry out a continuous improvement action plan.

Keywords: SWOT analysis. Planning and Organization. Companies.



1. INTRODUÇÃO

A Análise SWOT é um sistema de análise simples desenhado para localizar ou verificar a posição estratégica de uma determinada empresa em seu ramo de atividade. Pela sua simplicidade, pode ser utilizado para realizar qualquer tipo de programa ou análise de ambiente, desde a criação de um *website* até a gestão de empresas multinacionais.

A ferramenta é excelente para que se desenvolva ou compreenda uma situação, organização ou processo decisório em todos os níveis do negócio. A realização e execução de uma análise SWOT pode ser demasiadamente simples, entretanto, seus maiores indicadores estão da sua flexibilidade e experiente aplicação.

Estudar sobre análise SWOT na conjuntura do planejamento e operacionalização nas empresas, torna-se pertinente na contemporaneidade, tendo em vista que essa ferramenta desvela elementos necessários para identificar o mercado e/ou o negócio que a empresa está inserida. É importante explicitar que um planejamento, bem como a operacionalização são dimensões imprescindíveis para o sucesso do empreendimento e de suas estruturas financeiras, as metas e objetivos que desejam ser alcançados, compreendendo as especificidades do mercado externo e seus desdobramentos no cenário interno da empresa.

Assim, a pesquisa foi relevante, uma vez que ampliou as discussões acerca da importância na análise SWOT no contexto da empresa. Compreende-se que é através da construção do conhecimento e dos debates na seara acadêmica, que se torna possível incentivar leitores e pessoas no que tange a aplicação de ferramentas capazes de promover melhor organização e operacionalização nas empresas. Logo, a pesquisa se mostra pertinente.

Deste modo, o presente trabalho será importante, pois ampliará o arcabouço teórico do tema em questão, levantando informações e literaturas necessárias para a construção da pesquisa e ainda, subsidiará futuras pesquisas acadêmicas a respeito da temática.

Entendendo a importância de um planejamento eficiente no ramo empresarial, com a finalidade de proporcionar um processo de operacionalização eficiente, surge um questionamento pertinente à temática: Qual a relevância da análise de SWOT no planejamento e operacionalização nas empresas?

A fim de elucidar tal problemática, a pesquisa teve como objetivo geral: estudar os impactos na organização e operacionalização na utilização da análise SWOT nas empresas. Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa propõe-se: conceituar organização e operacionalização; caracterizar o método de análise SWOT e; compreender os benefícios da análise SWOT no planejamento e operacionalização em empresas.

2. DESENVOLVIMENTO

A partir da literatura elencada para esta pesquisa, percebe-se que todos os planos começam com uma ideia, o que só é possível porque os seres humanos têm imaginação. A imaginação é responsável pelo pensamento. Dependendo do propósito que você estabelecer, ela pode se tornar muito poderosa e eficiente. Neste raciocínio inicial, temos um plano de estrutura de planejamento simples, ou seja, imaginação, e depois pensamentos, conceitos, objetivos e metas (PÔNCIO, 2016). Seguindo esta linha de raciocínio, o conceito de planejamento parte primeiro do pensamento abstrato e depois segue por métodos

mais concretos e palpáveis.

O planejamento dá resultado porque tem um conhecimento amplo do negócio. Organizações que não têm planejamento são aquelas que abrem as portas pela manhã e apenas esperam acontecer. Uma empresa com planejamento e criatividade é uma empresa que pode ser pesquisada a qualquer momento. Porém, não basta ter só planejamento, é preciso saber executá-lo. Outro ponto é reconhecer que a organização possui diversos tipos de planos, que são importantes em seus respectivos ramos. O fato é que todos devem estar integrados para atender às necessidades do negócio (CHIAVENATO, 2013)

Destarte, o planejamento compõe os aspectos de gestão empresarial, uma vez que se torna uma ferramenta pertinente para o desenvolvimento eficiente e seguro de um negócio. Considera-se que o planejamento faz parte de uma dinâmica estrutural e organizacional de uma empresa, pois determina as diretrizes e processos estratégicos, a fim de buscar o alcance de objetivos e metas no ambiente institucional (OLIVEIRA, 2020).

Por ser uma ciência, o planejamento também possui um número infinito de conceitos. Segundo Moreira, Perrotti e Duner (2015, p.328), planejamento é igual ao “ato ou efeito de planejar, elaborar por etapas, como bases técnicas; planificações”. Conforme Corrêa (2021, p.98), é um “processo administrativo e sistemático para atingir um objetivo proposto”. Outro pensamento, segundo Pasquale (2022, p.98), o planejamento é como “processo de elaborar o plano, que é o documento escrito: portanto, planejamento é a ação, enquanto o plano é o resultado”, ou seja, considerando que cada autor diverge em alguns pontos sobre o conceito exato de planejamento, podemos considerar a concordância deles de que ele é como a ideia ou expressão do pensamento em algo físico (MARTINS, 2017).

O planejamento inclui identificação, análise, estrutura, coordenação de tarefas, objetivos, metas, desafios, estratégias, políticas internas e externas, planos, projetos e atividades para alcançar o desenvolvimento mais eficiente e eficaz, tanto quanto possível focando em energia e recursos. Nesse sentido, contempla também as perspectivas de missão, visão e princípios de uma empresa, ou seja, alinha-se com as normas e não subsiste sem a presença da identificação empresarial. De acordo com Lopes (2017), não existe a possibilidade de planejamento, sem definir esses aspectos.

É nesta perspectiva que torna-se relevante a utilização da ferramenta SWOT. De acordo com Hofrichter (2017) a sigla SWOT significa respectivamente: Forças, Fraquezas, Ameaças e Oportunidades, e a análise SWOT examina todos esses fatores para determinados projetos, negócios ou objetivos pessoais. A meta inicial é fixar um objetivo principal e, logo após, usar a Matriz para definir quais fatores externos e internos podem dificultar ou apoiar esse objetivo. As oportunidades e ameaças constituem os fatores externos que afetam a organização ou indivíduo, já as forças e fraquezas representam os fatores internos.

Para o referido autor, quando bem elaborada, uma SWOT auxilia na medição dos riscos e recompensas, simultaneamente, e identifica os principais fatores relacionados com a realização do objetivo, quanto mais precisa ela é, mais simples se torna criar um plano de ação geral para alcance das metas (HOFRICHTER, 2017).

Segundo Oliveira (2019) Alguns dos principais objetivos da Análise SWOT são:

- a) Efetuar síntese das forças internas e externas;
- b) Identificar itens para organizar toda a gestão, isso implica no estabelecimento de prioridades para a atuação;
- c) Preparar ações estratégicas: problemas e riscos que deverão ser resolvidos;
- d) A partir da SWOT conseguir o diagnóstico da empresa, indicações dos pontos a



serem melhorados, fortalecer os pontos positivos, chances de crescimento visando a aumento de oportunidades etc.;

- e) Fazer previsões de vendas conforme as condições do mercado e capacidades gerais da empresa;
- f) Ambiente interno (Forças e Fraquezas) – padronização e integração dos processos, eliminar as distrações e focar nas atividades principais;
- g) Ambiente externo (ameaças e oportunidades) – confiança nos dados e decisão estratégica na redução de erros com apoio das informações e da gestão estratégica (OLIVEIRA, 2019).

Assim, a análise SOWT permite a empresa conhecer e identificar os processos pertinentes para a minimização de fatores que promovam riscos à gestão e produção, além de facilitar a apreensão de fatores estratégicos e técnicas operativas a fim de fortalecer a empresa em questão (OLIVEIRA, 2019).

O ambiente externo consiste em fatores que existem fora dos limites da organização e, de alguma forma, eles exercem influência sobre isso. Este é um ambiente no qual não há controle, mas deve ser continuamente monitorado, pois é uma base de planejamento estratégico (HOFRICHTER, 2017).

Ainda na esteira de pensamento de Hofrichter (2017) a análise do ambiente externo é comumente dividida em fatores ambientais macro (políticos, demográficos, tecnológicos, econômicos etc.) e micro fatores ambientais (fornecedores, parceiros, consumidores etc.) que devem ser constantemente acompanhados, antes e depois da definição de estratégias da empresa.

Desta forma, através deste acompanhamento, será possível identificar prontamente as oportunidades e ameaças que surgem. Finalmente, se considerarmos que os fatores externos afetam todas as empresas que trabalham no mesmo mercado homogêneo, podemos dizer que apenas aqueles que podem melhorar melhor as mudanças e ter agilidade para se adaptar é que eles poderão melhor aproveitar as oportunidades menor quantidade de danos e ameaças (HOFRICHTER, 2017).

O ambiente interno da empresa é feito de uma série de recursos humanos, financeiros e físicos, em particular, os que podem praticar mais controle, porque são o resultado de estratégias definidas na direção. Nesse ambiente, é possível determinar as forças que atendem aos recursos e funções que se transformam em uma vantagem competitiva para a empresa em relação aos seus concorrentes (OLIVEIRA, 2019).

Já as fraquezas, que são as deficiências apresentadas pela empresa em comparação com seus concorrentes atuais ou potenciais. Portanto, pontos fortes e fracos estão dentro dos limites de sua empresa, e é dentro desses limites que ocorre manipulação e o gerenciamento estratégico, com controle de cada fator (OLIVEIRA, 2019).

Nessa perspectiva, Fernandes (2021) pontua que é importante que as empresas determinem de forma técnica e estrutural, as dimensões externas e internas de seu processo organizacional e de planejamento, uma vez que esses aspectos da análise SOWT possibilitam reconhecer as limitações e o cenário que está se encontra. Para tanto, torna-se necessário identificar os fatores que venham tanto contribuir quanto prejudicar a organização e estrutura da empresa.

De acordo com Hofrichter (2017), o processo apresenta informações e dados relevantes para alcançar as metas, mas nota-se que é apenas uma coleta de dados, a análise em si é apresentada pelos seguintes itens: a) pontos fortes: Todos os atributos positivos, tantos

os tangíveis quanto os intangíveis, internos dentro de uma organização e que estão sobre o controle da mesma; b) pontos fracos ou fraquezas: Fatores que apesar de estarem sobre controle da organização, ainda sim ameaçam sua capacidade de atingir a meta.

Assim, o diagnóstico de fraqueza deve ser realizado a fim de detectar uma fragilidade na empresa que venha prejudicar a dinâmica da empresa e sua perspectiva organizacional. Em suma, as oportunidades são situações que ao serem aproveitadas de forma adequada e sistematizada, podem corroborar no bom desenvolvimento da empresa, em especial, no que se refere ao alcance de objetivos e metas (SOUSA, 2021).

As ameaças referem-se aos fatores negativos externos que estão fora do controle da organização e ameaçam colocar em risco toda a operação e gestão (HOFRICHTER, 2017). Assim, “pode envolver produto substituto, legislação rigorosa, competidor forte, mercado seletivo, alteração na legislação instabilidade institucional, macroeconomia fragilizada, integração da cadeia por parte de clientes e fornecedores, entre outros.” (JUNIOR, 2020, p. 63). Nesse sentido, as ameaças podem prejudicar o alcance de objetivo e o desenvolvimento empresarial.

Todos esses aspectos descritos em uma análise SOWT devem estar de acordo com a realidade do mercado e com o cenário social que a empresa se encontra, uma vez que este processo é imprescindível em detectar fatores internos e externos que afetam diretamente, seja de forma positiva ou organizativa, o processo organizacional de um negócio (JUNIOR, 2020; SOUSA, 2021).

Assim como toda ferramenta de gestão, a análise SWOT tem como principal objetivo ajudar na hora da tomada de decisões e forçar o exercício de pensar em cenários inco-muns. Isso faz com que seja uma das razões para que ela seja bastante utilizada na hora de começar novos negócios e empreendimentos, já que servirá como suporte para um plano estratégico. Cada vez mais organizações e indivíduos vem utilizando a Matriz FOFA como um método de avaliação, utilizando-o da mesma para entender suas forças e fraquezas e interpretar melhor o ambiente externo que estão inseridas (JUNIOR, 2020)

A utilidade dessa ferramenta é bem ampla, e permite a apresentação de fraquezas e forças tanto de organizações e produtos quanto de indivíduos. O interessante deste método, é que ele também pode se adequar aos mais diversos cenários, por exemplo, caso o momento seja de crise, o recomendado é analisar a situação toda de uma forma mais racional, e a análise SWOT poderá fornecer uma visão geral das qualidades da empresa e ajudar a superar esse momento de crise (CAMARGO, 2019).

Faz parte deste conceito também, a identificação assertiva dos fatores que podem influenciar no funcionamento das empresas, fornecendo dados muito úteis no processo de gestão estratégica. A ferramenta pode ser dividida em duas partes: ambiente interno, onde são identificados os pontos fracos e os fortes e a análise do ambiente externo, onde estão as oportunidades e ameaças (HOFRICHTER, 2020)

Segundo Camargo (2019), a partir da SWOT as organizações tendem a ter direcionamento bem maior e preciso para realizar o planejamento das tomadas de decisão interna e externas, e assim, conseguir identificar com muito mais riqueza de detalhes os aspectos negativos e positivos que podem influenciar o plano de negócios. Por isso, a execução e elaboração da matriz FOFA tende a reduzir em demasiada o número de erros durante realização de ações estratégicas dentro do ambiente organizacional.

As principais utilidades dessa ferramenta são: permitir um estudo mais aprofundado das situações interna e dos aspectos externos que podem vir a ameaçar o crescimento da organização; possibilitar uma análise criteriosa da concorrência; indicar possíveis ações



que deverão ser tomadas; a matriz FOFA ou análise SWOT é facilmente ser executada por empresas de grande, médio ou pequeno porte, dada a sua enorme praticidade e facilidade de aplicação, ou seja, tem o mesmo peso tanto uma Análise SWOT de um pequeno negócio como o de uma grande multinacional (LEITE; GASPAROTTO, 2018).

Deste modo, é uma ferramenta que tem a possibilidade de aplicação em todos os processos que envolvam a tomadas de decisão, além de caracterizar-se como uma importante esfera metodológica de estratégia, tendo em vista que todos os dados analisados e abordados são de grande valia para o processo administrativo de um negócio, onde são considerados perspectivas internas e externas pertinentes ao desenvolvimento e eficiência da instituição (CAMARGO, 2019).

Há várias maneiras de representar graficamente uma matriz FOFA, alguns delas são:

	Internas		
Positivas	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Negativas ou potencialmente negativas
	Oportunidades	Ameaças	
	Externas		

Figura 1. Representação matriz SWOT

Fonte: Hofrichter (2017, p. 03)

A elaboração da matriz SWOT, possibilita facilitar em forma de tabela e/ou planilha a compreensão dos componentes de análise. Ao determinar os fatores internos e externos e seus aspectos, é necessário que a empresa busque relacionar com o ambiente que a empresa se propõe atuar e organizar esses fatores para melhor apreensão e entendimento dos dados (HORFRICHTER, 2017).

Assim, os pontos fortes e os pontos fracos tendem a mensurar a dinâmica da empresa, a partir das oportunidades e ameaças. A partir dessa análise, o administrativo perceberá a necessidade de oportunizar as situações, bem como perceber de forma crítica e analítica os concorrentes. Ainda, irá detectar as ameaças, a fim de minimizar riscos e conseguir contorná-los e/ou superá-los (HORFRICHTER, 2017).

Nesse sentido, a Matriz FOFA é um feita a partir de um processo de identificação onde são apresentados as forças e vulnerabilidades (onde se deve atacar ou defender). O resultado de todo esse processo é um plano de atuação ou plano de ação. Há várias maneiras de realizar essa análise, podendo ser feita em serviços, produtos, empresas e até mesmo em um indivíduo (CALICCHIO, 2020).

O processo de realização da análise SWOT é sempre o mesmo, começa com a condução de entrevistas e organização de grupos para discutir ideias, preparando as perguntas referentes ao produto ou empresa que se está analisando. Logo depois, é hora de preparar uma lista de todas as oportunidades existentes no futuro, e, todas as ameaças que possam vir a existir. Tendo isso em mãos, chega a hora de criar um plano de ação para abordar cada uma das quatro áreas: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (CALICCHIO, 2020).

Assim como toda ferramenta de gestão, a análise SWOT tem como principal objetivo ajudar na hora da tomada de decisões e forçar o exercício de pensar em cenários inco-muns. Isso faz com que seja uma das razões para que ela seja bastante utilizada na hora de começar novos negócios e empreendimentos, já que servirá como suporte para um plano

estratégico. Cada vez mais organizações e indivíduos vem utilizando a Matriz FOFA como um método de avaliação, utilizando-o da mesma para entender suas forças e fraquezas e interpretar melhor o ambiente externo que estão inseridas (JUNIOR, 2020).

A utilidade dessa ferramenta é bem ampla, e permite a apresentação de fraquezas e forças tanto de organizações e produtos quanto de indivíduos. O interessante deste método, é que ele também pode se adequar aos mais diversos cenários, por exemplo, caso o momento seja de crise, o recomendado é analisar a situação toda de uma forma mais racional, e a análise SWOT poderá fornecer uma visão geral das qualidades da empresa e ajudar a superar esse momento de crise (CAMARGO, 2019).

Faz parte deste conceito também, a identificação assertiva dos fatores que podem influenciar no funcionamento das empresas, fornecendo dados muito úteis no processo de gestão estratégica. A ferramenta pode ser dividida em duas partes: ambiente interno, onde são identificados os pontos fracos e os fortes e a análise do ambiente externo, onde estão as oportunidades e ameaças (HOFRICHTER, 2020).

Segundo Camargo (2019), a partir da SWOT as organizações tendem a ter direcionamento bem maior e preciso para realizar o planejamento das tomadas de decisão interna e externas, e assim, conseguir identificar com muito mais riqueza de detalhes os aspectos negativos e positivos que podem influenciar o plano de negócios. Por isso, a execução e elaboração da matriz FOFA tende a reduzir em demasiada o número de erros durante realização de ações estratégicas dentro do ambiente organizacional.

3. CONCLUSÃO

Matriz SWOT e planejamento são conceitos bastante utilizados na área de gestão. 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.

É nesse contexto que se encaixam ferramentas que auxiliam na execução do planejamento estratégico, como o PDCA, o FCA, o OKR e a SWOT. Está última trata-se de uma ferramenta utilizada para melhorar e complementar o planejamento através de análises e levantamentos de dados. No entanto, para que isto seja possível, é necessário que o profissional respeite e conheça detalhadamente a ferramenta, bem como o ambiente interno e externo da organização.

Portanto cabe ao profissional responsável pela aplicação e execução da matriz SWOT, levantar o maior número de dados e informações, tais como forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, com objetivo de ter uma visão mais ampla do cenário geral da empresa. Nesse sentido, destaca-se a importância de uma análise contínua acerca da temática proposta, considerando que todos os aspectos e fatores abordados em uma análise SWOT são pertinentes para os desdobramentos de uma empresa.

Abordar a importância da análise SWOT sob a perspectiva do desenvolvimento de um negócio é necessário aos dias atuais, uma vez que inúmeros fatores estão associados ao mal desempenho de um negócio, bem como o seu fechamento. Esse fato se dá através da falta de um planejamento sistemático e organizativo, além da falta de análise do cenário em que a empresa pretende atuar. Assim, é imprescindível ampliar o debate acerca desse estudo, compreendendo a importância do processo de organização e de uma análise acerca da dinâmica empresarial.



Referências

- CALICCHIO, Stefano. **A análise swot em 4 etapas: Como utilizar a matriz SWOT para fazer a diferença na carreira e nos negócios**. 1. ed. Rio de Janeiro. Revolução Ebook, 2020.
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 1. ed. 13ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- CORRÊA, Henrique L. **A história da gestão de produção e operações**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/39733852_A_Historia_da_Gestao_de_Producao_e_Operacoes> Acesso em: 24 maio. 2021.
- FERNANDES, Djair Roberto. **Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia**. 2020.
- FRANCO, Inês. **Saiba como elaborar um planejamento operacional**. 2020. Disponível em: <https://www.bloglogistica.com.br/mercado/saiba-como-elaborar-um-planejamento-operacional-eficiente/>. Acesso em: 23 de mar. De 2023.
- HOFRICHTER, Markus. **Análise swot: quando usar e como fazer**. 1. ed. Porto Alegre. Revolução Ebook, 2017.
- LOPES, Samuel C. et alli. **Administração estratégica**. 2. ed. São Paulo: Person, 2017.
- MARTINS, Leandro. **Marketing: Como se tornar um profissional de sucesso**. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2016.
- MARTINS, Marcos Amâncio P. **Gestão Educacional: planejamento estratégico e marketing**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.
- OLIVEIRA, Alex. **Matriz SWOT: Guia Completo e Simples 2019 Para Fazer a Sua**. Disponível em < <https://www.sbcoaching.com.br/matriz-swot/>> Acesso em 24 out. 2022.
- OLIVEIRA, Djalma P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia, práticas**. 24. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
- PÔNCIO, Rafael José. **O que é Planejamento**. Disponível em <<https://administradores.com.br/artigos/o-que-e-planejamento>> Acesso em: 02 de abr. de 2023.



25

A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE CONTROLE DE ESTOQUE EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

*A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE CONTROLE DE ESTOQUE EM MICRO E
PEQUENAS EMPRESAS*

Gustavo Dutra Rodrigues¹

¹ Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo estudar acerca importância da gestão de planejamento de estoques em micro e pequenas empresas. Entende-se que a gestão de estoques, bem como o controle, é de suma importância para a eficiência da produtividade e organização das micro e pequenas empresas. Para tanto, a pesquisa seguiu os princípios de uma revisão bibliográfica com abordagem qualitativa, no qual contemplou artigos e estudos que abordassem a temática, disponíveis na base de dados do Google Acadêmico, no idioma português, datados de 2015 a 2021. Ressalta-se também que as micro e pequenas empresas precisam investir em uma gestão, especialmente por se tratar de empreendimentos que assumem um espaço no mercado consumidor significativo. Logo, compreendeu-se que a atuação de um departamento de gestão de estoque promove/pro-moverá redução de custos e melhores resultados frente ao mercado competitivo, uma vez que minimizará gastos desnecessários e uma produção equivalente as demandas.

Palavras-chave: Controle de Estoques. Gestão de Estoques. Micro e pequenas empresas.

Abstract

The present work aimed to study the importance of inventory planning management in micro and small companies. It is understood that inventory management, as well as control, is of paramount importance for the efficiency of productivity and organization of micro and small companies. To this end, the research followed the principles of a bibliographic review with a qualitative approach, in which it included articles and studies that addressed the theme, available in the Google Scholar database, in Portuguese, dated from 2015 to 2021. that micro and small companies need to invest in management, especially since they are enterprises that occupy a significant space in the consumer market. Therefore, it was understood that the performance of an inventory management department promotes/will promote cost reduction and better results in the face of the competitive market, since it will minimize unnecessary expenses and a production equivalent to the demands.

Keywords: Inventory Control. Inventory Management. Micro and small companies.

1. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, todos os segmentos de mercado são concorridos, evidenciando a importância das empresas se sobressaírem à concorrência, assim, estratégias são buscadas. Logo, torna-se necessário a busca por um sistema de gestão eficiente contribui para que as empresas possam ser mais dinâmicas em termos administrativos e de produção, de modo que os sistemas de gestão podem ser considerados como ferramentas eficientes no atual mercado.

Deste modo, as empresas vêm se adequando continuamente no sentido de ampliar e aplicar formas de gestão a fim de atender as exigências legais, bem como das necessidades dos clientes, tanto no contexto da produção quanto na disponibilidade de mercadorias e prestação de serviços de qualidade. Destarte, para não se perder tempo e nem desperdiçar recursos, o gestor deve considerar as oportunidades que o mercado proporciona e auferir sucesso nos investimentos, assim, a otimização na circulação de mercadorias é importante, de modo que a gestão do estoque reflete como determinante para a dinâmica organizacional apoiada na concepção de que o consumidor deve ter a sua disposição aquilo de que necessita em tempo e em quantidade adequada, impedindo que o mesmo busque atender sua necessidade na concorrência.

É nesta perspectiva que se desvela a importância do planejamento de gestão de estoques. A gestão de estoque é uma função de suma importância da cadeia de suprimentos, uma vez que está ligada aos aspectos de produção e da financeira do balanço patrimonial. O processo de gestão de estoque deve ser eficiente de modo a atender aos seus requisitos e evita desperdícios, a perda da qualidade dos produtos, falta de matéria prima, uma vez que esses aspectos afetam todo o sistema administrativo e organizativo da empresa.

As micro e pequenas empresas atualmente, vêm demonstrando grande importância socioeconômica, seja na geração de renda e emprego, ou para a dinamização da economia. Devido a essa relevância, o controle sobre as atividades desempenhadas por estas empresas se torna fundamental, seja para o próprio empresário, seja para a economia. Por isso, é fundamental a presença de instrumentos gerenciais que permitam racionalizá-las, dentre os quais se destaca a gestão de estoque.

Logo, torna-se de suma importância ampliar as discussões na seara acadêmica. Assim, a pesquisa é relevante uma que vem pretender ampliar as discussões acadêmicas e científicas sobre a necessidade de um planejamento estratégico de estoques em pequenas empresas. Portanto, entende-se que a falta de planejamento de estoque de micro e pequenas empresas é uma realidade pertinente, uma vez que não adotam uma ferramenta de gestão de estoque ou quando utilizam alguma forma de controle não o faz de forma eficaz, apresentando com isso, dados insuficientes ou falsos do estoque. Assim sendo, tem-se o seguinte problema: A gestão de estoque é de crucial importância para as micros e pequenas empresas como meio de sobressair à concorrência?

Destarte, a pesquisa teve como objetivo geral: estudar acerca importância da gestão de planejamento de estoques em micro e pequenas empresas. Quanto aos objetivos específicos a pesquisa pretende: Conceituar micro e pequenas empresas; abordar sobre planejamento estratégico em gestão de estoque; discorrer sobre a importância da gestão de empresa em micro e pequenas empresas.



2. GESTÃO DE ESTOQUES EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

De acordo com a Resolução 94/2012 do Comitê do Simples Nacional, Microempresas configuram-se como empresas simples. Assim, caracteriza-se a pessoa jurídica, aquela que tenha auferido no ano-calendário a receita bruta igual ou inferior a R\$ 360 mil; e Empresa de Pequeno Porte a que tenha auferido a importância no ano-calendário e receita bruta entre R\$ 360 mil e igual ou inferior a R\$ 3.600 milhões (BARBOSA; GÓES; BRITO, 2015).

As empresas que contemplam estas especificidades são regulamentadas pelo Estatuto Nacional das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte, sendo instituída pela Lei Complementar 123/2006, que elencou regras inerentes ao tratamento distinto e prerrogativas direcionadas as estas empresas. Destaca-se ainda, que a referida Lei passou por modificações, sendo a mais recente a LC 139/2001 denominada de Lei geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte. (BARBOSA; GÓES; BRITO, 2015).

Na contemporaneidade as micro e pequenas empresas são fundamentais para a manutenção na economia brasileira, especialmente, no sentido de geração de renda e emprego, estas também são as que mais têm mortalidade precoce, em virtude de problemas financeiros, ausência de planejamento e controle de suas atividades (SEBRAE, 2025).

É nesta perspectiva que se materializa o empreendedorismo, ou seja, na atuação e ação de uma micro e pequena empresa. Etimologicamente, a palavra empreendedorismo, origina-se do francês, *entrepreneur*, imbricada à outras expressões, como o *entrepreneurship*, oriunda do inglês, e ao sufixo *ship*, que significa habilidade e/ou liderança. Já na língua portuguesa, a palavra empreendedorismo surgiu a partir do século XVI. (BARRETO, 2008, p.190). Esta palavra esteve relacionada desde a Idade Média, no tocante a assumir responsabilidades do comércio local, bem como as atividades e produções comerciais (BECKER; LACOMBE, 2023).

No tocante às definições, destaca-se que a longo do tempo, sua concepção foi se desenvolvendo a partir das percepções midiáticas e da própria globalização, que corroborou para a difusão e ampliação das definições de empreender. Segundo o arcabouço teórico de Druker (2015, p.18), “o empreendedorismo é um fenômeno mundial, tanto nos aspectos culturais, econômicos e tecnológicos, que alinha-se à novas perspectivas de inovação dos negócios”.

À vista disso, o ato de empreender surge a partir da ideia de um ou mais indivíduos em criar oportunidades de abertura de um negócio que venha atender demandas específicas, analisando o contexto social, político, econômico e demográfico e objetivando gerar valor econômico. Nesse sentido, o empreendedorismo surge a partir de necessidades encontradas por esses indivíduos, que irão desenvolver métodos e estratégias, a fim de propiciar transformações sociais e/ou econômicas na sociedade em que vivem (BARON; SHINE, 2021).

Na contemporaneidade, o empreendedorismo desenha-se como uma ferramenta imprescindível para o desenvolvimento econômico das nações, influenciando diretamente nos cenários políticos e/ou ideológicos, e, portanto, históricos. Deste modo, os agentes fomentadores do empreendedorismo, ou seja, os empreendedores, são peças transformadoras do social, tendo em vista que são participes dos cenários de mudanças, uma vez que estabelecem novas relações comerciais, de trabalho, tanto no processo de geração de economia quanto de emprego. Contribuem também, para a ampliação de novos conceitos sobre empreendedorismo, já que rompem com paradigmas outrora construídos culturalmente (DORNELAS, 2018).

É pertinente esboçar que, o conceito e definição de empreendedorismo não é

estático, uma vez que seus desdobramentos em sociedade dependem dos cenários e contextos sociais, econômicos e políticos. Destarte, existem três abordagens que identificam o empreendedorismo, a partir de análises conjecturais. A primeira, trata-se da análise comportamental dos empreendedores, definindo suas características e perfis predominantes. Essa análise é oriunda dos estudos behavioristas das décadas de 1970 e 1980, que se dedicavam em descrever essas características. A segunda, debruça-se em analisar as habilidades e competências dos indivíduos que empreendem, abordando as dinâmicas que estes possuem no empreendedorismo. Já na terceira abordagem, as análises compreendem as relações que existem entre empreendedorismo, economia e as percepções dos riscos que existem nos investimentos (BARROS; CARVALHO; COSTA, 2021).

De acordo com o Sebrae (2015), os principais fatores para o sucesso de um empreendimento associado às micros e pequenas empresas, são: a) Habilidades Gerenciais: refere-se à capacidade do empresário em interacionar com o segmento em que atua e a competência de gerir o seu negócio; b) capacidade empreendedora: ter em sua essência predicativos como criatividade, perseverança e a coragem de assumir riscos; c) logística Operacional: ter na estrutura organizacional as estruturas para a sustentação e desenvolvimento do empreendimento.

Evidencia-se então que todos estes aspectos estão ligados às ações do empreendedor e não, necessariamente ao mercado, especialmente acerca de sua relação a ele. Logo, é de suma importância que o empreendedor assuma comportamentos que promovam à saúde de sua empresa. Muitas vezes ocorrem situações-problemas na empresa e estas situações acontecem por puro desconhecimento de quantitativos de produções e estoques, assim, ter conhecimento destas especificidades se torna fundamental, uma vez que, com a correta aplicação delas se tem as bases que servem para orientar a administração da empresa. Como outros setores, o departamento de controle de estoque é indispensável para o bom funcionamento da empresa, encontrando soluções para problemas que venham a acontecer envolvendo e ainda, prevenindo faltas e demais complicações. É neste cenário que o planejamento de gestão se faz presente, especialmente no contexto de estoques (SANTOS; KREIN, 2015).

O estoque vai além do aspecto de armazenamento de produtos/insumos, se caracteriza como uma parcela substancial dos ativos da empresa, assim, é imprescindível ser considerado como um fator determinante para a obtenção de lucro. Segundo Côrrea et al. (2021, p. 49), os estoques são, “[...] acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação; trata-se de um recurso ocioso, contudo com valor econômico inerente.”

Nessa perspectiva, o estoque desvela-se como uma ferramenta capaz de fomentar o diferencial do empreendimento diante do seu concorrente, potencializando as vantagens competitivas da empresa. Ainda, destaca-se que o estoque tem função reguladora de garantir disponibilidade e segurança de preços (CÔRREA et al., 2021).

É importante enfatizar também que o estoque não tem somente a finalidade de manter-se para a demanda sazonal de um único produto, mas dinamizar o processo de comercialização da empresa, ou seja, de prever possíveis flutuações na demanda de um dado produto e estudar a viabilidade de secundar ou reduzir a aquisição ou fabricação; controlar as entregas dos fornecedores, por motivos de demora, entre outros elementos (SIMAS, 2017).

Assim, é necessário que a empresa disponha de uma gestão de estoques eficaz e eficiente que contribua diretamente para a satisfação de seus clientes, e, portanto, possibilitando maior satisfação dos clientes frente as demandas da empresa. Desta forma,



compreende-se que a eficiência no controle de estoque deve ser preconizada no âmbito administrativo e organizativo da empresa, considerando, sobretudo, as necessidades de consumo exigidos pelo mercado (FRANCISQUINI; GURGEL, 2015).

Para Yun Ching (2015) o estoque tem origem na função de compras da empresa, desde que a empresa compreenda a relevância de associar o fluxo de materiais, a suas dinâmicas de suporte como forma de proporcionar atendimento os clientes, bem como forma de dinamização do negócio. Corroborando com esta perspectiva, Ballou (2015, p. 213), afirma que “[...] o controle de estoques é uma questão de balancear os custos de manutenção de estoques, de aquisição e de faltas.”

De acordo com Dias (2021) os estoques possuem especificidades, que os diferem, são eles: lotes com tamanhos específicos, obtidos em decorrência de preços convenientes ou na tentativa de reduzir os gastos administrativos. Ainda, se aplica para definir lotes de produtos semiacabados com a finalidade de minimizar os custos, preparação de máquinas, troca de ferramentas, rotação de pessoal, compra de fornecedores que somente vendem uma certa quantidade de um produto; estoques de flutuações, destinado a reduzir possíveis efeitos de flutuações irregulares da demanda, seja do produto final, seja das partes, estoques de antecipação: necessários quando as mercadorias ou os materiais são consumidos com um padrão previsível, mas flutuante durante o ano. Esses estoques são resultantes de especulação do mercado.

Uma técnica comumente utilizada pela administração de estoque é a Curva ABC que, segundo Ching (2015, p. 47), que “baseia-se no raciocínio do diagrama de Pareto, em que nem todos os itens têm a mesma importância e a atenção deve ser dada para os mais significativos”. (Figura 1).

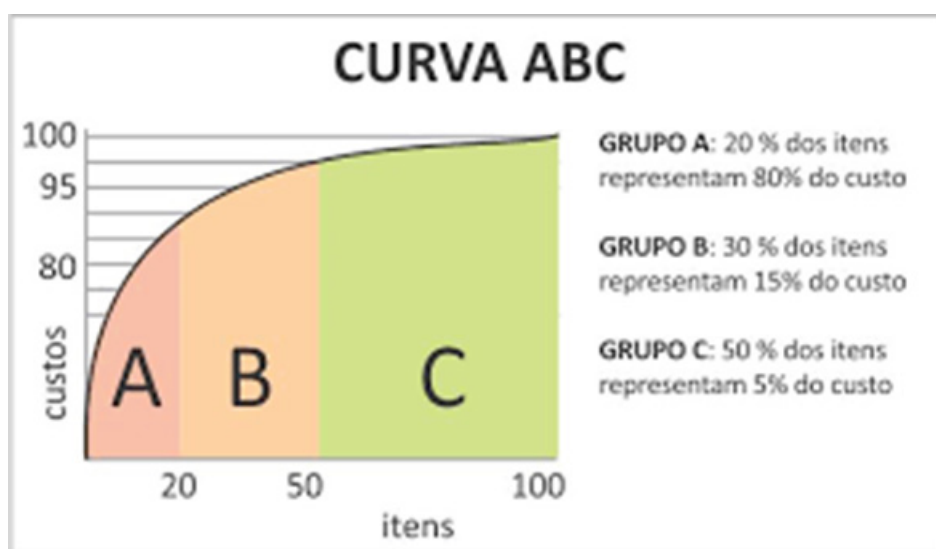


Figura 1. Curva ABC

Fonte: Ching (2015).

A análise ABC é uma ferramenta muito útil para a política e gestão de estoques, uma vez que tem o objetivo de melhorar o desempenho dos estoques, reduzindo tanto o capital investido em estoques como os custos operacionais (MARIANO, 2017).

A análise ABC é uma das formas mais usuais de se examinar estoques. Essa análise consiste na verificação, em certo espaço de tempo (normalmente 6 meses a 1 ano), do consumo, em valor monetário ou quantidade, dos itens de

estoque, para que eles possam ser classificados em ordem decrescente de importância. Aos itens mais importantes de todos, segundo a ótica do valor ou da quantidade, dá-se a denominação itens classe A, aos intermediários, itens classe B, e aos menos importantes, itens classe C (MARIANO, 2017, p. 55).

Logo, percebe-se a importância desta ferramenta no controle de estoques e pode ser amplamente aplicada no contexto das micro e pequenas empresas. Em um estudo realizado por Pinto et al. (2021) com a finalidade de analisar a importância da gestão de estoque para micro e pequenas empresas do ramo de varejo da construção civil, chegaram a conclusão que embora 87% das empresas investigadas realizem controle de estoque, a maior parte destas empresas realizam de forma precária e sem nenhuma competência e/ou conhecimento específico, 37% de forma visual, 25% planilha eletrônica, 12% planilha manual e 13% utilizam algum sistema gerencial; 13% não realizam nenhuma espécie de controle, atendendo a demanda de mercado de forma informal. No que tange à concepção dos gestores, apenas 12% deles possuem um certo nível de noção da importância da gestão de estoque para empresa no mercado consumerista, a grande maioria ainda acredita que uma micro e pequena empresa não necessita investir em instrumento de gestão de estoque, pois compreendem que investir em um controle de estoque fornecerá altos custos para a organização.

Estes dados revelam que muitas empresas ainda desconhecem desta ferramenta, mas é importante enfatizar que utilizar o controle de estoque promoverá um controle eficiente e eficaz dentro das necessidades e demandas do processo organizativo e do mercado consumidor. Em outro estudo realizado por Panzuto (2020), que objetivou analisar controle de estoque com o fim de identificação de falhas em uma microempresa que atua no segmento de produção e comercialização de autopeças automotivas e para bicicletas, observou que a empresa apenas adquiria produtos para atender os clientes de forma imediata.

Percebeu-se então que esta dinâmica de controle de estoque adotada pela empresa, dissimulava as previsões de demanda, tendo em vista que não tinha a possibilidade de identificar a realidade e as necessidades de produção ou aquisição da empresa, corroborando em reduzido volume produtivo, custo elevado de estocagem e custos financeiros significativos para produção e manutenção de estoque (PANZUTO, 2020).

A fim de melhorar os aspectos produtivos e de estoque, foi necessário reorganizar os subsídios para um controle ideal, sendo redefinidos os critérios de alimentação das informações para o controle do estoque, de modo que se refletisse um sistema atualizado cotidianamente. Foi adotado o sistema ABC, com isso passou-se a considerar os itens que necessitam de uma atenção mais significativa, bem como os que não tinham saída e que resultava em custos elevados, permitindo identificar e definir os estoques de segurança, assegurando que a não ocorrência de ausência de material, bem como de estoques mínimos, médios e máximos na quantidade necessária para não gerar ausência ou excesso de matéria-prima ou de produtos acabados (PANZUTO, 2020).

Em um outro estudo discorrido por Aristides (2021), que teve a finalidade de demonstrar que a adoção de uma política de gestão de estoque para micro e pequenas empresas que atuam no segmento de varejo de peças hidráulicas para a construção civil configurava-se como um diferencial no cenário competitivo. O autor identificou que as empresas que não possuem em sua estrutura um instrumento de controle de estoque otimizado são as que mais enfrentam problemas de logística e na qualidade de serviços, bem como no atendimento do mercado.



Sendo assim, este setor traz às organizações uma economia em suas despesas. Dessa forma, com a complexidade da legislação, é necessário que os funcionários de tal departamento estejam sempre atualizados e informados sobre assuntos que envolvam este setor (SILVA, 2019).

Segundo Ballou (2016), uma gestão eficiente do estoque representa redução de custos e ganhos reais, não somente financeiros, mais especificamente, na confiança no consumidor, portanto estrategicamente uma forma de marketing que funciona como diferencial competitivo, proporcionando ganhos otimizados e a possibilidade de busca de outras demandas. Logo, o que se percebe na contemporaneidade é a importância da aplicação de uma gestão de estoque, com vistas na saúde da micro e pequena empresa, uma vez que a adoção de medidas e ferramentas de gestão promovem sobretudo, sua ascensão no mercado consumidor e competitivo.

3. CONCLUSÃO

A partir da literatura elencada para esta pesquisa, percebe-se o quanto é importante para uma micro e pequena empresa a adoção de medidas estratégicas que otimizem sua produção e controle. Logo, percebe-se a necessidade de as empresas requisitarem especialistas e departamentos que realizem um controle de estoque, tendo em vista que esta especificidade administrativa e/ou organizativa, promoverá maior efetividade no processo produtivo, redução de custos e gastos desnecessários, bem como maior e melhor competitividade frente ao mercado consumidor.

Referências

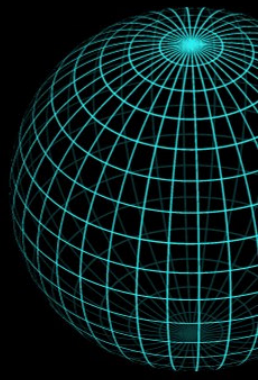
- ALMEIDA, Douglas dos Santos; SILVA, Juliano Domingues, **Análise da gestão de estoque de uma microempresa de autopeças de Campo Mourão-PR: uso da classificação abc dos materiais**. ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA, 9,2015.
- ARISTIDES, José Valdenilson Rocha. **A gestão de estoques como diferencial competitivo para pequenas empresas no comércio de Fortaleza**. Monografia (Graduação em Administração) Faculdade Cearense, Fortaleza, 2015.
- BARBOSA, Célia Maria; GÓES, Goethe Rommel Azevedo; BRITO, Betina dos Santos, **A auditoria interna e sua importância nas micro e pequenas empresas**. E-Gaia Conhecimento, Caxias, v.2, n. 2. p. 1-25. jul./ dez. 2015.
- CHIAVENATO, Idalberto, **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- CÔRREA, Henrique L. et. al. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**, 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- FRANCISQUINI, Paulino; GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de materiais e do patrimônio**. 5. ed. São Paulo: Thomsom, 2017.
- GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração dos fluxos de materiais e de produtos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- LEZANA, Álvaro G. Rojas. **Empreendedorismo e ciclo de vida das organizações**. 5. ed. Florianópolis: UFSC, 2021.
- MARIANO, Camila Gimenes. **Controle de custos em unidades produtoras de refeições (UPR) através do método ABC**. 2010. Artigo Curso de Especialização em Nutrição da Unicentro. 2020.
- PANZUTO, Nicole da Silva. **Um estudo de caso sobre a gestão de estoques em uma pequena empresa**.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. MATURIDADE E DESAFIOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente, 30, 2020. São Carlos, SP.

PINTO, Roberta Silva, et al. **A importância do gerenciamento de estoque nas micro e pequenas empresas de materiais de construção de São Gonçalo** – RJ. 2021.



26

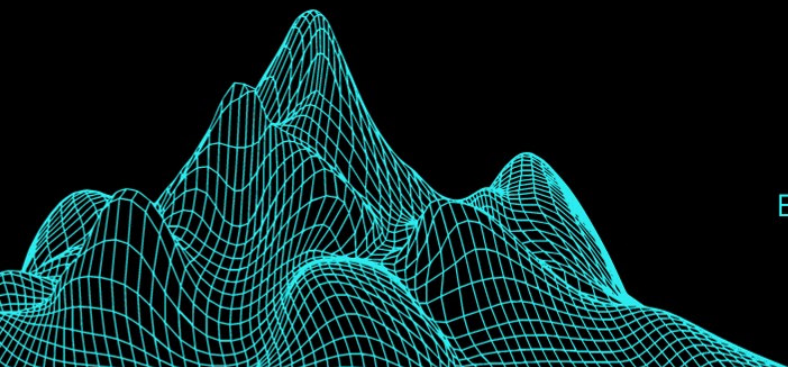


GESTÃO DE INOVAÇÃO NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMPRESAS

INNOVATION MANAGEMENT IN THE PRODUCTION PLANNING OF COMPANIES

José Claudio dos Santos Junior¹

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo estudar os impactos da Gestão da Inovação no planejamento de produção das empresas. Para atingir tal objetivo, foi pertinente uma revisão bibliográfica com abordagem qualitativa, no qual foram contemplados estudos disponibilizados nas bases de dados do Google Acadêmico e SCIELO datados de 2014 a 2021, no idioma português. Percebe-se que em uma sociedade contemporânea com vistas na inovação e competitividade, especialmente, na seara das empresas, o grande desafio destas organizações é inovar para se tornarem mais competitivas no mercado, e ainda, garantirem permanência e evolução nos negócios. Desta forma, torna-se imprescindível a capacidade de inovar nas empresas, tanto no seu processo organizativo e de otimização, quanto em sua estrutura operativa. Para tanto, é necessário que as empresas invistam em profissionais capacitados em estruturar um planejamento condizente com a realidade do mercado, bem como as exigências do público-alvo, de modo a garantir uma gestão de inovação eficiente e eficaz na contemporaneidade.

Palavras chave: Gestão de Inovação, Planejamento, Empresas.

Abstract

This research aimed to study the impacts of Innovation Management on the production planning of companies. To achieve this objective, a bibliographical review with a qualitative approach was relevant, in which studies made available in the Google Scholar and SCIELO databases dated from 2014 to 2021, in the Portuguese language, were contemplated. It is noticed that in a contemporary society with a view to innovation and competitiveness, especially in the area of companies, the great challenge of these organizations is to innovate to become more competitive in the market, and also to guarantee permanence and evolution in business. In this way, the ability to innovate in companies becomes essential, both in their organizational and optimization process, as well as in their operating structure. Therefore, it is necessary for companies to invest in trained professionals in structuring a plan consistent with the reality of the market, as well as the requirements of the target audience, in order to guarantee an efficient and effective management of innovation in the contemporary world.

Keywords: Innovation Management, Planning, Companies.



1. INTRODUÇÃO

O Planejamento Estratégico tem sido muito discutido e implementado na contemporaneidade, especialmente no setor empresarial. As empresas enfrentam, cada vez mais, demandas crescentes por novos serviços, produtos e sofrem fortes pressões por retorno financeiro (PORTER, 2014).

Ansoff (1990) afirma que a criação da gestão estratégica e, conseqüentemente, do planejamento estratégico ocorreu em decorrência das dificuldades enfrentadas pelas empresas americanas no final da década de 50, as quais não podiam ser solucionadas única e exclusivamente com as técnicas administrativas disponíveis e necessitavam de um novo método que foi denominado gestão (administração) estratégica. É relevante destacar a existência de lacunas relacionadas à necessidade de pessoal qualificado, novas tecnologias, sustentabilidade, exigências mercadológicas, dentre outras igualmente críticas que influenciam o desempenho e êxito das empresas.

Deste modo, discutir sobre planejamento imbricado a gestão de inovação torna-se necessário quando se trata de empresas e mercado contemporâneo, uma vez que a relação destes permite a construção e fomentação de empresas saudáveis, inovadoras e com amplo desenvolvimento no mercado nacional e internacional (ANSOFF, 1990).

Com o objetivo de se manterem competitivas no mercado, as empresas buscam cada vez mais alternativas para minimizar custos e melhorar a produtividade de seus processos, nesse contexto a Gestão da Inovação se destaca no contexto organizativo das empresas.

Nesse sentido, qual a relevância técnica-operativa da Gestão da Inovação nas empresas?

Para tanto, a pesquisa tem como objetivo geral estudar os impactos da Gestão da Inovação no planejamento de produção das empresas. Quanto aos objetivos específicos, se propõe: conceituar Gestão da Inovação; discorrer sobre Gestão da Inovação em empresas e; compreender os benefícios da Gestão de Inovação no planejamento de produção das empresas no Brasil.

Em uma sociedade contemporânea com vistas na inovação e competitividade, especialmente, na seara das empresas, o grande desafio destas organizações é inovar para se tornarem mais competitivas no mercado, e ainda, garantirem permanência e evolução nos negócios. Desta forma, torna-se imprescindível a capacidade de inovar nas empresas, tanto no seu processo organizativo e de otimização, quanto em sua estrutura operativa.

Destaca-se que a capacidade de inovar não se limita apenas em seus produtos e serviços destinados ao público-alvo em questão, mas na busca contínua pela inovação dos seus processos, a fim de alcançar seus objetivos estratégicos definidos pela própria organização empresarial. Logo, discutir sobre essa perspectiva na contemporaneidade, torna-se pertinente, uma vez que estudar os aspectos e elementos de inovação em um processo de planejamento em empresas possibilita sobretudo, minimizar problemáticas quanto à sua organização e operacionalização.

Deste modo, o presente trabalho será importante, pois ampliará o arcabouço teórico do tema em questão, levantando informações e literaturas necessárias para a construção da pesquisa e ainda, subsidiará futuras pesquisas acadêmicas a respeito da temática.

2. DESENVOLVIMENTO

De certo modo, todos os planos começam com uma ideia, o que só é possível porque os seres humanos têm imaginação. A imaginação é responsável pelo pensamento. Dependendo do propósito que você estabelecer, ela pode se tornar muito poderosa e eficiente. Neste raciocínio inicial, temos um plano de estrutura de planejamento simples, ou seja, imaginação, e depois pensamentos, conceitos, objetivos e metas (PÔNCIO, 2016). Seguindo esta linha de raciocínio, o conceito de planejamento parte primeiro do pensamento abstrato e depois segue por métodos mais concretos e palpáveis.

O planejamento dá resultado porque tem um conhecimento amplo do negócio. Organizações que não têm planejamento são aquelas que abrem as portas pela manhã e apenas esperam acontecer. Uma empresa com planejamento e criatividade é uma empresa que pode ser pesquisada a qualquer momento. Porém, não basta ter só planejamento, é preciso saber executá-lo. Outro ponto é reconhecer que a organização possui diversos tipos de planos, que são importantes em seus respectivos ramos. O fato é que todos devem estar integrados para atender às necessidades do negócio (CHIAVENATO, 2017).

O planejamento é uma das funções principais do processo administrativo, possui conceitos mais amplos do que simplesmente organizar os números e adequar as informações, passando a ser um instrumento de administração estratégica, incorporando o controle de turbulências ambientais e possibilitando que a empresa conquiste mais competitividade e mais resultados organizacionais, pois é a função que indica a direção a ser consolidada pela empresa (OLIVEIRA, 2020, p.49).

Destarte, o planejamento compõe os aspectos de gestão empresarial, uma vez que se torna uma ferramenta pertinente para o desenvolvimento eficiente e seguro de um negócio. Considera-se que o planejamento faz parte de uma dinâmica estrutural e organizacional de uma empresa, pois determina as diretrizes e processos estratégicos, a fim de buscar o alcance de objetivos e metas no ambiente institucional (OLIVEIRA, 2020).

Por ser uma ciência, o planejamento também possui um número infinito de conceitos. Segundo Moreira, Perrotti e Duner (2003, p.328), planejamento é igual ao “ato ou efeito de planejar, elaborar por etapas, como bases técnicas; planificações”. Conforme Corrêa (2021, p.98), é um “processo administrativo e sistemático para atingir um objetivo proposto”. Outro pensamento, segundo Pasquale (2012, p.98), o planejamento é como “processo de elaborar o plano, que é o documento escrito: portanto, planejamento é a ação, enquanto o plano é o resultado”, ou seja, considerando que cada autor diverge em alguns pontos sobre o conceito exato de planejamento, podemos considerar a concordância deles de que ele é como a ideia ou expressão do pensamento em algo físico (MARTINS, 2017).

O planejamento inclui identificação, análise, estrutura, coordenação de tarefas, objetivos, metas, desafios, estratégias, políticas internas e externas, planos, projetos e atividades para alcançar o desenvolvimento mais eficiente e eficaz, tanto quanto possível focando em energia e recursos. Nesse sentido, contempla também as perspectivas de missão, visão e princípios de uma empresa, ou seja, alinha-se com as normas e não subsiste sem a presença da identificação empresarial. De acordo com Lopes (2017), não existe a possibilidade de planejamento, sem definir esses aspectos.

A sofisticação tecnológica, os imensos mercados que se abriram e as maneiras de se chegar a eles, a produção em massa, a concepção de tecnoestrutura empresarial, a acirrada competição inter e intranacional exigem do adminis-



trador extraordinária atenção a necessidade de, com razoável antecedência, estabelecer missões e objetivos da empresa, estudar e selecionar os caminhos alternativos, implantar a estrutura e implementar os planos e ideias escolhidas. Em outras palavras PLANEJAR (LOPES, 2017, p. 54).

Assim, toda dinâmica da empresa deve estar imbricada nas orientações, preceitos e condutas estabelecidas, considerando que estas particularidades contribuem direta e indiretamente para as direções que esta irá seguir, fomentando as decisões e circunstâncias necessárias para o bom funcionamento da estrutura e organização empresarial (LOPES, 2017).

No tocante a operacionalização, esta constitui a parte mais detalhada de todo o planejamento. Nessa etapa é definido de fato o que será realizado. No plano operacional, os funcionários participam de determinadas atividades e definem suas respectivas responsabilidades de acordo com suas funções e divisão de tarefas. Para obter um plano de ação e cronograma de 4 a 10 meses. No plano operacional, os recursos financeiros são utilizados para atingir as metas definidas no plano tático (SILVA, 2017).

Quanto mais colaboradores da empresa participam do plano, maior é o comprometimento da equipe e maior o investimento nos resultados. É importante entender que se o plano tático e operacional não for bem definido e executado, o plano de operacionalização não será capaz de alcançar resultados definitivos (MARTINS, 2016).

O planejamento é um processo integrado e interdependente que envolve todos os níveis da organização. Planejar é mais do que definir metas, cronogramas e planos de ação. O planejamento é essencialmente sobre comunicação. Imagine como foram feitas as pirâmides do Egito ou o aqueduto romano e muitas outras obras que têm despertado o interesse humano. Mesmo com poucos recursos técnicos e treinamento operacional limitado, a comunicação ainda pode ser o fio condutor para muitas mudanças no mundo. Seja por meio de desenhos, histórias, analogias, fábulas, cartas, livros, músicas ou mesmo palavras em blogs, a comunicação pode influenciar as pessoas e fazer mudanças (SILVA, 2017).

A partir do planejamento operacional, se torna possível pontuar, identificar e analisar dados e informações, tornando assim toda a gestão da organização mais e clara e bem menos intuitiva, ou seja, “é no planejamento operacional que ficarão definidas as tarefas cotidianas e os detalhes das operações da empresa para tornar os objetivos estratégicos possíveis” (PÔNCIO, 2016, p. 12). A partir dessas informações, todas as decisões poderão ser mais assertivas, solidas e efetivas nos mais diversos setores da organização.

As empresas que executam com sucesso estratégias, táticas e planos organizacionais, por meio de comunicação eficaz e horizontal, são capazes de interagir com os três (mais diferentes) níveis da empresa: alta administração, líderes de gestão e funcionários de campo.

Implantar esse tipo de processo em uma organização é essencial, pois por meio dele é possível otimizar e maximizar os resultados. Dessa maneira, reflexos positivos poderão ser notados em todas as áreas do negócio, além de possibilitar mais foco e direcionamento nas atividades dos profissionais. O planejamento operacional também proporciona maior praticidade em imprevistos, contribuindo de maneira preventiva para que não haja prejuízos financeiros e para que nada atrapalhe as atividades da empresa (FRANCO, 2020, s/p).

O plano operacional é relevante porque traz dados mais precisos e concisos sobre o próprio negócio e adversidades antecipadas, uma vez que possibilita dimensionar imprevistos e situações que podem prejudicar a qualidade financeira e estratégica da empresa.

O planejamento e a operacionalização não eliminam riscos, isso é evidente, mas ajuda os gestores a identificar e lidar com os problemas organizacionais antes deles causarem sérios danos à empresa, mas ainda com a possibilidade de evitá-los. Compõem uma função gerencial básica que determina o processo administrativo, precede e orienta as demais, definindo objetivos e decidindo quais recursos e tarefas são necessários para alcançá-los da melhor maneira possível (SANTOS, 2010, p.23)

Assim, tornam-se processos imprescindíveis na dinâmica estratégica de uma instituição, pois tendem a mensurar perspectivas financeiras e organizacionais dentro do ambiente administrativo, e ainda, propicia o entendimento e apreensão sobre os aspectos, objetivos e desafios a serem superados, contribuindo para o alcance de atividades que promovam a qualidade e o bom funcionamento do negócio (SANTOS, 2020).

3. CONCLUSÃO

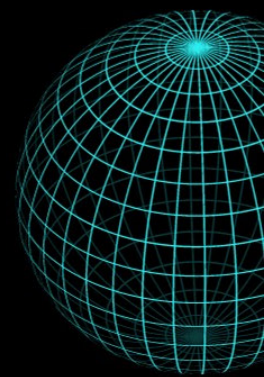
Através da literatura elencada para esta pesquisa, percebe-se o quanto é importante uma gestão inovadora que corrobore para um processo de planejamento otimizado em empresas. Para tanto, observou-se que para a empresa manter-se bem no mercado consumidor é imprescindível a estruturação de uma dinâmica administrativa capaz de promover uma operacionalização eficiente e eficaz, contemplando as demandas e exigências de mercado.

Referências

- ANSOFF, H. I. **Administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 1990
- CALICCHIO, Stefano. **A análise swot em 4 etapas: Como utilizar a matriz SWOT para fazer a diferença na carreira e nos negócios**. 1. ed. Rio de Janeiro. Revolução Ebook, 2020.
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 1. ed. 13ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- CORRÊA, Henrique L. **A história da gestão de produção e operações**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/39733852_A_Historia_da_Gestao_de_Producao_e_Operacoes> Acesso em: 01 de nov. de 2022
- FERNANDES, Djair Roberto. **Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia**. 2020.
- FRANCO, Inês. **Saiba como elaborar um planejamento operacional**. 2020. Disponível em: <https://www.bloglogistica.com.br/mercado/saiba-como-elaborar-um-planejamento-operacional-eficiente/>. Acesso em: 23 de out. de 2022.
- HOFRICHTER, Markus. **Análise swot: quando usar e como fazer**. 1. ed. Porto Alegre. Revolução Ebook, 2017.
- LOPES, Samuel C. et alli. **Administração estratégica**. 2. ed. São Paulo: Person, 2017.
- MARTINS, Leandro. **Marketing: Como se tornar um profissional de sucesso**. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2016.
- MARTINS, Marcos Amâncio P. **Gestão Educacional: planejamento estratégico e marketing**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.
- PÔNCIO, Rafael José. **O que é Planejamento**. Disponível em < <https://administradores.com.br/artigos/o-que-e-planejamento>> Acesso em: 13 de out. 2022.
- OLIVEIRA, Alex. **Matriz SWOT: Guia Completo e Simples 2019 Para Fazer a Sua**. Disponível em < <https://www.sbcoaching.com.br/matriz-swot/>> Acesso em: 12 de out. 2022.
- SANTOS, Djalma P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia, práticas**. 24. ed. São Paulo: Atlas, 2020.



27

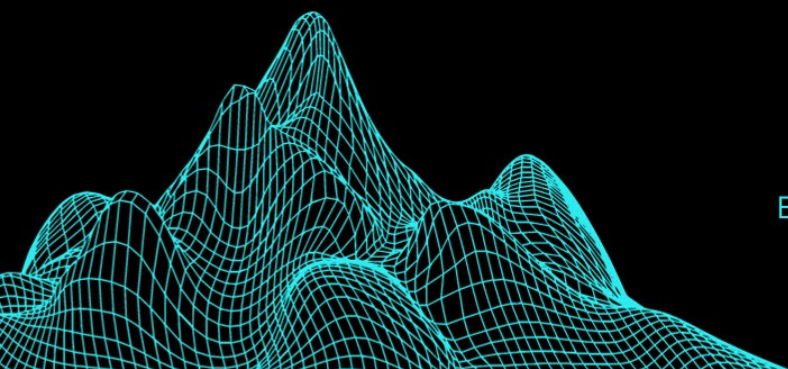


A RELEVÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA TOMADA DE DECISÃO

THE RELEVANCE OF STRATEGIC PLANNING IN DECISION MAKING

Larissa Manuela Martins Batista¹

¹ Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O presente estudo teve como objetivo apresentar a importância do planejamento estratégico na tomada de decisão. Para tanto, foi necessária uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, no qual contemplou artigos e dissertações disponibilizados nas bases de dados do Google Acadêmico e SCIELO, datados de 2014 a 2020, no idioma português. Através das pesquisas e estudos realizados para a construção do *corpus* do trabalho, observou-se que o planejamento estratégico é imprescindível para o processo de tomada de decisões no âmbito da Organização, uma vez que o planejamento permite sobretudo, ações estratégicas estruturadas com o foco nas demandas e necessidades administrativas, possibilitando assim, maior articulação com o mercado consumidor e assim, satisfaz de forma eficiente as necessidades do público-alvo em questão. Assim, é pertinente que as empresas invistam em um planejamento estratégico no que concerne as tomadas de decisões, entendendo que esta dimensão irá favorecer o sucesso organizativo, e ainda, permitirá que a empresa se evidencie no cenário consumidor.

Palavras-chave: Planejamento Estratégico. Tomada de decisão. Empresas.

Abstract

This study aimed to present the importance of strategic planning in decision making. Therefore, a bibliographical research with a qualitative approach was necessary, which included articles and dissertations available in the Google Scholar and SCIELO databases, dated from 2014 to 2020, in Portuguese. Through research and studies carried out for the construction of the work corpus, it was observed that strategic planning is essential for the decision-making process within the Organization, since planning allows, above all, structured strategic actions with a focus on demands and administrative needs, thus enabling greater articulation with the consumer market and thus efficiently meeting the needs of the target audience in question. Thus, it is pertinent that companies invest in strategic planning with regard to decision-making, understanding that this dimension will favor organizational success, and also allow the company to stand out in the consumer scenario.

Keywords: Strategic Planning. Decision making. Companies.



1. INTRODUÇÃO

Este estudo contempla uma abordagem sobre a importância do planejamento para as empresas de pequeno e médio porte. O cenário atual do mercado oferece inúmeras novas oportunidades, mas também muitos desafios, as organizações sofrem com a dinâmica das mudanças que ocorrem, tanto no ambiente interno quanto no externo. Além da concorrência, cada vez mais acirrada e os clientes mais exigentes.

Diante deste fato, as organizações precisam corresponder às necessidades e desejos dos clientes, de maneira eficaz, para tanto, têm que dispor de criatividade e buscar estratégias que colaborem no processo gerencial. O planejamento estratégico é o caminho mais seguro para a empresa definir seus objetivos e as estratégias necessárias para alcançá-los. É através do planejamento que a empresa dimensiona toda a sua situação, bem como do mercado, dos concorrentes, de seus consumidores, estabelecendo assim, estratégias competitivas, avaliando suas próprias potencialidades e limitações.

A partir dessa perspectiva, compreende-se que o planejamento estratégico é o caminho mais seguro para a empresa definir seus objetivos e as estratégias necessárias para alcançá-los. É através do planejamento que a empresa dimensiona toda a sua situação, bem como do mercado, dos concorrentes, de seus consumidores, estabelecendo assim, estratégias competitivas, avaliando suas próprias potencialidades e limitações.

Nesse sentido, o problema de pesquisa do presente trabalho, pode ser resumido na seguinte questão: quais são as vantagens e impactos produtivos que um Planejamento estratégico pode proporcionar às empresas de pequeno e médio porte?

Para tanto, a pesquisa teve como objetivo geral apresentar a importância do planejamento estratégico na tomada de decisão. Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa se propôs: descrever o que é planejamento estratégico; abordar o planejamento estratégico para empresas em situações de tomada de decisão e por fim; discutir sobre as vantagens do planejamento estratégica para empresas em tomadas de decisão.

A presente pesquisa pretende contribuir com a comunidade científica e acadêmica como um material de informação pertinentes à temática, com um cenário onde o planejamento direciona a tomada de decisão das organizações, bem como pretende ampliar as discussões na contemporaneidade sobre a importância do planejamento estratégico no âmbito das tomadas de decisões.

2. DESENVOLVIMENTO

Grandes acontecimentos foram vividos no último século, como as guerras mundiais, as revoluções industriais, o modernismo e o pós-modernismo, os sistemas democráticos e burocráticos, os movimentos pelos direitos civis, a evolução do petróleo, a indústria e a revolução da indústria de TI, bem como uma mudança radical na ideologia política em muitas partes do mundo. Tudo isso levou a um instinto desejo de mudança. O planejamento estratégico ajudou governos, comunidades, organizações e até indivíduos a lidarem e a se adaptarem com as novas oportunidades dispostas no ambiente (YIN, 2015).

Para Silveira (2021) o planejamento estratégico em uma organização, tem uma tarefa dupla: identificar as opções estratégicas mais relevantes para a corporação, e para “restringir” essas opções em um melhor plano. Dito desta forma, nada fundamentalmente

diferente entre a tarefa de planejamento estratégico de uma empresa multinacional e de qualquer outra grande empresa. Contudo, já que as multinacionais oferecem várias abordagens distintamente diferentes para o planejamento, é útil examinar alguns dos problemas de planejamento estratégico, pois a análise visa garantir a eficácia e sinalizar os ajustes necessários.

A ampla definição do planejamento estratégico, é composto por tarefas que têm várias implicações. Em ordem ser capaz de identificar as estratégias mais relevantes a corporação precisa se adaptar continuamente ao ambiente. Além disso, para restringir e definir as opções estratégicas no melhor plano, a corporação deve ser capaz de integrar suas diversas atividades, além de estudar o passado da organização ligando a situação atual, para antecipar as possíveis situações do futuro. Vários estudiosos de gestão veem a aprendizagem organizacional como a chave para a mudança estratégica adaptativa e apoiar uma tendência que não enfatiza a importância do planejamento estratégico (OLIVEIRA, 2015).

A palavra estratégia tem sido usada de diferentes maneiras e em diferentes contextos ao longo dos anos. Seu uso mais frequente foi no reino militar, onde o conceito foi usado durante a furtividade. Segundo Almeida (2015), o fim da estratégia vem das estratégias gregas, que significa “um general”. Essa palavra vem de raízes que significam “exercício” e “liderança”.

O verbo grego *estrategos*, significa “planejar uma estratégia sobre os inimigos/concorrência em razão do uso efetivo dos recursos”. No caso de empreendedores modernos com vocação competitiva, as raízes do conceito de estratégia são apresentadas com apelo óbvio. Mesmo os estrategistas das empresas no projeto de destruir seus concorrentes no mercado, estão tentando vender mais que seus rivais e obter mais e melhores resultados do que eles. Dentro dos diferentes pontos de vista, têm-se que os primeiros estudiosos que vincularam o conceito de estratégia aos negócios foram, Von Neumann e Morgenstern, em seus trabalhos sobre a teoria dos jogos (OLIVEIRA, 2015).

Todos eles definem estratégias como o conjunto de ações realizadas por uma empresa, selecionadas a partir de uma situação específica. De acordo com Drucker (2011) a estratégia exige que os gestores analisem sua situação atual e que a mudança é necessária. Parte de sua definição veio da ideia de que os gerentes deveriam saber quais recursos sua empresa possui e quantos deveriam ter.

Chandler definiu a estratégia de negócios, a partir de sua análise de quatro grandes indústrias americanas no início do século XX: DuPont, Oil of New Jersey, General Motor e Sears Roebuck. Chandler, definiu estratégia como o elemento que determinava os objetivos básicos de uma empresa, de forma ampla, bem como a adoção de linhas de ação e a alocação dos recursos necessários para atingir esses objetivos (SGANZELA, 2016).

Andrews (2015), ofereceu uma definição semelhante, que tem sido uma advertência para uma geração de alunos da *Harvard Business School* e ao redor do mundo: Estratégia representa um chefe de objetivos, finalidades ou metas, bem como as políticas e os principais planos para a concretização desses objetivos, apresentando-os de forma a permitir definir a atividade a que a empresa se dedica, ou a que se dedica, bem como o tipo de empresa que é ou será. Com base nesta última definição, a estratégia deve traçar um conjunto de objetivos e planos que revelem o ramo de atividade da empresa, bem como a forma como está se concentra.

Ansoff (2015), ofereceu uma definição mais analítica e focada na ação. Ele considerou que a estratégia era um “fio condutor” que circulava entre as atividades da empresa e os produtos / mercados. A estratégia torna-se assim a regra para a tomada de decisões; um fio comum com quatro componentes: O escopo do produto/mercado, o vetor de cresci-



mento, a vantagem competitiva e a sinergia Todas as definições acima têm quatro elementos em comum.

De acordo com Lima e Gomes (2019) em primeiro lugar, existe o conceito de ambiente, ou seja, uma série de condições externas à empresa, às quais ela deve responder. Algumas dessas condições são negativas (ameaças) e outras positivas (oportunidades). Em segundo lugar, a empresa deve estabelecer metas ou objetivos básicos. O objetivo de nível mais alto costuma ser chamado de missão; ou seja, uma definição da razão de ser da empresa. Terceiro, a administração deve conduzir uma análise da situação para determinar sua posição no meio ambiente e sua quantidade de recursos. Esta análise é geralmente conhecida como *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*, SWOT por sua sigla, (SWOT em inglês) (Figura 1);

Figura 1. Análise SWOT



Fonte: Uol (2021)

Assim como toda ferramenta de gestão, a análise SWOT tem como principal objetivo ajudar na hora da tomada de decisões e forçar o exercício de pensar em cenários inco-muns. Isso faz com que seja uma das razões para que ela seja bastante utilizada na hora de começar novos negócios e empreendimentos, já que servirá como suporte para um plano estratégico. Cada vez mais organizações e indivíduos vem utilizando a Matriz FOFA como um método de avaliação, utilizando-o da mesma para entender suas forças e fraquezas e interpretar melhor o ambiente externo que estão inseridas (JUNIOR, 2020).

A utilidade dessa ferramenta é bem ampla, e permite a apresentação de fraquezas e forças tanto de organizações e produtos quanto de indivíduos. O interessante deste método, é que ele também pode se adequar aos mais diversos cenários, por exemplo, caso o momento seja de crise, o recomendado é analisar a situação toda de uma forma mais racional, e a análise SWOT poderá fornecer uma visão geral das qualidades da empresa e ajudar a superar esse momento de crise (CAMARGO, 2019).

Faz parte deste conceito também, a identificação assertiva dos fatores que podem influenciar no funcionamento das empresas, fornecendo dados muito úteis no processo de gestão estratégica. A ferramenta pode ser dividida em duas partes: ambiente interno, onde são identificados os pontos fracos e os fortes e a análise do ambiente externo, onde

estão as oportunidades e ameaças (HOFRICHTER, 2020).

Segundo Camargo (2019), a partir da SWOT as organizações tendem a ter direcionamento bem maior e preciso para realizar o planejamento das tomadas de decisão interna e externas, e assim, conseguir identificar com muito mais riqueza de detalhes os aspectos negativos e positivos que podem influenciar o plano de negócios. Por isso, a execução e elaboração da matriz FOFA tende a reduzir em demasiada o número de erros durante realização de ações estratégicas dentro do ambiente organizacional. As principais utilidades dessa ferramenta são:

- Permitir um estudo mais aprofundado das situações interna e dos aspectos externos que podem vir a ameaçar o crescimento da organização;
- Possibilitar uma análise criteriosa da concorrência;
- Indicar possíveis ações que deverão ser tomadas.

A matriz FOFA ou análise SWOT é facilmente ser executada por empresas de grande, médio ou pequeno porte, dada a sua enorme praticidade e facilidade de aplicação, ou seja, tem o mesmo peso tanto uma Análise SWOT de um pequeno negócio como o de uma grande multinacional.

Deste modo, é uma ferramenta que tem a possibilidade de aplicação em todos os processos que envolvam a tomadas de decisão, além de caracterizar-se como uma importante esfera metodológica de estratégia, tendo em vista que todos os dados analisados e abordados são de grande valia para o processo administrativo de um negócio, onde são considerados perspectivas internas e externas pertinentes ao desenvolvimento e eficiência da instituição (FARIAS, 2016).

Nesse sentido, é importante ressaltar que a empresa projeta como aplicar seus recursos, de forma a atingir seus objetivos e obter a melhor adaptação possível ao seu ambiente. A abordagem da estratégia é baseada fundamentalmente em dois pressupostos. A primeira é que a análise deve sempre vir antes da ação. Definir metas, analisar a situação e planejar deve vir antes de qualquer ação que a empresa tome. Isso geralmente é chamado de formulação de estratégia (HENRY, 2018).

A segunda suposição é que a ação, geralmente chamada de execução da estratégia, é realizada por pessoas que não são analistas, gerentes seniores ou planejadores. São pessoas que colocam suas fórmulas em prática, com o mínimo de surpresas possível. Henry (2018), em seu livro *The Strategic Process, Concepts, Contexts and Cases*, define estratégia da seguinte forma: é o padrão ou plano que integra os principais objetivos e políticas de uma organização e, ao mesmo tempo, estabelece a sequência coerente de ações a serem tomadas.

Segundo Nicolau (2011) uma estratégia bem formulada ajuda a ordenar e alocar, levando em consideração seus atributos e deficiências internas, os recursos de uma organização, a fim de se alcançar uma situação viável e original, bem como antecipar possíveis mudanças no ambiente e possíveis ações dos oponentes. Junto com a definição da estratégia, deve-se definir uma série de conceitos integrados em todo o processo estratégico. É necessário ter a capacidade gerencial, pois com os conhecimentos, experiências, habilidades e atitudes que englobam seu conceito, que vai permitir às pessoas o poder de influenciar com meios não coercitivos para atingir objetivos de forma eficaz (Figura 2).

Figura 2. Planejamento Estratégico



Fonte: Sebrae (2015).

Segundo Barboza (2015) o planejamento é uma função básica de gestão que determina o futuro desejado, sendo um processo de construção de uma ponte entre a situação atual e a situação desejada. Com isso, entende-se que é necessário o aprimoramento contínuo dos seus processos e tais atividades devem estar diretamente relacionadas a sua missão pré-estabelecidas.

De acordo com Münch (2016), dentro do planejamento deve-se ter indicadores de gestão, dos quais define-se: Produtividade: é a relação entre o total de produtos obtidos e o total de recursos consumidos; Efetividade: É a relação entre os resultados alcançados e aqueles que é proposto anteriormente e mostra o grau de cumprimento dos objetivos planejados; Eficiência: é a relação entre a quantidade de recursos usados e a quantidade de recursos que foram estimados ou programados para serem usados; Eficácia: Avalia o impacto do que fazemos, do produto que se oferece ou do serviço que oferecido. Não basta produzir com 100% de eficácia, mas que os produtos ou serviços sejam adequados para satisfazer as necessidades dos clientes. eficácia é um critério relacionado à qualidade (adequação para uso, satisfação do cliente) (MUNCH, 2016).

3. CONCLUSÃO

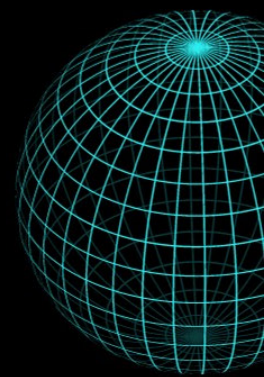
Através da literatura elencada para esta pesquisa, observou-se a importância do planejamento estratégico para a tomada de decisão, especialmente, porque a estruturação de ações e condutas que permitem uma tomada de decisão eficaz permitirá sobretudo, atender as demandas e realidades da empresa e do mercado consumidor, garantindo assim, maior satisfação dos clientes.

Referências

- ALDAY, H. E. C. **O Planejamento Estratégico dentro do Conceito de Administração Estratégica**. Rev. FAE, Curitiba, v.3, n.2, p.9-16, maio/ago. 2021.
- ALLEN, R. **El paradigma de Ackoff**: una administración sistemática. Distrito Federal: Limusa S.A. de C.V. 2015.
- ALMEIDA, M. I. R. **Manual de planejamento estratégico: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas Excel**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

- ANSOF, J. G. et al. **Administração de pequenas empresas**. Tradução Oxbridge Centro de Idiomas. 13. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2015.
- BARBOSA, E. R; BRONDANI, G. **Planejamento estratégico organizacional eletrônica de contabilidade**, v. I. n.2, dez/2004-fev/2015.
- BRYSON, JM. **Planejamento Estratégico Para Organizações Públicas e Não-Profissionais**: Um guia para fortalecer e sustentar o sucesso organizacional, 3ª edição, Jossey-Bass, San Francisco. 2015.
- CHANDLER, AD. **Estratégia e Estrutura**: Capítulos da História da Empresa Industrial Americana, MIT Press, Massachusetts. 2015.
- FARIAS, W. L. **O uso de ferramentas de marketing como estratégia competitiva para escritórios de contabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia de Ciências Contábeis) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 2016.
- LIMA, H.A. & GOMES FILHO, A.S. **Marketing Contábil**: um Estudo em Escritórios de Contabilidade do Município de Icó, Ceará-Brasil. Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia, 13(43), 62-75. 2019.
- NICOLAU, I. **O conceito de estratégia**. Instituto para o Desenvolvimento da Gestão Empresarial, Campo Grande – Lisboa, 2012.
- SGANZELA, R. **Principais percepções das empresas contábeis após a obtenção da certificação de qualidade**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria Empresarial) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2016.
- VANCIL, R.P. and LORANGE, P., **Strategic Planning Systems**, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall Inc., 2021, pp. 23-25.
- YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015.

28



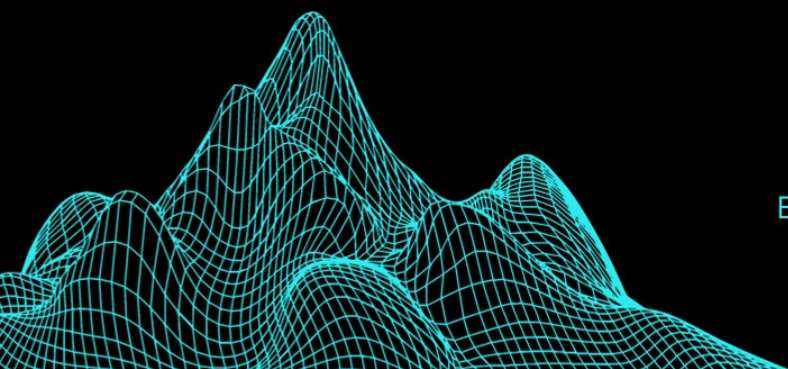
GESTÃO DE ESTOQUE: PLANEJAMENTO E CONTROLE NAS ORGANIZAÇÕES

INVENTORY MANAGEMENT: PLANNING AND CONTROL IN ORGANIZATIONS

Maylson Jorge Rocha Oliveira¹
Gleidison Andrade Costa²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Nutrição pela Faculdade Estácio, São Luís-MA



Resumo

Objetivo: estudar a gestão de estoque e as ferramentas utilizadas para o planejamento e controle dos materiais organizacionais. Metodologia: utilizou-se a Revisão de Literatura. Na busca online, consultou-se fontes confiáveis de pesquisa, como: Revista de Contabilidade e Finanças da Universidade Estadual de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; Scientific Electronic Library Online, textos e diretrizes publicadas pelos Ministérios do Governo Federal. Na busca física, consultou-se o acervo de livros e monografias da Biblioteca da Faculdade Pitágoras de São Luís - MA. Selecionou-se somente os artigos publicados nos últimos 5 anos (2018-2023). Considerações finais: neste estudo, pôde-se visualizar que o controle adequado do estoque de uma empresa é possível se identifica a variabilidade de itens, no qual a partir da previsão da demanda pode-se ter conhecimento do que, como e quando controlar. Para que o planejamento e o controle de estoque tornem-se mais eficientes é necessário um sistema de gestão integrado, no qual é possível a conexão desde o setor de vendas até o da produção, promovendo flexibilidade e agilidade em todas as atividades desenvolvidas dentro da organização. É indispensável que o gestor conheça todo o processo logístico de suas operações, identifique o tipo de demanda ao qual seu produto está relacionado, além dos tipos de estoques e para que cada um deles seja destinado, a partir desse conhecimento ele pode proporcionar à organização minoração dos custos do processo de produção e a satisfação dos clientes.

Palavras-chave: Gestão. Tomada de decisão. Controle de estoque.

Abstract

Objective: to study inventory management and the tools used for planning and controlling organizational materials. Methodology: Literature Review was used. In the online search, reliable research sources were consulted, such as: Journal of Accounting and Finance of the State University of **São Paulo**, Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences; Scientific Electronic Library Online, texts and guidelines published by Federal Government Ministries. In the physical search, the collection of books and monographs of the Library of Faculdade Pitágoras de São Luís - MA was consulted. Only articles published in the last 5 years (2018-2023) were selected. Final considerations: in this study, it was possible to visualize that the adequate control of a company's stock is possible if it identifies the variability of items, in which, from the demand forecast, one can have knowledge of what, how and when to control. In order for planning and stock control to become more efficient, an integrated management system is necessary, in which it is possible to connect from the sales sector to the production sector, promoting flexibility and agility in all activities developed within the organization. It is indispensable that the manager knows the entire logistical process of his operations, identifies the type of demand to which his product is related, in addition to the types of stocks and for each one of them to be destined, based on this knowledge he can provide the organization with production process costs and customer satisfaction.

Keywords: Management. Decision making. Inventory control.



1. INTRODUÇÃO

No século XXI, no qual o mercado exige cada vez mais a entrega de produtos mais rápidos e com maior qualidade pelas organizações, a gestão de estoque tem sido decisiva no auxílio da tomada de decisão. Através de uma gestão eficaz é possível elevar o nível de serviço prestado, entregando ao cliente um produto em menor tempo e com qualidade, proporcionando satisfação para o seu nicho mercadológico e lucro para a empresa.

Entretanto algumas organizações ainda encontram dificuldades para gerenciar seu estoque de forma estratégica, fazendo uso de sistemas de planejamentos que consistem apenas em hipóteses de demandas. Sendo assim, ao se identificar a urgência de gerenciamento em seus estoques de forma enérgica, as organizações necessitam de instrumentos que auxiliem essa metodologia. Pois, no momento em que é gerenciado com competência, há um impacto direto na produtividade da empresa, com redução de custos e aumentos nos benéficos.

Nesse sentido, o presente estudo visou preencher as lacunas teóricas referentes às necessidades que as organizações possuem de gerir seus materiais de forma mais eficiente, contribuindo para a tomada de decisão, na escolha da maneira mais eficaz de gerenciamento do estoque de acordo com a sua realidade e fazendo com que elas possuam diferencial competitivo no mercado. E, academicamente, a pesquisa acerca da gestão de estoque contribuiu como fonte bibliográfica consistente e confiável para estudos atuais e futuros sobre o tema abordado e possibilitando conhecimento para a capacitação de profissionais voltados à gestão, planejamento e controle de estoque.

Diante do exposto, surgiu o seguinte problema de pesquisa: quais são os impactos já documentados que a adequada gestão de estoque implica em cima do planejamento e do controle organizacionais? O objetivo geral deste trabalho foi estudar a gestão de estoque e as ferramentas utilizadas para o planejamento e controle dos materiais organizacionais. Já os objetivos específicos foram: abordar os aspectos históricos e conceituais da gestão de estoque; apontar determinados ferramentas utilizadas no gerenciamento de estoque, e; apresentar o papel da gestão de estoque adequada no processo de tomada de decisão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho foi a de Revisão de Literatura. Neste formato, se realiza uma síntese rigorosa de todas as pesquisas abrangidas pela supracitada temática e que estão relacionadas com o tema-foco. Para delimitar o objeto de estudo e o campo de investigação para a problemática que se pretende destacar, optou-se por selecionar produções científicas nacionais.

Na busca online para o agrupamento das referências consultou-se fontes confiáveis de pesquisa, como: Revista de Contabilidade e Finanças da Universidade Estadual de São Paulo - USP; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); *Scientific Electronic Library Online* [Biblioteca Científica Eletrônica Online] (SCIELO) expressos por textos completos e diretrizes publicadas pelos Ministérios do Governo Federal (atrelados à área de estudo).

Já na busca física pelas referências, consultou-se o acervo de livros e monografias da Biblioteca da Faculdade Pitágoras de São Luís - MA. As palavras-chave selecionadas para a busca das referências foram: “Gestão”; “Tomada de decisão”; “Controle de estoque”. Selecionou-se somente os artigos publicados nos últimos 5 anos (2018 a 2023) e que puderam responder os objetivos propostos neste estudo.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Aspectos históricos e conceituais da gestão de estoque

Fazendo-se uma breve alusão histórica da gestão de estoque, partindo da era industrial e comercial, na qual a contagem e a anotação dos produtos eram feitas de maneira manual, sendo essa pouco eficaz, tinha-se uma necessidade de organização e de controle da quantidade que havia de produtos armazenados. Há documentos históricos que mencionam que foi a organização militar, durante a Segunda Guerra Mundial, nas áreas de materiais e suprimento, que deram suporte para as instituições implantarem seu Sistema Próprio de Gestão visando um sucesso similar ao dos combatentes em Guerra, que se estendeu de 1939 a 1945 (BRAGA, 2018).

Com o sucesso da campanha militar pós Segunda Guerra, os Estados Unidos da América, no século XX, tornou-se base para os comerciantes a nível mundial, pois tudo que era produzido era jogado para o mercado consumidor através da produção em massa. Os estabelecimentos possuíam grandes quantidades de material estocado, o que mascarava diversos problemas que iam desde o *input* (entrada) até o *output* (saída) do sistema de manufaturação (BRAGA, 2018; DIAS, 2018).

No século XXI, a área estoque de empresas passou a exercer um novo papel, ela tornou-se um fator importante para as atividades do gestor durante o processo de tomada de decisão. Chiavenato (2018) define estoque como os itens que não estão sendo consumidos em um momento pré-definido, entretanto que visam atender uma necessidade posterior, sendo um fator decisivo dentro de uma meta traçada, tendo o objetivo fundamental à transformação dele em lucro nas organizações. Já Slack (2019) sinaliza que o estoque é o termo utilizado para descrever a acumulação de materiais, sejam eles informações, materiais, clientes ou recurso transformados e que o gerenciamento do acúmulo desses itens é o que se pode chamar de gestão de estoque.

Partindo do pensamento de Chiavenato (2018) e, também, segundo Glufke, e Costa (2022), o gerenciamento de estoques exerce uma importante influência tanto no campo operacional quanto ao que está relacionado às finanças das organizações, merecendo um cuidado minucioso. A partir desses pensamentos, vê-se que o controle de estoque é a estruturação de um plano com a função de verificar os insumos em conformidade com os anseios de uma organização, sempre tentando manter a paridade entre o que existe no estoque e o que é consumido/utilizado. O gerenciamento eficaz dos materiais em estoque pode ser, em geral, mais eficiente por meio de sistemas de gestão efetivos e integrados.

Venanzi e Roque da Silva (2018) mencionam que para organizar um estoque deve-se entender e determinar as funções essenciais, que são: designar o que deve continuar no estoque; o período de tempo de reabastecimento; o volume de produtos estocados para um instante estipulado, gerenciamento junto ao setor de compras, recebimento, armazenagem e controle desses estoques, auditoria do nível determinado do estoque e retirado do estoque dos produtos obsoletos ou com pouca saída.

Então, a gestão de estoque, deve manipular ferramentas que respondam as neces-



sidades das organizações, de forma que seja feito um controle para não gerar prejuízos e atenda a qualidade exigida pelos clientes. Segundo Viana (2018), o gerenciamento de estoque acaba refletindo diretamente nos resultados obtidos pelas organizações fazendo que exista a necessidade de instrumentos de avaliação gerencial para atingir os resultados financeiros esperados pela empresa.

Viana (2018) afirma que a função primordial da previsão de demanda é a diminuição da incerteza, facilitando assim a tomada de decisão. Entretanto, a eliminação completa das incertezas através da análise é impossível, pode-se prever demandas que apresentam certa constância no tempo que o referido autor chama de demanda perfeitamente conhecida.

A previsão de estoques é alimentada pelas informações principalmente dos setores de vendas onde os mesmos conseguem visualizar as demandas do mercado (POZO, 2018). Para se saber a qual melhor ferramenta que se enquadra no gerenciamento do estoque deve-se analisar e qualificar a demanda da empresa em questão, podendo ser ela uma demanda independente ou dependente. Ainda em conformidade com Viana (2018, p. 15) a demanda se caracteriza pela “intenção de consumo e tem como propósito básico de realizar previsões para o planejamento e controle do estoque”.

Para Venanzi e Roque da Silva (2018), a demanda independente é aquela que não depende de outro produto a ser lançado e sim do pedido de clientes externos, sendo este já o produto diferente da demanda dependente que depende de um produto a ser finalizado para prever a demanda do mesmo.

Pozo (2018) defende que antes de se analisar a fundo as técnicas de previsão, devem ser analisados os gráficos de evolução de demanda que se subdividem em: evolução de consumo constante, que consiste em uma demanda que permanece constante e não sofre influências ambientais e mercadológicas, diferente da evolução de consumo sazonal que atribui a uma demanda que passa por oscilações durante determinados períodos do ano, ou seja, a mesma é influenciada por fatores externos e a evolução de consumo de tendência que se refere a uma demanda que aumenta e diminui profundamente durante o ano, sendo este influenciado por fatores mercadológicos, ambientais e econômicos podendo gerar um desvio da demanda positivo ou negativo para a organização.

No entanto, a previsão de um estoque e a demanda dele é relativa, pois mesmo que possua um estudo relacionado ao produto em venda a maioria das previsões de demanda são influenciadas por fatores externos que se subdividem em ambientais, mercadológico e econômicos, o que condiz a condições peculiares do qual não pode-se ter um contexto totalmente definido (SLACK, 2019).

Nesse sentido, pautando-se em Pozo (2018), para que se tome a melhor decisão para saber qual a ferramenta que se enquadra no mais adequado gerenciamento do estoque é necessária que seja analisada e qualificada a demanda da organização em questão. Para Slack (2019), a decisão de compra implica diretamente nos custos tendo efeito direto no retorno dos ativos das organizações.

Para Venanzi e Da Silva (2020), existem três tipos de custo de estoque, que se dividem em custo de armazenagem, custo de perda e custo obsoleto. O custo de armazenagem é quando se possui um grande estoque que requer um local de guarda maior, o que demanda um efetivo de pessoas elevado, um possível aluguel de espaço e aquisição de maquinários para suprir a administração do mesmo. Custo de perda se enquadra na fabricação ou aquisição maior do que a demanda, o que gera custo para a organização. E o custo obsoleto se referem aqueles materiais que apenas estão ocupando um espaço no estoque, porém que não serão mais utilizados ou são poucos utilizados e não necessariamente deveria

ter em grandes quantidades no armazém.

Para administrar bem um estoque, os níveis de armazenagem devem ser os mais baixos possíveis sem que haja um déficit para atender a demanda dos clientes. Para isso é primordial que possua um controle de cada produto analisando sua rotatividade, o seu valor e se há espaço suficiente para o armazenamento (BALLOU, 2021).

2.2.2 Ferramentas utilizadas no gerenciamento de estoque

O objetivo do gerenciamento de estoque é entender os níveis de estoque e a sua localização adequada de *inputs* nas organizações. Existem diferentes *softwares* de gerenciamento de estoque, os quais conseguem monitorar o fluxo de produtos entre a(s) empresa(s), o fornecedor, através do processo de produção, até o cliente. Ou seja, tal atividade é capaz abarcar as informações de rastreamento do recebimento, separação, embalagem, aspecto de quantidade e de qualidade, expedição do estoque e afins (GLUFKE; COSTA, 2022).

Quanto às técnicas de gerenciamento de estoque, observa-se que a literatura pontua várias, visto que as empresas usam diferentes recursos para planejar os seus estoques (isoladas ou combinadas); outras, dependem de determinados procedimentos, mas o ponto comum entre elas é que todos os métodos visam melhorar a precisão das atividades organizacionais. As técnicas que uma empresa usa dependem de suas necessidades e do seu modelo de estoque (GLUFKE; COSTA, 2022). Algumas mais utilizadas são:

(a) Curva ABC

A análise ABC de estoque é um método de categorizar itens de estoque com base em sua importância. A análise ABC divide o estoque em três categorias: A, B e C, na sequência dos mais importantes aos menos importantes. Essa ferramenta pode ser usada para ajudar a tomar decisões sobre quais itens de estoque devem receber prioridade em termos de níveis de estoque e de reordenação. Também pode ser usada para ajudar a tomar decisões sobre quais itens de estoque são os mais importantes para rastrear e monitorar (GURGEL, 2018).

Nem todo estoque foi criado igual. O inventário ABC objetiva facilitar o entendimento das prioridades em um estoque. Apenas é preciso se ter cautela para o gestor não ficar muito preso aos números, é preciso ver de forma crítica os dados e os resultados no contexto atual e futuro da empresa. Apesar de muitas vezes ser conhecida como a regra 80/20, a análise ABC no gerenciamento de estoque não é tão simples. A análise ABC divide o estoque disponível de uma organização em três classes, sendo elas:

O “item A” engloba os componentes que geralmente geram maior quantidade de vendas, mas também constituem o menor conjunto de estoque. São itens que demandam frequentes solicitações por exigirem sempre bons níveis de estoque e devem ser priorizados para evitar rupturas. Eles recebem a mais alta prioridade de segurança em armazéns e almoxarifados (GURGEL, 2018).

O “item B” perfaz os componentes que geram uma quantidade média de vendas e lucros, enquanto constituem um conjunto de estoque um pouco maior do que o item A. Os itens aqui são verificados ocasionalmente para ver se devem ser movidos para inclusão nas seções A ou C. Já os produtos do “item C” pertencem ao grupo dos componentes que se tem em alta quantidade, mas eles não vendem muito bem. Isso significa que a baixa demanda os deixa pendurados no estoque por longos períodos de tempo. É melhor definir um ponto de reabastecimento baixo para eles e permitir que eles se esgotem antes de solicitá-los (GURGEL, 2018).



(b) Coleta de dados de código de barras sistematizada

O sistema de inventário permanente é altamente dependente de relatórios precisos e oportunos. Os relatórios manuais podem ser afetados por atrasos, erros, transações perdidas e sobrecarga indevida sobre a força de trabalho para coletar e inserir os dados. Desta forma, a coleta automatizada de dados, na maioria das vezes por meio de leituras de código de barras, elimina grande parte da carga de relatórios, ao mesmo tempo em que melhora muito a precisão e a pontualidade das transações (FERNANDES, 2022).

(c) Contagem de ciclos para melhorar a precisão

A precisão do estoque é muito importante para o planejamento e controle eficazes. E a maioria dos sistemas de rastreamento de estoque é lamentavelmente imprecisa sem um sistema ativo e disciplinado de contagem de ciclos. Tal procedimento substitui a pesada e propensa probabilidade de erros periódicos (geralmente anuais) na contagem de inventário físico por um programa regular de contagem de itens selecionados para que os itens mais importantes sejam contados com mais frequência do que os menos importantes. A mágica da contagem cíclica é que ela fornece uma estrutura para identificar e eliminar a fonte de erros para melhorar a precisão de maneira sustentável (MENDONÇA, 2018).

(d) Sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP)

O foco principal dos ERP é melhorar o atendimento ao cliente (satisfazer a demanda), otimizando recursos, incluindo estoque (e reduzindo custos). Embora o sistema de estoque forneça informações críticas para os sistemas de planejamento e execução dentro do ERP, essas funções retribuem o serviço gerenciando o uso e o reabastecimento de estoque para minimizar a escassez e reduzir o investimento geral em estoque (OLIVEIRA, 2018).

(e) Acompanhamento e rastreabilidade do lote

Nem toda empresa precisa de rastreabilidade de número de série ou rastreamento de lote, mas cada vez mais estão se coletando essas informações em reconhecimento ao risco crescente de *recalls* de produtos. Além disso, informações sobre o ciclo de vida, genealogia, histórico de configuração e dados de desempenho do produto podem ser de grande valor para engenharia, desenvolvimento, manutenção do produto, fornecimento de peças sobressalentes e outras áreas de negócios (FARIAS, 2018).

O rastreamento de estoque é um requisito para controle financeiro e processos básicos de gerenciamento de negócios. Sendo que o gerenciamento de estoque e os dados de estoque podem ser um recurso valioso na busca de melhoria de desempenho, níveis mais altos de atendimento ao cliente, controle de custos, desenvolvimento de produtos e sucesso geral dos negócios. Os sistemas integrados de gerenciamento de estoque, uma parte crítica de qualquer ERP, fornecem as ferramentas básicas e recursos adicionais significativos para tornar o ERP de utilidade crescente, atendendo às necessidades de negócios maiores (BRAGA, 2018).

Em um mercado atribulado, vigente no século XXI, o gestor não deve se arriscar excessivamente, nem disponibilizar chances ao risco de falência. Então, empregar mais valores monetários do que a real situação de sua empresa pode ofertar, assim como sucatear o orçamento que está muito bem designado, são riscos desnecessários que ele deve manter distância e cautela. Cerca-se de informações e dados acerca do seu negócio não é apenas uma premissa, e sim uma necessidade. Com as informações contábeis e de recursos em estoque adequadas e disponíveis, é bem menos complicado e mais eficiente refletir acerca do rol de decisões a serem tomadas (FERNANDES, 2022).

2.2.3 O papel da gestão de estoque adequada no processo de tomada de decisão

O gerenciamento de estoque ajuda as empresas a identificar qual e quanto acervo pedir em determinado momento. A gestão adequada de estoque rastreia os itens desde a compra até a sua venda/utilização. A prática identifica e responde às tendências para garantir que sempre haja estoque suficiente para atender aos pedidos dos clientes e avisar adequadamente sobre a falta (DIAS, 2018).

Uma vez vendido, o estoque se torna receita. Antes de ser vendido, o estoque (embora relatado como um ativo no balanço patrimonial) imobiliza o caixa. Portanto, muito estoque custa dinheiro e reduz o fluxo de caixa. Uma medida do bom gerenciamento de estoque é o giro dele. Uma medida contábil, o pleno giro do estoque reflete a frequência com que o estoque é vendido em um dado período. Uma empresa não quer mais estoque do que vendas. O baixo giro de estoque pode levar a estoque morto ou estoque não vendido (OLIVEIRA, 2018).

Por que o gerenciamento de estoque é importante para a tomada de decisão? O gerenciamento de estoque é vital para a saúde de uma empresa porque ajuda a garantir que raramente haja muito ou pouco estoque disponível, limitando o risco de falta de estoque e registros imprecisos. As empresas públicas, por exemplo, devem rastrear o estoque como um requisito para conformidade com as regras da Lei de Orçamento Público. As empresas devem documentar seus processos de gestão para comprovar a conformidade (OLIVEIRA, 2018).

Alguns dos principais benefícios do gerenciamento de estoque são que ele garante que o gestor seja capaz de atender pedidos recebidos ou abertos e aumente os lucros. A gestão de estoque também abarca a economia dinheiro/recursos: entender as tendências do estoque significa que a empresa vê quanto e onde tem algo em estoque, para poder usar melhor os recursos que possui. Isso também permite que a organização mantenha menos estoque em cada local (loja, depósito), pois ela pode retirar de qualquer lugar para atender aos pedidos - tudo isso diminui os custos vinculados ao estoque e diminui a quantidade de estoque que não é vendido antes de ser obsoleto (ALFANO, 2022).

Outro ponto é que melhora o fluxo de caixa: com o gerenciamento de estoque adequado, a instituição gasta dinheiro em estoque que vende, de modo que o dinheiro está sempre circulando no negócio. Outro aspecto é a satisfação dos clientes, um elemento do desenvolvimento de clientes fiéis é garantir que eles recebam os itens que desejam sem esperar (ALFANO, 2022).

Quanto aos desafios de gerenciamento de estoque, cita-se como os principais são ter muito estoque e não conseguir vendê-lo, não ter estoque suficiente para atender aos pedidos e não entender quais itens a empresa tem no estoque e onde eles estão localizados. Outros obstáculos incluem: não possuir detalhes precisos do estoque. Se a empresa não tiver detalhes precisos do estoque, não há como saber quando reabastecer o estoque ou qual estoque se move bem (FARIAS, 2018).

Processos ruins: processos desatualizados ou manuais podem tornar o trabalho propenso a erros e retardar as operações, acarretando mudança na demanda do cliente, os gostos e necessidades do cliente mudam constantemente. Se o sistema não consegue rastrear tendências, como o gestor saberá quando as preferências deles mudam e por quê? Desta forma, a equipe perde tempo se produtos semelhantes são difíceis de localizar. Dominar o gerenciamento de estoque pode ajudar a eliminar esse desafio (FARIAS, 2018).

Por fim, saber onde os valores monetários estão sendo empregados (principalmente



quanto já se tem em estoque), fica mais fácil entender os “gargalos” monetários da produção. Isso facilita e sensibiliza as perspectivas de inovação produtiva, com direcionamento nos esforços da mão de obra para alargar a lucratividades nos setores estudados. Já as análises, sem as informações contábeis fidedignas, são baseadas em fundamentos empíricos, e que, por vezes, podem até disponibilizar bons resultados, porém distancia a organização de estar devidamente preparada para novos desafios; assim como possuir boa estrutura. As transações empresariais necessitam de precisão, já que isso rende lucros (MENDONÇA, 2018).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar-se o constructo teórico desta pesquisa, pôde-se visualizar que o controle adequado do estoque de uma empresa é possível se identifica a variabilidade de itens, no qual a partir da previsão da demanda pode-se ter conhecimento do que, como e quando controlar. Para que o planejamento e controle de estoque tornem-se mais eficiente é necessário um sistema de gestão integrada, no qual é possível a conexão desde o setor de vendas até o da produção, promovendo flexibilidade e agilidade em todas as atividades desenvolvidas dentro da organização.

Este estudo mostrou também que indispensável para o gerenciamento de estoque que o gestor conheça todo o processo logístico de suas operações, identifique o tipo de demanda ao qual seu produto está relacionado, além dos tipos de estoques e para que cada um deles seja destinado, a partir desse conhecimento o gestor pode proporcionar à organização minoração dos custos do processo de produção e a satisfação dos clientes.

Por fim, esta pesquisa atingiu os seus objetivos, uma vez que há literatura suficiente para responder o problema aqui proposto. Nesse caminho, com base nas perspectivas apresentadas, este estudo também teve como intuito fortalecer a discussão sobre a gestão de estoque e as ferramentas utilizadas para o planejamento e controle dos materiais organizacionais, para tal, destacou-se pontos cruciais que permeiam este tema, reunindo um compilado de informações para que possa ser consultado por pessoas interessadas ao tema, como profissionais da área da engenharia de produção, outras áreas das ciências humanas; acadêmicos, professores, sociedade civil e outros.

Referências

- ALFANO, Luiz Renato; CURIONI, Eduardo Luiz. Sistemas de informações gerenciais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.13 n. 2, 2022.
- BALLOU, Raine Horta. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial**; tradução Raul Rubenich. – 5. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2021.
- BRAGA, Tadeu Hugo Ferreira. **Gestão de Estoques: Fundamentos, modelos matemáticos e melhores práticas aplicadas**. 1ª edição. São Paulo: CENGAGE, 2018.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- CORRÊA, Henrique Luís. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP Oracle Application e outros softwares integrados de gestão**. – Henrique L. Corrêa, Irineu G. N. Gianese, Mauro Caon. 5 ed. -9. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2018.
- DIAS, Marian Alice Prado. **Administração de Materiais: Princípios, Conceitos e Gestão**. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- FARIAS, Milene Ribeiro Soares. **Tomada de decisão e a gestão plena do negócio. Cadernos de Pesquisa**. São Luís (MA), v. 1, n. 32, 2018. Disponível em: < <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/>>. Acesso em: 12 jan. 2023.

FERNANDES, Elaine Raquel. O uso do sistema de informação contábil como ferramenta para a tomada de decisão nas empresas da Região de Contagem - Minas Gerais. **Simpósio de Excelência em Gestão e tecnologia**, Minas Gerais, 2022.

GLUFKE, Luís Felipe; COSTA, Manfred. **Melhoria da gestão de estoques: estudo de caso em uma indústria gráfica**. Centro Universitário Univates (UNIVATES). Artigo científico, Lajeado, RS, 2022.

GURGEL, Francisco Américo Costa. **Administração dos Fluxos de Materiais e Produtos**. São Paulo: Atlas, 2018.

MENDONÇA, Mariana. Análises contábeis são essenciais no processo de tomada de decisões. **Revista Brasileira de Contabilidade**, São Paulo, v. 1, n. 201, 2018.

OLIVEIRA, Wallace. Processo de tomada de decisão nas organizações: racional e intuitivo. **Diálogos em Contabilidade: teoria e prática**, Marília - SP, v. 3, n. 4, 2019.

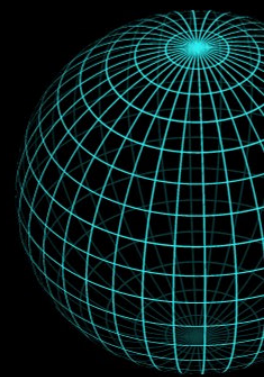
POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2018.

SLACK, Nyanne. et al. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2019.

VENANZI, Délvio; ROQUE DA SILVA, Orlando. **Gerenciamento da produção e operações**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

VIANA, João José. **Administração de materiais: um enfoque prático**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2018.

29



O PROGRAMA 5S E A VIABILIDADE DE SUA APLICAÇÃO EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: ANÁLISE TEÓRICA DA APLICAÇÃO

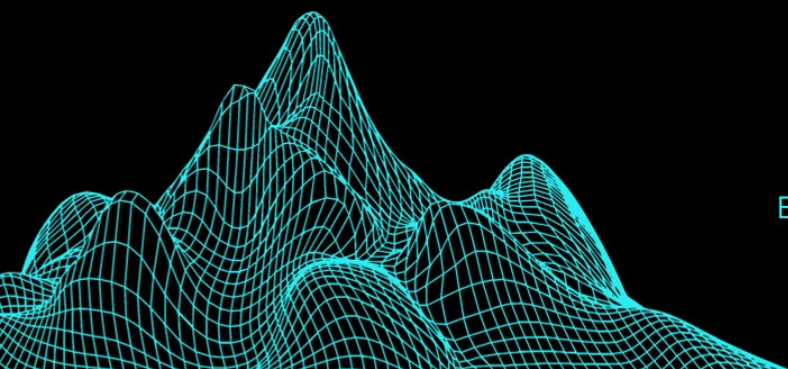
THE 5S PROGRAM AND THE FEASIBILITY OF ITS APPLICATION IN MICRO AND SMALL ENTERPRISES: THEORETICAL ANALYSIS OF THE APPLICATION

Carlos Emmanuel Rocha Silva¹

Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O presente trabalho tem como objetivo geral mostrar os conceitos e aplicações do programa 5s como ferramenta de gestão de qualidade em empresas de micro e pequeno porte, e desta maneira buscar uma melhor eficiência de processos organizacionais, minimizando desperdícios, diminuição de tempo, organização dos ambientes e maior segurança, para assim cumprir prazos de entregas e qualidade do que é oferecido. Este estudo foi baseado em revisão bibliográfica, sobre problemas que empresas de micro e pequeno porte enfrentam e como o gerenciamento de pessoas, processos e produtos ajuda as mesmas a se manterem ativas e competitivas no mercado. A ideia inicial é fazer uma auditoria na empresa que deseja fazer a aplicação do programa 5s e dessa forma traçar um plano de ação de acordo com as necessidades da empresa estabelecendo metas e objetivos a serem alcançados objetivando um maior aproveitamento de todos os recursos oferecidos pelo programa 5s Resumindo, em considerações finais mostra a importância e resultados obtidos com o estudo, a partir de fundamentações extraídas de vários autores que contribuíram para as informações deste trabalho.

Palavras-chave: 5S, Qualidade, Planejamento, MPE's.

Abstract

The present work has the general objective to show the concepts and applications of the 5s program as a quality management tool in micro and small companies, and in this way seek a better efficiency of organizational processes, minimizing waste, time reduction, organization of environments and greater security, in order to meet delivery deadlines and the quality of what is offered. This study was based on a bibliographical review, about problems that micro and small companies face and how the management of people, processes and products helps them to remain active and competitive in the market. The initial idea is to audit the company that wants to apply the 5s program and thus draw up an action plan according to the company's needs, establishing goals and objectives to be achieved in order to make better use of all the resources offered by the program. 5s Summarizing, in final considerations it shows the importance and results obtained with the study, based on foundations extracted from several authors who contributed to the information of this work.

Keywords: 5s, Quality, Planning, MPE'S.



1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve por objetivo a análise teórica da aplicação do sistema 5s como ferramenta para gerenciamento de micro e pequenas empresas, com o objetivo de promover melhorias contínuas em todos os setores dessas organizações.

As crescentes mudanças no mercado têm levado as empresas a buscarem cada vez mais um diferencial competitivo que as tornem mais bem vistas diante da sociedade. Portanto, para que essas organizações sobrevivam elas dependem muito de como iram se comportar nesse meio e de sua capacidade de inovar e efetuar melhorias de forma constante em seus processos.

Em suma, à medida que, o desenvolvimento avança, micros e pequenas empresas precisam de mais planejamento em suas atividades e gerenciamento de pessoas, processos e produtos, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE em 2018, 99% das empresas brasileiras são de pequeno e médio porte, as chamadas MPE's, esse fato só mostra o enorme leque de oportunidades.

A importância da ferramenta 5s em empresas de micro e pequeno porte, se dá na determinação do gerenciamento do planejamento de todos os conhecimentos que envolvam a produção, que vai desde limpeza, organização, segurança, manutenção e utilização de equipamentos. O impacto do 5s nessas áreas são demonstrados através da melhora na qualidade e produtividade das organizações.

O presente trabalho abordará o conceito do 5s, sua história e o método de aplicação. Com isso, se espera, a obtenção de um melhor custo-benefício, uma vez que, a ferramenta vai ajudar o ambiente com melhorias culturais e físicas tornando-o mais eficiente e eficaz, alcançando uma melhor produtividade e por consequência uma maior lucratividade.

Diante disto como é possível garantir um ambiente de trabalho mais organizado, evitando a insalubridade, otimizando o trabalho e não desperdiçando tempo?

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo geral, através de pesquisas e revisão bibliográfica, refletir como o 5s se comporta sendo aplicado em empresas de micro e pequeno porte, e como a falta de gestão pode afetar a produtividade e gerar desperdício de tempo em uma empresa na qual não foram implantado o conceito de gestão oferecido pelo 5s. Tem como objetivo específico: conceber um plano de execução do programa 5s em micro e pequenas empresas, já que ele é de suma importância para atingir as metas de reduzir gastos e tempo e consequentemente aumentando a produtividade e qualidade de produtos e processos; desenvolver uma análise teórica à cerca da aplicação do 5s e demonstrar o programa 5s assim como os seus 5 sentidos.

Quanto à justificativa, o presente trabalho é de suma importância para a comunidade acadêmica e também para empresas que buscam uma reflexão para a aplicação desse estudo, uma vez que, traz à tona um assunto de grande relevância e que gera interesse por parte dos mesmos.

Desse modo, o programa 5s se torna uma ferramenta essencial para obter melhores resultados no que tange pessoas, produtos e processos em organizações de micro e pequeno porte, levando a empresa a obter resultados significantes que vão desde à gestão de qualidade, aumento da produtividade e redução de custos. Para atingir tais objetivos da melhor forma possível, uma empresa deve seguir todos os sentidos do 5s que são: utilidade, segurança, limpeza, saúde e organização, ajudando a empresa a se inovar, ser mais competitiva e ter melhorias no processo produtivo, reduzindo o máximo os desperdícios

e dando longevidade para as empresas de micro e pequeno porte. Diante de tal premissa, fez-se a escolha do tema: O programa 5s e a viabilidade de sua aplicação em micro e pequenas empresas, pois abrange de forma geral todos os interesses que envolvam o comércio e a produção de MPE's.

O presente estudo será fundamentado em pesquisas bibliográficas de literatura, sendo discutidas e analisadas de forma contextual. Este trabalho foi ancorado em alguns em alguns autores, sendo os principais: Lustosa (2008), Osada (1991), Dean e Bowen (2016) entre outros.

Portanto, as fontes e materiais utilizados nesse trabalho foram livros, artigos, trabalhos acadêmicos (teses e dissertações), como também outras fontes de pesquisas.

Os resultados serão expostos ao longo do trabalho, buscando mostrar de forma clara como a aplicação do 5s em micro e pequenas empresas oferece diversas vantagens que vão desde eliminação de desperdício, agilização de processos, melhorias contínuas e a cultura de organização.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do presente trabalho dar-se-á através da base teórica, por meio da revisão de literatura de artigos acadêmicos, livros, revistas onde concentram-se opiniões, origem e conceitos de grandes autores e estudiosos acerca da gestão de qualidade, 5s como uma ferramenta para gestão de controle e qualidade e todos os temas que se façam necessário para a compreensão e bom entendimento do estudo proposto.

2.1 Conceito de qualidade

A conceituação de qualidade é bastante ampla, porém bem simples de ser compreendido, em suma a qualidade pode ser entendida como a busca contínua pela excelência em todas as atividades de um sistema produtivo de uma organização garantindo que ela tenha um nível de excelência e perfeição em seus processos, serviços e produtos.

Segundo Dean e Bowen (1994 apud Silva *et al.*, 2018):

A qualidade é considerada uma filosofia de gestão, pois procura aumentar a competitividade da Organização por meio da adoção de sistemas de melhoria contínua de produtos, serviços, processos, pessoas e ambientes, ou seja, abrangendo a Organização como um todo.

Para que a qualidade seja primada pelas empresas, as mesmas a priori devem entender o perfil de seus clientes, as necessidades de mercado pra depois conceber um produto, bem ou serviço que atenda todas as características e demandas almejadas pelo consumidor.

A qualidade tem muito a ver com o planejamento, uma vez que, sem um planejamento seria impossível e inviável atender todas as demandas que o mercado impõe, se tornando indispensável na concepção de analisar dados, traçar metas para alcançar os objetivos almejados pelas empresas.

Por fim, conclui-se que, se uma empresa pretende se destacar no mercado a mesma deve ter em mente que a qualidade de seus processos, produtos e serviços devem ser indispensáveis, tendo sempre foco no cliente e buscando atender todas as exigências im-



postas pela sociedade.

Quadro 1. Quadro de dicas que auxiliam as empresas na busca pela qualidade total em seus produtos, bens e serviços

Quadro com dicas para o gerenciamento de qualidade de sua empresa	
Dica	Objetivo
Definir metas a serem alcançadas	Essa é uma das principais etapas que qualquer organização deve estabelecer para alcançar a qualidade em seus processos
Padronização e melhoria de processos	A padronização tem por objetivo tornar os processos de uma empresa uniformes e tornar a operação produtiva mais consistente
Evitar desperdícios	Ajuda a melhorar o perfil de responsabilidade social da organização, tornando-a mais firme, instável e competitiva.
Foco no cliente	Entender as necessidades dos clientes é de suma importância, pois mostra que a empresa preza pela qualidade e satisfação do cliente.
Foco no produto	Oferecer um produto de qualidade, que atenda todas as exigências de mercado e do cliente é essencial para qualquer empresa.

Fonte: O Autor (2023)

O quadro acima mostra que a qualidade de uma empresa está associada a suas metas, objetivos, foco em seus produtos, foco no cliente que é a principal fonte de incentivo para que as empresas estejam em constantes avanços.

É importante salientar que, é necessário o uso de um sistema ações integradas que auxiliem todo o sistema produtivo de forma a oferecer qualidade em todos os setores da empresa. Um desses sistemas é o ciclo PDCA consistindo em uma ferramenta que auxilia na melhoria contínua de produtos e processos.

2.2 Metodologia 5S

O 5s é um programa de gestão que tem como principal objetivo melhorar os aspectos de uma empresa, organização ou entidade se baseando em 5 sentidos que juntos são capazes de gerenciar qualquer tipo de organização.

A ferramenta 5s tem função de suma importância que é a de gerenciar pessoas, produtos e processos dentro de qualquer organização o que facilita o gerenciamento deles evitando por consequência o desperdício de tempo e assim tornando o sistema produtivo mais eficiente.

Toda empresa/organização precisa reduzir custos, isso é uma meta que as mesmas almejam. Essa redução pode ser alcançada eliminando-se as perdas no processo de produção e mantendo organização de estoque. Esse é o principal objetivo do programa 5s.

De acordo com Marshall (2005 apud ROSA, 2007, p. 19) relata que:

O Programa 5S nasceu no Japão, no final da década de 1960, como parte do esforço empreendido para reconstruir o país derrotado pós-guerra. Contri-

buiu, em conjunto com outros métodos e técnicas, para o reconhecimento da poderosa inscrição made in Japan.

A ferramenta 5s foi criada em meados de 1950, pelo engenheiro de qualidade Kaoru Ishikawa com a finalidade de reestruturar as organizações japonesas, já que nessa época o Japão tentava se reerguer após a derrota sofrida na segunda guerra mundial e necessitava colocar no mercado produtos que fossem capazes de competir com preço e qualidade na Europa e Estados Unidos (RIBEIRO, 2006). A partir daí todas as organizações desde pequenas corporações até grandes empresas passaram a adotar o 5s como ferramenta de pré-requisito para proporcionar um ambiente de trabalho melhor e por consequência uma produtividade maior (JÚNIOR; KLEIN, 2013 p. 2-3).

Na época a implementação foi tão bem sucedida pelas empresas Japonesas que todo mundo desejava conhecê-la e a ferramenta começou a se disseminar por todo o globo.

O sucesso do programa 5s foi tão satisfatório ao redor do mundo que vários países decidiram adotar essa ferramenta para melhoria contínua das empresas, e que aqui no Brasil não foi diferente, segundo Silva (1994), o programa foi introduzido aqui no país por volta de 1991. Sua implementação foi de suma importância na adequação do ambiente de trabalho o que possibilitou uma maior produtividade e sua eficiência foi reconhecida pelas maiores organizações do país.

O programa 5s é dividido em cinco sentidos que ao serem desempenhadas em conjunto e de maneira eficiente conseguem promover uma diferença enorme no ambiente de trabalho trazendo ótimas consequências.



Figura 1. Abaixo segue uma ilustração dos cinco sentidos do programa 5s.

Fonte: O Autor (2023)

2.3 Seiri – Senso de Utilização

De acordo com Takashi Osada, 1992, *Seiri* ou senso de utilização baseia-se em distinguir tudo o que é necessário e o que não e eliminá-lo. Ele ainda afirma que no ambiente de trabalho é necessário ter a quantidade certa de recursos e observar seu uso correto.

De forma coloquial o senso de utilização diz respeito ao ato de separar o que é útil do inútil, ou seja, em termos mais comuns o *Seiri* tem por intuito eliminar tudo aquilo que

não é útil para determinado momento e trabalho, a regra é simples se o material tem utilidade imediata então ele deve estar no ambiente de trabalho, já os que não tem utilidade imediata deve ser armazenado em deposito e só solicitado quando seu uso for necessário no desempenho de tarefas. Esse senso ainda é responsável por fazer inspeções a fim de identificar problemas, como, vazamentos, sujeiras etc.

Abaixo está representado um exemplo teórico desse tipo de checagem (observação, o exemplo é de uma empresa que está em fase de construção e que conta com o 5s como ferramenta para o gerenciamento de seus recursos):

Quadro 2. Exemplo teórico de um checklist de materiais.

Checklist de materiais usados quanto à sua utilidade em um campo de obras				
Ferramentas e materiais que estão à disposição no campo de obras	Frequência de seu uso	Útil	Inútil	Ação necessária
Martelos	Constantemente	x		Sempre manter em local próximo ao trabalho
Betoneiras	Constantemente	x		Sempre Manter próximo ao local de trabalho
Furadeiras	Periodicamente		x	Manter armazenada em deposito à disposição dos trabalhadores
Serras	Raramente		x	Manter em um deposito afastado do local de trabalho
Vibrador de concreto	Periodicamente		x	Manter armazenada em deposito à disposição dos trabalhadores
Mini escavadeiras	Raramente		x	Manter em um deposito afastado do local de trabalho

Fonte: O Autor (2023)

Nesse senso é necessário haver uma checagem periódica de todos os materiais, ferramentas ou insumos que serão utilizados em determinadas tarefas ou sistema produtivo para saber se eles são úteis ou inúteis para determinada ocasião. Essa checagem deve realizada por um engenheiro de produção ou por alguém designado por ele.

A tabela acima representa uma demonstração de checagem realizada em um campo de obras, onde foi analisada a frequência de uso de alguns materiais que estavam a disposição dos trabalhadores e em seguida cada um foi qualificado quanto a sua utilidade em um determinado momento e por fim foi realizado uma ação necessária para cada tipo de situação.

A finalidade da tabela foi também demonstrar que, organização das todas as ferramentas devem ocorrer de acordo com a sua necessidade e sua utilidade em determinada tarefa e em determinado tempo e que, logo após a sua utilização a mesma dever ser armazenada em local de fácil acesso.

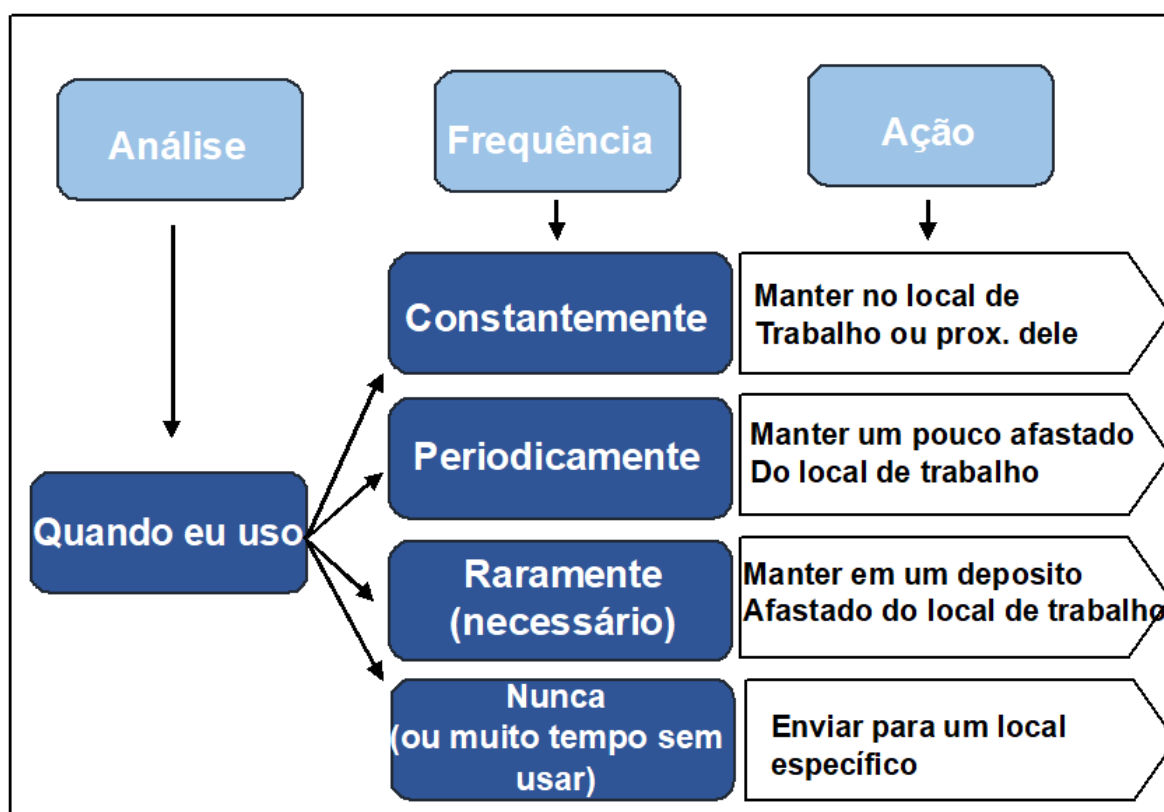


Figura 2. Plano de ações do *Seire* – Senso de Utilização

Fonte: O Autor (2023)

No esquema acima está sendo representado um modelo do senso de utilidade, onde os materiais utilizados constantemente, ou seja, com mais frequência devem ser mantidos próximo ao local de trabalho para facilitar o manuseio deles.

Os que são utilizados de forma periódica devem ser mantidos afastados do local de trabalho para que não atrapalhe nas tarefas que estão sendo desempenhadas naquele momento e que não necessita de determinados materiais para sua execução. Ou seja, só é pra ter a disposição os materiais que são necessários para determinada tarefa os que não são necessários devem ser mantidos afastados.

Já os que são raramente usados, mas que são necessários para a execução de alguma tarefa dentro empresa deve ser mantido em um deposito afastado do local de trabalho, a fim de mantê-los conservados em um deposito e sempre a disporão em caso de precisão.

Agora os que, nunca são usados ou foram usados apenas uma vez e depois disso não tiveram utilidade devem ser enviados para “área de descartados”, mas isso não significa que esses materiais serão jogados fora, pelo contrário eles serão destinados a uma área para serem armazenados e utilizados na próxima obra, processo ou atividade que seja necessário a utilização do mesmo.

Por fim, o *Seire* é responsável por resgatar alguns valores que são essenciais para as organizações, pois geram gestos que por mais simples que sejam fazem a diferença, pois torna o ambiente de trabalho mais cordial.

Entre os valores que são resgatados estão o carinho com os recursos úteis, a perda desapego às coisas materiais e o melhor conhecimento do próximo pelo ato de compartilhar (RIBEIRO, 2006 apud JÚNIOR; KLEIN, 2013, p. 4).

2.4 *Seiton* – Senso de Organização

Também chamado de senso da ordenação, sistematização ou classificação o objetivo desse senso é que todo material ou ferramenta seja guardado em seu devido lugar, tendo como desafio arrumar, definir e ordenar as coisas em seus devidos setores de modo que não haja nenhum tipo de objetivo em um ambiente onde ele não deva estar.

Osada, (1992 apud Júnior; Klein 2013, p. 4) define *Seiton* como um arranjo simples que permite obter apenas o que você precisa, quando precisa. Conhecido por senso de arrumação é o senso onde se define o layout ideal para a empresa.

A estrutura, isto é, a configuração interna de uma organização é influenciada, por sua vez, pelas características do ambiente organizacional. Assim, as organizações refletem internamente a realidade externa a que estão expostas. Utiliza-se, portanto, uma concepção sociológica da teoria das organizações e da administração. (SCHULTZ, 2016, P. 07).

Nesse trecho Shultz afirma que a organização de uma empresa diz muito sobre ela, pois segundo ele as ações internas refletem nas externas, por isso é de suma importância ter organização dentro das empresas.

A principal característica do *Seiton* é a capacidade de gerenciar o tempo do processo produtivo através da implementação de seu conceito, como, a organização do espaço, de forma a estabelecer cada local em que as ferramentas, materiais ou objetos devam estar.

Resumindo a organização é a principal meta desse senso, no que tange tanto o ambiente físico como o virtual, de modo a organizar os sistemas da empresa com o intuito de diminuir o tempo gasto com a procura de arquivos nos computadores da empresa.

Em meio as pesquisas acerca do assunto, surgiu a seguinte pergunta, mas por que devemos organizar?

A resposta é simples, uma empresa que preza pela organização acaba aumentando o engajamento dos seus funcionários e por consequência disso, a empresa tem um aumento na produtividade, diminuição de tempo em processos, colaboradores mais satisfeitos com seu trabalho, a empresa é bem vista pelos seus clientes e quiçá um aumento na lucratividade.

Elaboração de atividades, cronogramas, orçamento e de controle são alguns dos conceitos inseridos pelo *Seiton* com o objetivo de gerenciar pessoas, produtos e processos dentro de qualquer organização seja ela, micro, pequena, média ou grande empresa.

De forma consequente, o *Seiton* se conecta com o *Seiri*, e um bom exemplo dessa conexão é, quando uma pessoa se muda para uma nova residência, a priori o primeiro passo será separar os itens na casa antiga e o próximo passo seria a organização desses itens na nova residência esse ato de organizar evita esforço e tempo, tornando o processo organizacional mais rápido.

Vale ressaltar que, ambos os sentidos são executados de forma contínua um depende do desempenho do outro para funcionar plenamente e gerar os resultados almejados.

É de suma importância que o Senso de Organização seja executado de forma correta, pois ele facilita o desenvolvimento do primeiro que é de utilidade e ambos servem de ponte para a execução do próximo senso tornando a aplicação de todo o programa 5s mais eficaz e eficiente.

Os objetivos e aplicações do Senso de Organização permeiam pela redução de tem-

po gasto em processos e melhora do ambiente de trabalho, tornando-o mais otimizado.



Figura 3. Termos inseridos no conceito *Seiton* – senso de organização.

Fonte: O Autor (2023)

É claro que, a melhora na qualidade no que tange a gestão de uma empresa vai ocorrer de uma hora para outra, esse processo vai acontecendo de forma gradual até atingir seu ápice e, para isso, é necessário que a execução de todas as etapas seja feita da forma correta objetivando o sempre o melhor resultado.

Ambos os termos têm a mesmo sentido e finalidade que é de determinar um local onde serão estocados documentos, material, ferramentas, insumos etc. Ordenar, classificar e sistematizar é a consequência de arrumar tudo àquilo que se utiliza dentro uma empresa.

Dentro do Seiton é possível utilizar o sistema *KANBAN* que é outra ferramenta de gestão da qualidade que funciona como um sistema de sinalização com o intuito de informar o andamento de uma produção ou sistema produtivo dentro de uma empresa, auxiliando a organização e clareza de um processo de forma visual o que facilita muito o acesso a informações de uma determinada produção.

Quadro 3. exemplo teórico de padronização de cores de utensílios.

Cores de utensílios de limpeza	Área de utilização
Azul	Usados para a realização de limpeza mais pesada, tais como, pisos, paredes, laboratório, recepção, escadas etc.
Amarelo	Usar para o desempenho de limpeza em áreas de contato direto com o produto, como, as superfícies de envase da água e higienização de galpões que serão envasados.
Vermelho	Usar na limpeza de galpões de armazenamento, distribuição e almoxarifado.
Preto	Usar para todas as limpezas externas da fábrica.
Verde	Usar para a limpeza geral da fábrica, como, banheiros e refeitórios (obs: jamais usar nas áreas internas de envase, para evitar contaminação).

Fonte: O Autor (2023).

Acima é possível expressar um exemplo de aplicação do sistema *KANBAN*, onde foi realizada a separação de utensílios de limpeza por cores, onde cada cor é destinada para uma área específica da indústria.

Dentre os infinitos benefícios proporcionados pelo *Seiton* está rapidez na busca de documentos já que, eles vão estar organizados de forma a facilitar o seu acesso, gestão de equipamentos de ferramentas e padronização de procedimentos.

Por fim, esse senso serve para deixar o ambiente mais organizado, ele otimiza todas as atividades tornando-as mais eficiente e eficaz e por consequência aumento na produtividade e redução de tempo, uma vez que, os funcionários não perderão tempo procurando ferramenta auxiliando num melhor planejamento organizacional.

2.5 *Seisou* – Senso de Limpeza

Esse é o senso de limpeza tão importante quanto os demais, Segundo Ribeiro (2019 apud Júnior; Klein, 2013, p. 4) ele é responsável pela manutenção e limpeza de ambientes e instalações. Essa etapa da ferramenta 5S faz o descarte adequado do lixo, resíduos e todos os materiais que não serão mais usados.

“Um local sempre limpo, além de não prejudicar a saúde, melhora o ambiente de trabalho podendo proporcionar um melhor rendimento dos funcionários e até mesmo um melhor aproveitamento do local” (GRUPO SERCO, 2018). Manter o ambiente sempre limpo é de suma importância, pois é capaz de influenciar a forma como as pessoas trabalham, influência também na qualidade e por consequência na produtividade do serviço.

Dentro do *Seisou* existem metas que devem ser cumpridas a fim de que a metas desse senso sejam desenvolvidas de forma correta:

- Manter tudo em seu lugar e ter a disposição apenas o que for necessário;
- Deve-se manter todos os ambientes da organização limpos;
- NÃO se deve acumular sujeiras e nem coisas desnecessárias;
- Ser responsável pelo próprio lixo;

- Manter a higiene pessoal;
- E o mais crucial não sujar, manter tudo limpo.

Quadro 4. Checklist

CHECKLIST DO SEISOU – SENSO DE LIMPEZA																					
Diário																					
Garantir limpeza do chão																					
Garantir que tudo está limpo e organizado																					
Garantir que as ferramentas estão no local adequado																					
Garantir que todos os equipamentos estão em seu devido lugar																					
Garantir o descarte adequado do lixo																					
Semanal																					
Garantir limpeza e a organização																					
Garantir limpeza dos equipamentos																					
Garantir a identificação de cada ferramenta																					
Mensal																					
Checar a integridade física de todos as ferramentas e materiais																					
Checar necessidades de reparos																					
Verificar a necessidade de troca de equipamentos e ferramentas																					
CHECAGEM DIARIA, SEMANAL E MENSAL																					
																					Mês: <input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31													
A checagem semanal dever ser realizada toda sexta-feira																					
1ª Sexta-feira					2ª Sexta-feira					3ª Sexta-feira					4ª Sexta-feira						
Anotar os dias que não foram realizadas as checagens																					
Dia																					
Motivo da não realização da checagem																					

Fonte: O Autor (2023).

Algumas etapas para aplicação do *Seisou* – Senso de Limpeza, são:

- Todos, sem exceção, devem se comprometer em destinar seu próprio lixo nos locais devidos, se cada um fizer sua parte o ambiente de trabalho se torna mais limpo;
- Fazer identificação e eliminação preventiva de fontes de sujeira;
- Definir horários e responsáveis pela limpeza;
- Espalhar lixeiras por todos os ambientes da organização;
- Fazer verificações periódicas para identificar equipamentos ou ambientes sujos.

Um ambiente estando sempre limpo é capaz de influenciar positivamente na segurança, conforto e por consequência acaba se tornando mais agradável para as pessoas que nele trabalham.

2.6 *Seiketsu* – Senso de Saúde e Higiene

Para descrever de forma clara o *Seiketsu*, Júnior e Klein citam M. Ribeiro (2009):

O quarto senso tem uma ligação direta com o meio ambiente, proporcionando a humanização do ambiente de trabalho. Há a redução de ruídos e contaminações, a utilização de plantas ornamentais e a prática correta da Coleta Seletiva (RIBEIRO, 2009 apud JÚNIOR; KLEIN, 2013, p. 5).

Esse senso prevê a necessidade de criação de regras básicas que deverão servir para auxílio de como manter boas maneiras dentro das dependências das empresas, o *Seiketsu* vai muito além de limpeza, tem a ver com integridade dos colaboradores e da empresa.

Esse senso tem por objetivo incentivar as pessoas a terem uma boa alimentação, a terem uma boa qualidade de vida, resgatando valores como o amor pela vida, a felicidade etc.

- Algumas metas devem ser realizadas para pôr em prática o senso de higiene:
- Alertar sobre o tabagismo;
- Realização periódica de exames de saúde;
- Melhoramento nos procedimentos de segurança visando tanto a segurança individual quando a coletiva.
- Incentivar os colaboradores a adotarem hábitos de higiene pessoal.

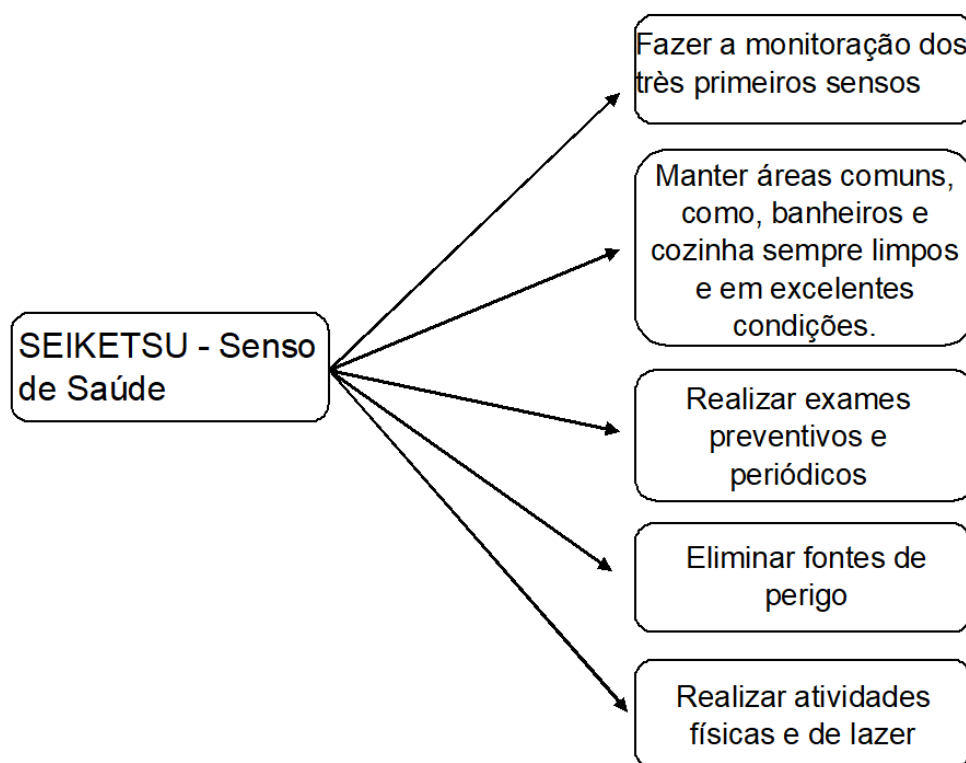


Figura 4. Ações práticas para o senso de saúde

Fonte: O Autor (2023)

Além de manter os três primeiros sentidos em ordem e padronizados, o esquema acima destaca a importância de manter um ambiente de trabalho mais organizado e limpo, o que acaba refletindo na rotina dos funcionários, o que os torna mais dedicados e focados em suas tarefas.

É válido ressaltar que as empresas devem adotar programas preventivos buscando a qualidade de vida de seus funcionários através da realização de exames periódicos, fazendo a eliminação de fonte de perigo, buscando sempre uma melhor qualidade de vida dos colaboradores.

As empresas também devem incentivar seus funcionários a realizarem atividades físicas e desenvolver atividades de lazer, pois essas atividades ajudam a combater doenças crônicas, como, doenças cardíacas, hipertensão, diabetes tipo 2, além de melhorar os níveis de colesterol e circulação sanguínea.

2.7 Shitsuke – Senso de Autodisciplina

Essa etapa do 5S é considerada uma das mais importantes, pois ela é responsável por manter todas as anteriores em prática e sendo executadas, é importante ressaltar que, todas as cinco ferramentas do programa 5S devam ser executadas de maneira voluntária pelas pessoas que trabalham na organização, sem qualquer cobrança.

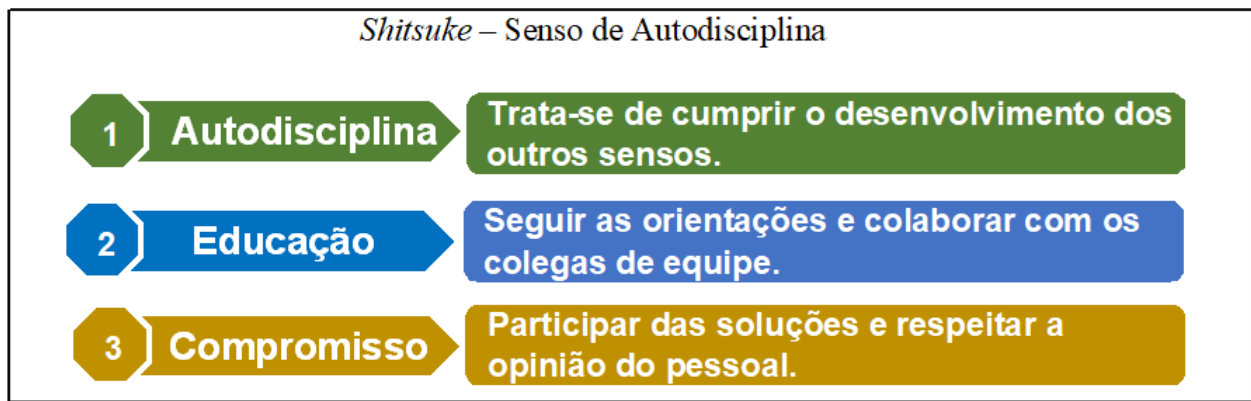


Figura 5. Ideais do senso de autodisciplina

Fonte: O Auto (2023).

Para o desenvolvimento desse senso é necessário pôr em práticas as três metas citadas na figura acima, é importante ter autodisciplina pois leva as pessoas a terem a capacidade de concentração e força de vontade na execução de tarefas. Ter educação é de suma importância pois desenvolve o aprendizado contínuo, habilidades e competências e mostra que o colaborador está seguindo todas as ordens de forma correta. Compromisso assim como os outros é de grande importância pois faz os colaboradores agirem com motivação, garra e a desenvolverem suas atividades de acordo com o cronograma.

Esse senso promove o desenvolvimento o hábito de observar e seguir normas, padrões, regras e atender como elas se encaixam no dia a dia da empresa. Não se trata de obedecer cegamente, mas sim de demonstrar respeito por si mesmo e pelos outros.

Mantendo todas as etapas sendo executada de maneira efetiva e plena, é possível obter um ambiente, mais seguro, limpo, melhoria nas relações humanas. Isso tudo ajudar os funcionários a entenderem seu papel dentro do processo organizacional.

2.8 Planos de ação para aplicação de programa 5s em empresas de pequeno e médio porte

Considerando a volatilidade atual do mercado, as empresas cada vez mais tem se atentado para a competitividade de seus produtos e serviços sempre focando na qualidade, afinal ninguém quer um produto que não preze por esse quesito. No caso das micro e pequenas empresas isso não é diferente, pensando o 5s se apresenta como uma solução viável, eficiente, eficaz e que praticamente não gera custos para a empresa.

É possível desenvolver estratégias simples para a implantação do programa 5s em organizações de micro e pequeno porte através do planejamento e compreensão de cada senso que engloba o 5s.

No que tange a implementação do programa 5s, é necessário fazer uso das seguintes estratégias: primeiro fazer uma reunião com todos os colaboradores para falar sobre o que é e como funciona a ferramenta 5s; desenvolver todos os sentidos, seguindo uma ordem cronológica começando pelo senso de utilidade, seguindo para o de organização, evidenciar a importância de padronizar, instigando a saúde e higiene no ambiente de trabalho e pôr fim a autodisciplina no dia a dia.

É importante conscientizar os colaboradores da empresa sobre a importância de se aplicar o 5s, pois o programa é capaz de promover um gerenciamento mais completo que

objetiva a melhoria no ambiente de trabalho, nos processos e produtos.

Além da reunião com todos os funcionários da reunião é importante também ouvir as ideias propostas pelos mesmos o chamado *Brainstorming*, que consiste em uma espécie de dinâmica onde todas as partes envolvidas dão ideias que possam ajudar na melhoria contínua de algum processo, na implementação do 5s esse conceito tem a finalidade de agregar mais valor para o programa.

Tabela 4. Plano de ação para implementação do 5s

Nº	O que fazer?	Qual motivo?	Como fazer?	O que utilizar?
1	Fazer a divulgação do senso de utilização	Estimular todos os colaboradores	Através do envio de e-mail ou por meio de cartazes	e-mail e cartazes
2	Fazer registro da situação atual da empresa	Ter registrado todas as fases da implementação, para posteriormente fazer uma comparação da evolução	Fotografar todos os pontos críticos e depois comparar	Câmera fotográfica
3	Montar um painel de evolução	Acompanhar a evolução da implementação do 5s	Disponibilizar um painel em um local visível a todos	Quadros, etiquetas e fotos.
4	Periodicamente promover o "Dia da limpeza"	Colocar em prática o senso de utilização	Separar tudo que for útil do inútil	Ferramentas e materiais do dia a dia
5	Realização de limpeza	Tornar o ambiente de trabalho mais agradável colocando em prática o senso de Limpeza	Fazendo limpeza dos ambientes, espalhando lixeiras e removendo sujeiras	Materiais e produtos de limpeza
6	Promover o senso de autodisciplina	Comportamento organizacional	Cumprindo rigorosamente as atividades	Cronogramas
7	Promover o senso de saúde e higiene	Prevenção de acidentes e saúde mental	Através da autodisciplina	Campanhas de conscientização
8	Realização de auditorias periódicas	Garantir o cumprimento dos sentidos	Analisando o cumprimento das tarefas	Lista de verificação
9	Analisar a nova situação da empresa	Fazer a comparação de como era antes e como ficou	Analisando os pontos que foram melhorados	Registros, painel, expositor e relatórios.

Fonte: O Autor (2023)

Conforme descrito na tabela 4, o Plano de ação tem por objetivo sistematizar todas as etapas que sucedem o processo de implantação do 5S. É importante ressaltar que, as micro e pequenas empresas devem contar com o apoio de todos os seus colaboradores para auxiliar nas atividades propostas pelo programa. Além de ajudar nas auditorias internas a

fim de acompanhar o andamento da placa de ação.

Para que, todas as ferramentas propostas pelo programa 5s fossem desenvolvidas de forma mais eficiente, houve a necessidade de conscientizar todos os colaboradores. Para tal tarefa foi ministradas palestras, distribuição de panfletos, envio de e-mails além de, pre-dispor informações em mural em uma localização estratégica.

Após a etapa da conscientização é necessário fazer um estudo do atual cenário em que a empresa se encontra, para que a implantação do programa 5s seja feita da forma que atenta as necessidades exigidas pela organização.

Em seguida, após a aplicação no programa 5s é necessário fazer auditorias periodicamente para saber se a ferramenta está sendo executada da forma correta garantindo o cumprimento de todas as etapas.

Por fim, após todas as etapas é feita uma análise profunda para saber em quais aspectos a empresa melhorou, fazendo uma comparação de como era e como ficou posteriormente. Essa análise pode ser feita com o auxílio do quadro que está disposto logo abaixo onde cada área da empresa dever avaliada e classificada quanto ao seu desempenho.

Quadro 5. Painel de desempenho

DESEMPENHO DO PROGRAMA 5S NOS SETORES DA EMPRESA												
Área	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Administrativa												
Gestão de Pessoas												
Unidade de negócios												
Dep. de Faturamento												
Dep. De Produção												
Legenda: ● Muito Bom ● Bom ● Regular ● Ruim												

Fonte: O Autor (2023)

Por fim, o último passo a ser seguido na implantação do programa 5s é analisar o desempenho de sua aplicação e seus benefícios para a organização. Após fazer um levantamento através de uma auditoria concebida por todos os envolvidos na aplicação do programa 5s, ela auditoria deve levar em consideração todos os pontos negativos e positivos que foram analisados ao longo da implantação.

Essa análise dever ser feita utilizando o exemplo do quadro acima classificando cada área da empresa quanto ao seu desempenho na aplicação do programa 5s, onde vai ser usada a cores azul, verde, amarelo e vermelho para especificar o desempenho em cada área da empresa, por exemplo, o azul utilizado o desempenho muito bom, a cor verde quando o desempenho for bom, amarela quando o desempenho foi regular e por último vermelho para indicar que o desempenho foi ruim.

Quando determinada área da empresa estiver apresentando um desenvolvimento ruim é necessário fazer uma auditoria para entender as possíveis causas desse mau desempenho para posteriormente ser feita as devidas correções. Pois o programa 5s tem que apresentar o desempenho pelo menos razoável, pois isso indicará que ele está sendo implantado de maneira correta e oferecendo todos os seus benefícios.

Quadro 6. Questionário

QUESTIONÁRIO AO PROPRIETÁRIO DA EMPRESA	
Qual a missão e visão da empresa?	
A demanda da empresa está crescendo?	
Qual o perfil dos clientes?	
É possível fornecer o bem ou serviço antes do prazo?	
Os clientes ficam satisfeitos com o serviço ou produto?	
A empresa é composta por quantos funcionários?	
Os funcionários trabalham com motivação?	
Conhecem os concorrentes?	
Qual a meta a partir de hoje?	

Fonte: O Autor (2023).

Esse questionário servirá como um norte para qual caminho seguir e por onde começar na hora de implantar o programa 5s, todas as perguntas devem ser respondidas de forma sincera para ser elaborado o plano de ação da aplicação do programa de forma que atenda a demanda dos clientes mantendo a qualidade e evitando desperdícios.

Quadro 7. Questionário feito antes da implantação do 5s

QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS FUNCIONARIOS		
	SIM	NÃO
Perde-se muito tempo procurando ferramentas/ equipamentos?		
Os ambientes da organização são limpos?		
Ao terminar o serviço as ferramentas são guardadas em seu devido lugar?		
Se sentem seguros no ambiente de trabalho?		
O lixo é descartado de maneira correta?		
Acha que a implantação do 5s trará benefícios para a empresa?		
Está disposto a contribuir para a implantação do 5s?		

Fonte: O Autor (2023)

Assim como o questionário feito para o dono da empresa, esse questionário destinado aos funcionários é de suma importância para o desenvolvimento do plano de ação para implantação do programa 5s, pois demonstrar a situação atual da empresa e se os funcionários acham que o 5s será eficaz e capaz de diminuir os desperdícios, aumentar a qualidade e utilidade das ferramentas, além de demonstrar se os funcionários estão dispostos ajudar na implantação do programa sendo essa uma parte crucial pois se os funcionários estiverem engajados e, ajudar a efetivação do 5s será mais rápida e eficiente.

Portanto, diante de tudo que foi exposto, o plano de ação é uma parte crucial, pois vai definir todos os rumos a serem seguidos durante a implantação do programa 5s, nesse plano de ação deve ser traçado todos os objetivos e metas a serem alcançados. Também

possibilita estabelecer uma coleta e análise de dados tornando mais fácil a tomada de decisão e por consequência a concepção de soluções que elevam o desempenho dos colaboradores da organização. O Plano de ação pode ser feito para alcançar metas de curto e longo prazo.

2.9 Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos ao longo deste trabalho, foi utilizado os princípios de uma Revisão Bibliográfica, para tal foram consultados livros, teses e artigos científicos por meio de busca nas seguintes bases de dados: livros, revistas científicas e sites de banco de dados. O período de artigos pesquisados foi de trabalhos publicados nos últimos 15 anos. As palavras-chave usadas para a busca foram: programa 5s; MPE's, gestão de qualidade, plano de ação etc.

Ao longo do estudo foi coletado informações referentes ao ambiente do estudo, analisando como funcionam as organizações e como elas se comportam diante de aspectos como: limpeza, organização, segurança e higiene. Essa análise foi de suma importância, pois determinou o rumo que foi tomado na implantação do programa 5S.

Após definir todos os caminhos a serem seguidos, organizou-se todas as informações obtidas à cerca da temática abordada, percebeu-se que, o 5S foi de suma importante na melhoria contínua das organizações de micro e pequeno porte.

2.10 Resultados e Discussão

Nos últimos anos, o Brasil vem apresentando um crescimento no número de micros empreendedores, e a sua importância e impacto na economia vem sendo cada vez mais perceptível, seja pela receita que essas MPE's lucram, ou pelo número de colaboradores que diminuem o desemprego no País. Nesse contexto surge o programa 5s como uma ferramenta de gestão de qualidade capaz de gerir todos os produtos, processos e pessoas dessas organizações com o intuito de torná-las mais competitivas, lucrativas e sem desperdícios.

Acerca do Planejamento e Controle da Produção, existe uma falta desses conceitos a serem implantadas nessas empresas, muitas delas sofrem com a falta de planejamento e logística assim tendo suas vendas reduzidas e sendo fechadas.

Para estancar essas dificuldades enfrentadas, alguns donos de empresa recorrem à modelo de implantação desse sistema, não tendo total proporção e realidade do que sua empresa representa.

O Planejamento e Controle da produção, com base na literatura incorporada no presente estudo, mostraram que as empresas têm buscado qualificar suas ferramentas e pessoas, ao melhor modo de satisfazer, tanto em segurança quanto na formalidade.

Para se tornarem competitivas as MPE's aplicam os ensinamentos oferecidos pelo programa 5s que tendem a delimitar suas estratégias em qualquer setor da empresa, como objetivo de sucesso na produção e eficiência de serviços. Com toda essa competitividade e surgimento de várias novas empresas, ficam em evidência as que mais investem em qualidade e aprimoramento de seu produto, pois sempre há espaço para melhorias dentro de uma organização, daí a importância da busca pelas instruções do programa 5s.

O 5s tem um leque extenso de ferramentas e aplicações onde buscam trazer melho-

rias para essas empresas, focando na redução de gastos, redução de gargalos na linha de produção, gestão de recursos, aprimoramento e introdução de recursos que facilitem a produção, sem que coloque em perigo a qualidade.

São nessas circunstâncias que uma empresa deve investir em aplicações da ferramenta 5s, como forma de garantir um ambiente mais seguro, limpo, higiênico, organizado de modo a melhorar o resultado qualitativo da organização.

Então, esse trabalho teve como objetivo detalhar o programa 5s e suas aplicações, enfatizando a sua importância em empresas de pequeno e médio porte, para que assim essas empresas possam ter longevidade no mercado.

Diante do problema apresentado, surgiu a seguinte indagação: como foi possível garantir que a aplicação do planejamento e controle de produção proposto pelo programa 5s seja eficiente e adequado no momento?

A resolução para essa pergunta foi que, a partir do que foi apresentado no corpo do trabalho e levando em consideração as pesquisas feitas, podemos garantir a eficácia desse sistema implantado corretamente, podemos notar os resultados apresentados de empresas que utilizaram o serviço e as empresas que não.

Portanto, foi importante ressaltar que toda empresa seja ela de pequeno, médio ou grande porte precisa dessas ferramentas para produzir produtos com alto índice de aprovação entre os consumidores, para assim, se manterem ativas no meio competitivo.

3. CONCLUSÃO

O plano 5S configura-se como base de um conceito filosófico de gestão, que em suma busca a qualidade total, otimização de processos e racionalização de recursos como seu foco principal.

De acordo com seus objetivos, o presente trabalho propõe a aplicação metodológica das principais ferramentas e conceitos envolvidos nos tópicos do programa 5S. o estudo pretende demonstrar a aplicabilidade da implantação do 5s em empresas de micro e pequeno porte.

A implantação do programa 5s em empresas de micro e pequeno porte as chamadas MPE's, é de suma importância na busca gestão de pessoas, produtos e processos dessas organizações, proporcionando um ambiente mais seguro, limpo, organizado, higiênico, pois segundo dados obtidos pelo SEBRAE em 2022, essas empresas geralmente não apresentam nenhum plano de gestão se fazenda necessário a aplicação de ferramentas que possibilitem a melhora na qualidade, nesse contexto surge o programa 5s como uma ferramenta viável capaz de fazer mudanças significativas, melhorando o desenvolvimentos das organizações e promovendo organização, segurança, limpeza e conseqüentemente a diminuição dos desperdícios.

O presente estudo demonstrou a viabilidade da implantação do programa enfatizando a aplicabilidade do 5s em empresas de micro e pequeno porte. A metodologia que foi utilizada teve diferencial a preocupação em envolver todos os colaboradores da organização.

A priori para implantar o programa 5s deve-se primeiro treinar todos os funcionários da empresa de modo a conscientizá-los sobre o programa 5s.

Ao iniciar a implantação de fato do programa 5s vai surgir algumas resistências por



parte dos funcionários, mas isso é bem normal, pois tudo que é novo causa estranhamento, e conseqüentemente estranhamento por parte do proprietário principalmente quando forem realizados os descartes de materiais que não tem nenhuma utilidade para o desenvolvimento de atividades da organização. Todo esse imbróglio deve resolvido através da conscientização de todas as partes envolvidas.

As principais contribuições da implementação do programa plano 5S, estão a identificação das ferramentas dispostas em locais de fácil acesso e classificadas quanto a sua categoria de maneira em que as trocas de ferramenta não possam ser feitas inadvertidamente ou por engano. Outra melhoria é a padronização dessas etiquetas, o que ajuda a melhorar a gestão visual da sua empresa.

Este trabalho permitiu enfatizar a importância da gestão de qualidade para o aprimoramento de todos os processos dentro uma organização garantindo a ela um lugar de destaque, ou seja, competir em um mercado altamente competitivo.

Fica aberto aqui a possibilidade de um próximo aluno ou organização utilizar este trabalho como embaso para aplicação do programa 5s em micro e pequenas empresas de forma que possibilite a empresa se destacar perante as outras.

Referências

DEAN, J; BOWEN, D. Teoria da administração total: melhorando a pesquisa e a prática por meio do desenvolvimento da teoria. **Scientific Research**, 2016. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1917101](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1917101). Acesso em: 01 de março de 2023.

JÚNIO; KLEIN, Jeremias; Paula. **Proposta de Implementação do Programa 5S na Empresa Morpheu de Artes Gráfica**. Univates, 2013. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/artigo_paula_klein.pdf. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

KLEIN, P. **Proposta de implantação do programa 5s na empresa morpheu de artes gráficas**. Doc player, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7178471-Proposta-de-implantacao-do-programa-5s-na-empresa-morpheu-de-artes-grafica.html>. Acesso em: 23 de março de 2023.

LUSTOSA, L. **Planejamento e controle da produção**. Amsterdã, Países Baixos: Elsevier, 2018.

OSADA, Takashi. **5 “s”**. 4ª Edição. São Paulo: IMAM, 1992.

ROSA, R. **O programa 5s – Estudo de caso da suprema faculdade de ciências médicas e da saúde de Juiz de Fora**. UFJF, 2007. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/wp-content/uploads/sites/322/2014/09/2007_3_Renata-de-Souza.pdf. Acesso em: 15 de março de 2023.

SCHULTZ, Glauco. **Introdução à Gestão Das Organizações**. Rio Grande Do Sul: UFRGS Editora, 2016.

SILVA, V. *et al.* **Gestão da qualidade: conceitos e perspectivas em segurança nos serviços de saúde pública**. Semana Acadêmica, 2018. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/sst192_artigo_cientifico_.pdf. Acesso em: 03 de março de 2023.



30

A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA A PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA

*THE IMPORTANCE OF STRATEGIC PLANNING FOR PRODUCTIVITY IN THE
INDUSTRY*

Bruno Leonardo Fernandes Alves¹

Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Este trabalho refere-se à importância do planejamento estratégico na indústria, a fim de que esta se prepare para desenvolver uma visão futurística do setor. O objetivo principal da pesquisa é mostrar a importância para a produtividade na indústria como apoio na busca pela excelência no mercado. Haja vista que o crescimento contínuo das empresas concorrenciais torna a competitividade cada vez mais acirrada, é necessário que a empresa desenvolva um diferencial para se manter no mercado. Trata-se ainda de um estudo descritivo com base na revisão bibliográfica através de busca eletrônica, bem como em materiais impressos e eletrônicos, mediante a revisão de literatura com aprofundamento sobre a temática, através do levantamento, leitura e análise das documentações pertinentes e necessárias ao desenvolvimento do tema. Por fim, como conclusão do trabalho destaca-se para o planejamento estratégico como metodologia de aplicação organizacional, a fim de orientar a tomada de decisões e proporcionar o preparo necessário das empresas frente as mudanças repentinas do mercado em relação aos fornecedores, cliente e concorrentes.

Palavras-chave: Planejamento, Estratégia, Gestão, Produtividade.

Abstract

This work refers to the importance of strategic planning in the industry, so that it is prepared to develop a futuristic vision of the sector. The main objective of the research is to show the importance for productivity in the industry as a support in the search for excellence in the market. Given that the continuous growth of competitive companies makes competition increasingly fierce, it is necessary for the company to develop a differential to remain in the market. It is also a descriptive study based on the bibliographical review through electronic search, as well as on printed and electronic materials, through the literature review, through the survey, reading and analysis of the pertinent and necessary documentation to the theme development. Finally, as a conclusion of the work, the highlight to strategic planning as an organizational application methodology, to guide decision-making and provide the necessary preparation of companies in the face of sudden changes in the market in relation to suppliers, customers, and competitors.

Keywords: Planning, Strategy, Management, Productivity.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade entre os mercados, o Planejamento Estratégico se configura uma eficaz ferramenta de gestão para as indústrias. Desta forma, há uma crescente necessidade de desenvolvimento das habilidades para que a indústria se prepare para obter uma visão futurística. Sendo assim, percebe-se a necessidade de elaborar um planejamento estratégico, que será o caminho para a empresa chegar aos seus objetivos, com um planejamento tático e operacional que ajudará na melhora dos resultados.

O planejamento estratégico se torna cada vez mais importante dentro das organizações, primeiramente ao adotar desempenho e traçar objetivos para sua sobrevivência, como também ao levar em consideração onde pretendem chegar e quais os concorrentes que precisarão enfrentar. Este planejamento busca estabelecer senso de direção, aumento da eficiência operacional e maior durabilidade dos negócios, no entanto, ainda enfrenta dificuldades que vão desde a implementação na indústria e demora do processo.

Dessa forma, o interesse pelo tema abordado surgiu pela necessidade de mostrar a relevância do planejamento estratégico como uma forma para se obter os objetivos bem estruturados. Assim, o planejamento estratégico entra como uma ferramenta que une esforços coletivos e individuais entorno do mesmo objetivo levando a uma visão de negócio futuro.

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de demonstrar a importância do planejamento estratégico em uma organização, especificamente na área de gestão industrial, colocando-o como um instrumento necessário para uma boa gestão. Nas organizações quanto maior o volume de pessoas envolvidas em ações da empresa em um plano de ação, maior se torna a garantia no atingimento dessa meta.

Assim teve-se como objetivo geral mostrar a importância do planejamento estratégico para a produtividade na indústria como apoio na busca pela excelência no mercado. E, como objetivos específicos: descrever sobre o planejamento estratégico, seus princípios e tipos; apresentar as vantagens da aplicabilidade do planejamento estratégico para as organizações; e identificar as etapas de elaboração e implementação do planejamento estratégico.

Diante do exposto, o planejamento estratégico é essencial para a produtividade na indústria, uma vez que pela ausência do planejamento muitas empresas fecham suas portas em seu primeiro ano de existência. Desse modo, a etapa de planejamento deve acontecer antes mesmo das empresas abrirem as portas, uma vez que a elaboração de um eficiente planejamento estratégico abrirá caminho para que as empresas consigam chegar aos seus objetivos.

2. METODOLOGIA

Para que o presente artigo atinja seus propósitos, é necessário que se faça uma contextualização acerca das teorias e artigos existentes, cujo propósito será o de dar consistência técnica-científica a este trabalho. Neste sentido, é requerida uma abordagem acerca da metodologia da pesquisa, e os resultados e discussões, na qual, as informações levantadas foram organizadas e discutidas de acordo com os objetivos propostos neste trabalho.

A pesquisa desenvolvida adotou a abordagem qualitativa, de cunho exploratório, que,



segundo Gil (2019, p. 49) “[...] tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, aprimorando as ideias ou a descoberta de instituições”.

Trata-se ainda de um estudo descritivo com base de revisão bibliográfica através de busca eletrônica, bem como em materiais impressos e eletrônicos, mediante a revisão de literatura com aprofundamento sobre a temática, através do levantamento, leitura e análise da documentação pertinente e necessária ao desenvolvimento do tema.

Para determinar a amostra de estudo foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, no qual foi realizada a leitura de artigos para verificar a pertinência da pesquisa com a questão norteadora desta investigação. Os dados levantados foram organizados e discutidos de acordo com o objetivo proposto neste trabalho. Após a análise detalhada dos artigos encontrados referentes à temática abordada, foi selecionada uma amostra de artigos e textos apresentados como resultado desta pesquisa.

As buscas de publicações científicas nas bases de dados supracitadas foram realizadas via internet, no qual foram utilizados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, utilizando-se os seguintes descritores dos próprios artigos: planejamento estratégico; gestão; processos; e produtividade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento estratégico como metodologia de aplicação organizacional é valioso como auxílio para a administração, pois ele pode orientar as tomadas de decisões, tornando assim o equilíbrio e aperfeiçoamento das atividades e informações dentro das organizações, dessa forma, a empresa fica preparada para as mudanças repentinas do mercado com relação aos fornecedores, clientes e concorrentes, independentemente da sua classificação em termos de porte.

Sendo assim, torna-se um elemento de extrema importância para as organizações que vivenciam o mercado competitivo, uma vez que ele oferece a alternativa da empresa se sobressair diante das demais, buscando utilizar melhor seus recursos, para minimizar os problemas empresariais encontrados no ambiente macro organizacional, e maximizar o uso das oportunidades encontradas no mercado que a empresa atua.

Nesse sentido, Chiavenato (2020) ressalta que planejamento é a função administrativa que define objetivos e decide sobre os recursos e tarefas necessárias para alcançá-los adequadamente. A principal consequência do planejamento são os planos, que tornam uma organização bem-sucedida na realidade de suas metas e objetivos, e funcionam como verdadeiros guias ou balizamentos para assegurar que:

- a) A organização obtenha e reúna os recursos necessários para alcançar os seus objetivos e os integre em um esquema organizacional que garanta coordenação e integração;
- b) Os membros da organização possam trabalhar em atividades consistentes rumo a esses objetivos e através de procedimentos escolhidos;
- c) O alcance dos objetivos possa ser monitorado e avaliado em relação a certos padrões para proporcionar a ação corretiva necessária caso o progresso não seja satisfatório (CHIAVENATO, 2020).

Oliveira (2018) define e distingue com base nos níveis hierárquicos três tipos de planejamento: Planejamento Estratégico, Tático e Operacional. O Planejamento Estratégico de acordo com Oliveira (2019, p. 33) “é a metodologia administrativa que permite estabelecer

a direção a ser seguida pela empresa, visando ao maior grau de interação com o ambiente empresarial”.

Sendo assim, o Planejamento Estratégico envolve a organização de modo geral, onde o planejamento consiste no que a organização irá fazer no futuro e como definir os objetivos, recursos e tarefas para alcançá-los com sucesso no mundo dos negócios. Para isso, o administrador precisa conhecer muito bem a ferramenta planejamento estratégico e como desenvolver cada parte dela dentro da organização.

Já o Planejamento Tático, de acordo com Oliveira (2019), se dá pelos níveis intermediários da organização, com projeções a médio prazo. As decisões estratégicas desse nível são de mais curto prazo se comparadas com o planejamento estratégico, haja vista que o planejamento tático está mais voltado aos meios para alcançar os objetivos específicos, isto é, refere-se aos componentes da empresa e a sua eficiência.

Segundo Oliveira (2019, p. 19):

O planejamento tático é desenvolvido pelos níveis organizacionais intermediários, e é de médio ou curto prazo, tendo como principal finalidade a utilização eficiente dos recursos disponíveis para a consolidação de objetivos previamente fixados, segundo uma estratégia predeterminada, bem como as políticas orientativas para o processo decisório da empresa.

Dentro de uma organização, pode-se dizer que o planejamento estratégico e o planejamento tático andam lado a lado, um relaciona-se com os objetivos de longo prazo e o tático relaciona-se com as metas de curto prazo. Por esses motivos é que as empresas devem manter os dois funcionando com o objetivo de alcançar as metas almejadas pela organização.

Por último, o Planejamento Operacional, no qual suas atuações estão relacionadas com as atividades rotineiras da empresa, no qual seus planos são desenvolvidos em um período de curto prazo. Portanto, o planejamento de forma isolada, é insuficiente, uma vez que o estabelecimento de objetivos em longo prazo, bem como seu alcance, resulta numa situação nebulosa, pois não existem ações mais imediatas que operacionalizem o planejamento estratégico. A falta desses aspectos é suprida através do desenvolvimento e implantação dos planejamentos táticos e operacionais de forma integrada (OLIVEIRA, 2018).

Portanto, o planejamento estratégico, é uma ferramenta que não pode ser trabalhada de forma isolada, pois ela é insuficiente no alcance dos resultados. É necessária a implantação dos planejamentos táticos e operacionais de forma integrada para alcançar os objetivos da organização.

De acordo com Oliveira (2018), o planejamento estratégico pode ser definido como uma técnica administrativa que, através da análise do ambiente de uma organização, cria consciência de seus fatores internos e externos para o cumprimento de sua missão, através disso, estabelece o propósito de direção que a organização deverá seguir para aproveitar as oportunidades e evitar riscos.

No planejamento estratégico a empresa visa separar os pontos, saber de certo onde quer chegar, traçar o caminho a ser seguido em busca de um objetivo. Por outro lado, sendo dotada de uma estrutura organizacional adequada, para implementar e manter a estratégia diante da tecnologia adequada, sistemas internos em condições de apoiar-se e manter seu foco global (ABDALA; CONEJERO; OLIVEIRA, 2019).

Oliveira (2018) salienta que a atividade do planejamento é complexa em decorrência



de sua própria natureza, qual seja a de um processo contínuo de pensamento sobre o futuro, desenvolvido mediante a determinação de estados futuros desejados e a avaliação de cursos de ação alternativos a serem seguidos para que tais estados sejam alcançados, sendo que tudo isso implica em um processo decisório permanente, acionado dentro de um contexto ambiental- externo e não controlável interdependente e mutável.

O planejamento estratégico integrado pode ser utilizado de várias formas pelas empresas, em que, é necessário se fazer uma análise do ambiente interno e externo, levando em consideração aspectos que podem influenciar diretamente ou indiretamente nas mudanças ambientais da organização como: político, tecnológico, econômico e social.

Conforme ressalta Maximiano (2022), o planejamento estratégico é o processo de elaborar a estratégia, esse processo refere-se aos planos de alcançar resultados consistentes com a missão, visão, valores e princípios organizacionais. Para isso, é necessário o acompanhamento e avaliação dos resultados em tempo hábil, pois o planejamento estratégico é o direcionamento que a alta administração deve se apoiar para que o processo de decisão seja confiável, de modo que eles possibilitem os lucros e o crescimento dos negócios.

Em relação a elaboração e implementação do planejamento estratégico, segundo Oliveira (2018), são as seguintes:

Diagnóstico Estratégico: O diagnóstico estratégico corresponde à primeira etapa do processo de planejamento estratégico onde busca saber a verdadeira situação da empresa diante do mercado em seus aspectos internos e externos.

No atual ritmo de mudanças ambientais, nenhuma empresa pode considerar-se imune às ameaças do ambiente, tais como a obsolescência de um produto ou a saturação do mercado. Por essa razão, todas as empresas devem fazer revisões periódicas de suas estratégias de produtos ou serviços versus segmento de mercado e outras atividades dentro de um processo contínuo de identificação das ameaças de identificação das ameaças e oportunidades externas (OLIVEIRA, 2019).

O diagnóstico estratégico incide no diagnóstico das motivações e finalidades dentro e fora da organização, das aptidões e oportunidades estratégicas para a empresa decorrente da situação mercado. Um instrumento utilizado que auxilia no processo administrativo é o benchmarking que pode ser definido como o processo contínuo e iterativo de investigação e análise das estratégias de sucesso das empresas líderes ou de referência e excelência administrativa, procurando conhecer, adaptar e aprimorar estas estratégias para a realidade da empresa (OLIVEIRA, 2018).

Missão da Empresa: É nessa fase que é importante estabelecer a razão de ser da empresa, como seu posicionamento estratégico. Essa fase envolve cinco etapas, são elas: Estabelecimento da missão da empresa, estabelecimento dos propósitos atuais e potenciais, estruturação e debate de cenários, estabelecimento da postura estratégica e estabelecimento das macroestratégias e macropolíticas. (CHIAVENATO, 2020).

Instrumentos Prescritivos e Quantitativos: Nessa fase se deve estabelecer “de onde se quer chegar” e de “como chegar na situação que se deseja”. Sendo que essa fase envolve dois instrumentos interligados, que são os Instrumentos prescritivos, e os instrumentos quantitativos que consistem nas projeções econômico-financeiras do planejamento orçamentário no qual deve estar associado à estrutura organizacional incluindo planos de ação e atividades previstas (CHIAVENATO, 2020).

Controle e avaliação: Nesta fase verifica-se “como a empresa está indo” para a situação desejada, esse controle pode ser definido como a ação necessária para assegurar a realização dos objetivos, desafios, metas, estratégias e projetos estabelecidos. É nesse pon-

to que devem-se considerar, entre outros aspectos, os critérios e parâmetros de controle e avaliação de uma situação adequada de custos versus benefícios (CHIAVENATO, 2020).

No atual contexto socioeconômico, onde se vive em um mundo de constantes transformações políticas, econômicas, tecnológicas, sociais e sendo regidos pela globalização, faz-se necessário o aprimoramento na forma de gerenciar os negócios. Para tanto, é importante o uso de ferramentas como o planejamento estratégico, que vem sendo considerada como ponto chave para o sucesso nas indústrias.

O planejamento estratégico é um método gerencial que permite ser estabelecido um objetivo e para alcançá-lo é necessário traçar metas, apontar uma direção a ser seguida pela organização. É um processo contínuo onde precisam ser definidos e revisados a visão, missão, objetivos, valores, cenários, indicadores e metas da organização, para assim elaborar projetos de intervenção que visam à mudança desejada (CHIAVENATO; SAPIRO, 2018).

Assim, as empresas que sempre se preocupam em praticar e assegurar os princípios fundamentais da gestão estratégica tendem a se tornar competitivas e diferenciadas no mercado, para possibilitar resultados financeiros positivos e se manter firme ao longo do tempo. Sendo assim, o modelo de gestão estratégica que está se estruturando diariamente, determinará um novo padrão para as práticas produtivas, a influência e importância que os colaboradores irão ocasionar na realidade empresarial (STADLER; PIRES, 2020).

A produtividade consiste em fazer mais com menos recursos e em menos tempo, ou seja, reduzir os custos, mas manter a qualidade e eficácia e, isto significa, o aumento da produção, sem comprometer a qualidade dos produtos e serviços. Dessa forma, a produtividade está diretamente relacionada com faturamento e custos, pois para se atingir a produtividade é preciso aumentar o faturamento e reduzir os custos (CORRÊA; CORRÊA, 2022).

Nesse sentido, Oliveira e Silva (2013) ressaltam que a produtividade se baseia em fazer uma boa manutenção, o que gera qualidade e eficácia no que se refere principalmente a redução de custos. Para uma empresa de manutenção ser vista com uma boa produtividade, é importante que haja redução de custos ao atender a um serviço solicitado. Assim, pode-se salientar que reduzir custos está diretamente relacionado em aumentar a eficácia, sendo que os indicadores de qualidade e produtividade estão relacionados a eficácia, bem como possibilita analisar tendências, ocasionando dessa forma, agir gerencialmente.

De acordo com Cardoso (2018), as indústrias, assim como as organizações em geral, têm vivenciado uma concorrência cada vez mais acirrada advinda pela globalização. Desse modo, tendo em vista o processo de globalização vivenciado pelo sistema mercadológico, verifica-se que dentre os princípios que norteiam tal realidade, a qualidade e a competência são uma das características mais proeminentes. Com isso, nota-se a importância de a organização possuir um planejamento estratégico eficiente e eficaz a fim de inovar e, assim, fazer o diferencial no ambiente empresarial.

O termo produtividade refere-se, a medidas de eficiência do uso dos recursos, ou seja, pode ser definido como aquilo que se produz. Essa conceituação envolve a produção em si, mas também é reflexo das várias etapas e tarefas realizadas para promover a otimização do tempo (SLACK *et al.*, 2018).

Slack *et al.* (2018) ressaltam ainda que a administração da produção é o gerenciamento das atividades, recursos e materiais que serão utilizados para criação de produtos e/ou serviços. Dessa forma, fica evidente que no interior destas atividades existe um processo de transformação, que é fundamentado em *inputs* (entradas), processamento e os *outputs* (saídas).



Os *inputs* para a produção podem ser classificados em: recursos transformados e de transformação. O primeiro caso refere-se a todos os recursos tratados, transformados ou convertidos de alguma forma, como: materiais, informações, consumidores. Já no segundo, são bens e serviços, vistos como o resultado do processo de transformação. Qualquer operação produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, e faz isso por um processo de transformação. Neste processo de transformação recebe-se materiais e produtos, no qual são processados e transformados em um bem ou serviço (SLACK *et al.*, 2018).

De acordo com De Negri e Cavalcante (2014), o crescimento da produtividade é um dos fatores fundamentais para o crescimento econômico, estando associado diretamente ao progresso material e ao aumento dos padrões de vida da população. Justamente por isso, a compreensão das transformações da produtividade é um tema relevante para as ciências econômicas, já aparecendo como uma questão importante desde os trabalhos dos economistas clássicos e mantendo-se como um tema central até os dias de hoje.

Assim, conduzir uma organização em um ambiente extremamente dinâmico, complexo, onde a todo instante ocorrem mudanças e vertentes se modificam requer do administrador uma visão ampla e com julgamentos assertivos. É a partir desta ideia que surge a necessidade de uma administração estratégica, que por sua vez se torna bastante desafiadora, pois vai além de criar metas e objetivos e designar que seus membros da organização se atenham a estes ao desempenhar suas funções (FERNANDES, 2017).

No Brasil, além do baixo crescimento da produtividade de trabalho, existem outros problemas como é o caso de quando a produtividade do trabalho não difere os ganhos de produtividade decorrentes de novas tecnologias ou novas técnicas de gestão. Deste modo, se uma empresa reduz o número de horas trabalhadas e consegue aumentar a produção por conta de novas máquinas, ocorrerá um aumento da produtividade do trabalho, e este aumento acontecerá mesmo que a máquina tenha uma tecnologia obsoleta (ELLERY JR., 2014).

A produtividade de uma empresa é um fenômeno complexo, pois uma boa produtividade demanda infraestrutura adequada de transporte, comunicação, energia e uma regulação legal que suporte e recompense os esforços de criatividade e inovação de seus empreendedores, bem como coíba as ações de falsificação, cópia e pirataria de produtos, além de leis que, de forma justa, resolvam os conflitos entre as empresas e entre as empresas e o Estado (OLIVEIRA; SILVA, 2013).

Então, ao ter como base funções de produções agregadas, os estudos para avaliar o crescimento da produtividade a partir desta vertente deixam de considerar a extensa variabilidade existente dentro dos setores e da economia. No entanto, os modelos evolucionários de crescimento da produtividade enfatizam justamente a grande diversidade existente e persistente ao longo do tempo entre as firmas, acompanhada de mudanças contínuas associadas à interação entre as estratégias das firmas e a competição no mercado (DE NEGRI; CAVALCANTE, 2014).

Pois, parte-se da ideia de que as firmas que estão na base do processo de inovação têm um comportamento associado à busca. A inovação, no entanto, não pode ser resultado de cálculos de otimização, dado que envolvem necessariamente um elemento de incerteza. O reconhecimento da incerteza implica a impossibilidade de antecipar os resultados do processo de busca, nem o reduzir a cálculos probabilísticos (DE NEGRI; CAVALCANTE, 2014).

Portanto, a produtividade da indústria está inteiramente associada à sua gestão estratégica, uma vez que pode ser acompanhada através das inovações dos seus processos, padronização na sua linha de produção, redução dos desperdícios, gerando lucratividade

e empregabilidade para todos que dependem da produtividade.

Desta forma, os resultados da pesquisa apontaram que ao tratar-se sobre planejamento estratégico para a produtividade na indústria não há divergências de opiniões entre os autores estudados, ou seja, suas teorias se complementam.

Sendo assim, as abordagens dos autores acima citados, com seus respectivos resultados e discussões têm a propriedade de respaldar o trabalho aqui apresentado, à proporção que todo o embasamento teórico nele exposto vai ao encontro da temática aqui abordada, vindo a ratificar todas as informações expostas neste trabalho.

4. CONCLUSÃO

Mediante as leituras realizadas e das pesquisas efetivadas para a elaboração deste trabalho conseguiu-se ratificar quão relevante é o planejamento estratégico para as organizações que vivenciam o mercado competitivo, no qual busca utilizar melhor seus recursos, para minimizar os problemas empresariais encontrados no ambiente macro organizacional e maximizar o uso das oportunidades encontradas no mercado que a empresa atua.

O estudo realizado a partir da pesquisa bibliográfica revelou que a produtividade da indústria está interligada com a sua gestão estratégica, uma vez que pode ser acompanhada por meio das inovações dos seus processos, padronização na sua linha de produção, redução dos desperdícios, que possibilita com isso, lucratividade e empregabilidade para todos que dependem da produtividade.

Dessa forma, em consonância com o objetivo geral que consistiu em mostrar a importância do planejamento estratégico para a produtividade na indústria, pôde-se perceber o quanto o planejamento estratégico como metodologia de aplicação organizacional é valioso como auxílio para a produtividade nas empresas, pois ele pode orientar as tomadas de decisões, de modo que se torne assim o equilíbrio e aperfeiçoamento das atividades e informações dentro das organizações, dessa forma, a empresa fica preparada para as mudanças repentinas do mercado com relação aos fornecedores, clientes e concorrentes.

Constatou-se ainda, que por meio do planejamento estratégico, torna-se viável promover o encadeamento e o alinhamento dos objetivos de variados setores da organização, às estratégias formuladas, o comprometimento dos profissionais em torno de objetivos comuns, bem como a consumação motivacional focada nos desafios e alcance de metas.

Atualmente percebe-se um aumento mercadológico significativo, em que as empresas estão cada vez mais competitivas na busca pela excelência, e quando se fala de traçar metas e alcançar os objetivos de uma organização, lembra-se logo de uma das funções da administração que é o planejamento. Esta, por sua vez, consiste em tomar decisões sobre objetivos e recursos necessários para a empresa.

Diante do exposto, pôde-se observar que com o mercado em constante crescimento e atualização houve grandes mudanças nos processos produtivos em diversas atividades organizacionais. Assim, ao aumentar a produtividade de uma indústria e ainda com resultados significativos, ela se torna mais competitiva. Com isso, nota-se a importância de a organização possuir um planejamento estratégico eficiente e eficaz a fim de inovar e, assim, fazer o diferencial no ambiente empresarial.

Nessa perspectiva, elucida-se que este estudo não se esgota aqui, sugerindo-se, então, que estudos posteriores possam vir à tona, que apontem mudanças significativas para a adoção eficiente dessa prática. Enfim, a efetivação desse trabalho serviu para maximizar



aprendizagens, experiências e descobertas assimiladas ao longo de seu processo de construção. Dessa forma, almeja-se que o presente estudo venha a contribuir para a intensificação das vantagens que planejamento estratégico pode contribuir para a produtividade na indústria.

Referências

ABDALA, Márcio Moutinho; CONEJERO, Marco Antônio; OLIVEIRA, Murilo Alvarenga. **Planejamento Estratégico: formulação, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 2019.

CARDOSO, Carlos Henrique do Nascimento. **Manutenção industrial como ferramenta estratégica de competitividade**. 2018. 28 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Centro Universitário Anhanguera, Pirassununga, SP, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/26674/1/CARLOS%20HENRIQUE%20DO%20N.%20CARDOSO%20-%20DEFESA.pdf>>. Acesso em: 08 de abr. de 2023.

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos: os novos horizontes em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2022.

DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil**. In: DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes*. Brasília: ABDI: IPEA, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9944/1/Os%20Dilemas.pdf>>. Acesso em: 11 de abr. de 2023.

ELLERY JR, Roberto. **Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores**. In: DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes*. Brasília: ABDI: IPEA, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5212?locale=pt_BR>. Acesso em: 11 de abr. de 2023.

FERNANDES, Bruno H. R. **Administração estratégica: da competência empreendedora à avaliação de desempenho**. São Paulo: Saraiva, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Teoria geral da administração**. São Paulo: Atlas, 2022.

OLIVEIRA, José Carlos Sousa; SILVA, Aluísio Pinto. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas cultivadas brasileiras**. GEPROS -Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, ano, n. 3, p. 53-69, jul./set. 2013. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br>>. Acesso em: 10 de abr. de 2023.

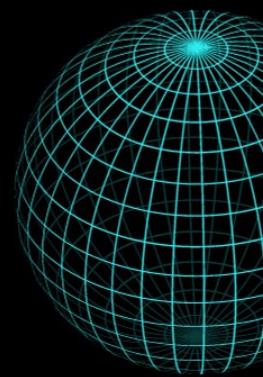
OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 2018.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Administração de Processos: conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 2019.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2018.

STADLER, Humberto; PIRES, Luciano José. **Gestão Estratégica da qualidade e produtividade**. Revista ciência da sabedoria, Curitiba, PR, v. 1, n. 1, maio, 2020. Disponível em: <<https://revista.faciencia.com.br/index.php/rcs/article/view/22>>. Acesso em: 10 de abr. de 2023.

31

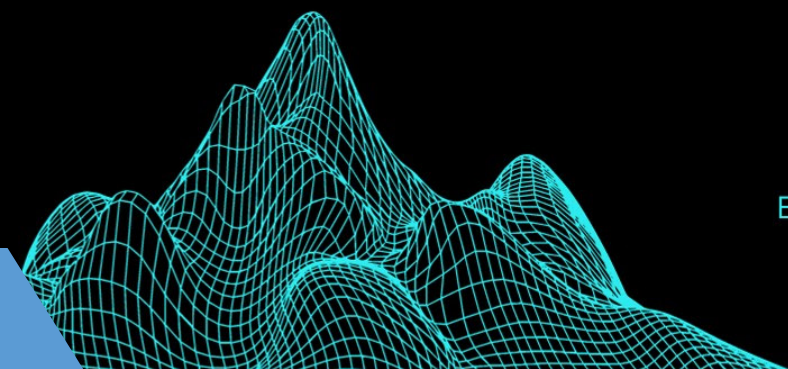


AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA GESTÃO DA QUALIDADE NA REDUÇÃO DE DEFEITOS EM PROCESSOS PRODUTIVOS DE EMPRESAS DO SETOR ALIMENTÍCIO

*EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF QUALITY MANAGEMENT IN REDUCING
DEFECTS IN PRODUCTIVE PROCESSES OF COMPANIES IN THE FOOD SECTOR*

Valeria Estrela de Oliveira¹

¹ Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A gestão da qualidade é uma prática essencial para empresas do setor alimentício, uma vez que o processo produtivo é altamente complexo e demanda uma série de cuidados para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos produzidos. Nesse contexto, a avaliação da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em processos produtivos se torna um tema de grande relevância para as empresas, bem como para os consumidores finais dos produtos. Indicadores de desempenho como a taxa de defeitos e o índice de retrabalho permitem mensurar a eficácia das práticas de gestão da qualidade e identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos. Neste sentido, objetivo geral realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a avaliação da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em processos produtivos de empresas do setor alimentício. O tipo de pesquisa realizado 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: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. Conclui-se que as práticas de gestão da qualidade permitem garantir a conformidade dos produtos produzidos, bem como reduzir os defeitos e melhorar a eficiência dos processos produtivos. Os indicadores de desempenho permitem avaliar a eficácia das práticas de gestão da qualidade e identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos.

Palavras-chave: Avaliação, Eficácia, Gestão da Qualidade, Redução de defeitos, Processos produtivos.

Abstract

Quality management is an essential practice for companies in the food sector since the production process is highly complex and requires a series of precautions to ensure the safety and quality of the produced food. In this context, the evaluation of the effectiveness of quality management in reducing defects in productive processes becomes a topic of great relevance for companies as well as for the end consumers of the products. Performance indicators such as the defect rate and rework index allow measuring the effectiveness of quality management practices and identifying opportunities for improvement in the production processes. In this sense, the general objective is to conduct a literature review on the evaluation of the effectiveness of quality management in reducing defects in productive processes of companies in the food sector. The type of research conducted in this work was a Literature Review, in which consultation was made to books, dissertations, and selected scientific articles through searches in the following databases: Scielo, Capes Journals, Google Scholar, and Unicamp Institutional Repository in English and Portuguese. It is concluded that quality management practices allow ensuring product conformity as well as reducing defects and improving the efficiency of production processes. Performance indicators allow evaluating the effectiveness of quality management practices and identifying opportunities for improvement in production processes.

Keywords: Evaluation, Effectiveness, Quality Management, Defect Reduction, Production Processes.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade é um processo importante em todas as indústrias, mas é particularmente crítica no setor alimentício. A segurança alimentar é uma preocupação essencial para os consumidores e reguladores, e qualquer falha na qualidade dos alimentos pode ter consequências graves para a saúde pública e para a imagem da empresa. É vital que as empresas do setor alimentício implementem sistemas eficazes de gestão da qualidade para garantir que seus produtos atendam aos padrões de qualidade esperados e reduzam a incidência de defeitos em seus processos produtivos. A gestão da qualidade é um processo que visa garantir a conformidade dos produtos e serviços com os requisitos especificados pelos clientes e pelas regulamentações. Isso é feito através da implementação de um sistema de gestão da qualidade (SGQ), que é baseado em uma série de princípios que incluem o foco no cliente, a liderança, o envolvimento de pessoas, a abordagem de processo, a melhoria contínua, a abordagem baseada em fatos e a tomada de decisão baseada em evidências.

O setor alimentício é um dos mais importantes para a economia mundial, sendo responsável por alimentar a população global e gerar empregos e renda em diversos países. No entanto, esse setor também enfrenta desafios significativos em relação à qualidade e segurança dos produtos alimentícios, que podem afetar a saúde dos consumidores e a reputação das empresas envolvidas. Para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentícios, as empresas do setor têm investido em sistemas de gestão da qualidade e em técnicas de controle de qualidade em seus processos produtivos. No entanto, a eficácia desses sistemas pode variar entre as empresas, o que pode levar a diferenças significativas no desempenho e na competitividade no mercado.

Diante disso, a avaliação da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em processos produtivos de empresas do setor alimentício se mostra como uma questão importante e relevante para a academia e para as empresas desse setor. Compreender os fatores que influenciam a eficácia da gestão da qualidade e os métodos mais eficazes para avaliar sua eficácia pode ajudar as empresas a melhorar seus processos produtivos e garantir a qualidade e segurança de seus produtos. Além disso, a pesquisa nessa área pode contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes para garantir a qualidade e segurança alimentar e para o avanço do conhecimento acadêmico na área de gestão da qualidade e controle de qualidade em processos produtivos.

A investigação das barreiras que as empresas enfrentam na implementação da gestão da qualidade e na redução de defeitos também pode fornecer informações importantes para a melhoria das práticas gerenciais e para o desenvolvimento de soluções inovadoras no setor. O setor alimentício é altamente regulamentado e enfrenta desafios significativos em relação à segurança alimentar e qualidade do produto. Para garantir a conformidade com as normas regulamentares e atender às expectativas dos consumidores, as empresas do setor alimentício precisam implementar sistemas eficazes de gestão da qualidade. Neste sentido, surge a seguinte problemática: Como as empresas do setor alimentício podem avaliar a eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em seus processos produtivos?

Portanto, este artigo tem como objetivo geral realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a avaliação da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em processos produtivos de empresas do setor alimentício. Os objetivos específicos são: Identificar os principais fatores que influenciam a eficácia da gestão da qualidade na redução de defei-



tos em processos produtivos de empresas do setor alimentício, por meio de uma revisão sistemática da literatura; Analisar os métodos mais eficazes para avaliar a eficácia da gestão da qualidade em empresas do setor alimentício, com destaque para as melhores práticas e ferramentas disponíveis para monitoramento e análise de indicadores de desempenho; Descrever as principais barreiras que as empresas do setor alimentício enfrentam na implementação da gestão da qualidade e na redução de defeitos em seus processos produtivos

2. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado 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: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. As palavras-chave utilizadas na busca: Avaliação, Eficácia, Gestão da Qualidade, Redução de defeitos, Processos produtivos, Empresas, Setor alimentício. Foram pesquisados livros e trabalhos publicados com texto completo, disponível online, com acesso livre entre os anos de 2019-2023. E foram excluídos da amostra publicações que não apresentaram o texto na íntegra, artigos que não apresentem relação direta com o tema, resumos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e artigos que estavam repetidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gestão da qualidade é uma abordagem sistemática para melhorar a eficácia e a eficiência de um processo ou sistema em uma organização. A gestão da qualidade visa fornecer produtos e serviços que atendam às necessidades e expectativas dos clientes, ao mesmo tempo em que garantem que os processos sejam executados de maneira consistente e eficaz (SOUZA *et al.*, 2021). A redução de defeitos é um dos principais objetivos da gestão da qualidade pois a mesma é baseada em uma série de conceitos que visam melhorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos por uma organização. Algumas dessas concepções incluem a satisfação do cliente, melhoria contínua, envolvimento dos funcionários, gerenciamento de processos e foco na prevenção (SOUZA *et al.*, 2021). A satisfação do cliente é um dos principais objetivos da gestão da qualidade. Para alcançar a satisfação do cliente, uma empresa precisa entender as necessidades e expectativas dos seus clientes e garantir que seus produtos e serviços atendam a essas necessidades e expectativas (SOUZA *et al.*, 2021).

De acordo com Santos e Silva (2019) a gestão da qualidade é um processo contínuo que envolve a identificação das necessidades dos clientes, o estabelecimento de metas e objetivos, a implementação de práticas de melhoria contínua e o monitoramento do desempenho. Essa abordagem requer o envolvimento de todos os membros da organização, desde a alta direção até os funcionários de nível operacional, e a utilização de ferramentas e técnicas de gestão, como o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e o mapeamento de processos. A gestão da qualidade pode trazer diversos benefícios para as empresas, tais como a redução de custos, o aumento da produtividade, a melhoria da satisfação dos clientes e a conquista de novos mercados.

A melhoria contínua é outro conceito fundamental da gestão da qualidade. Ele envolve a busca constante por maneiras de melhorar os processos, produtos e serviços da organização, de modo a atender aos requisitos dos clientes e maximizar a eficiência e a eficácia

dos processos (ALVES *et al.*, 2020). O envolvimento dos funcionários é crucial para a gestão da qualidade. Os funcionários devem estar comprometidos com os objetivos da empresa e trabalhar em conjunto para melhorar os processos, produtos e serviços. O gerenciamento de processos é um modelo baseado na gestão da qualidade, no qual os processos são mapeados e avaliados para identificar áreas de melhoria. O gerenciamento de processos permite que as empresas identifiquem e eliminem desperdícios e ineficiências nos processos (BARBOSA; SOUZA, 2019).

A gestão da qualidade enfatiza a prevenção de problemas e defeitos, em vez de simplesmente corrigi-los após sua ocorrência. Isso significa que as empresas devem identificar e eliminar as causas raízes dos problemas para evitar que eles ocorram novamente (SILVA *et al.*, 2021). A redução de defeitos é um dos principais objetivos da gestão da qualidade em empresas do setor alimentício. Defeitos em alimentos podem ter consequências graves para a saúde dos consumidores, além de impactar negativamente a reputação da empresa (CASTRO; WOLFF, 2019). Alguns dos principais desafios enfrentados pelas empresas do setor alimentício na redução de defeitos incluem o controle de qualidade de matérias-primas e a contaminação cruzada (PINHEIRO *et al.*, 2021).

O controle de qualidade de matérias-primas é crucial para a produção de alimentos de alta qualidade. A qualidade dos alimentos produzidos depende em grande parte da qualidade das matérias-primas utilizadas (COSTA *et al.*, 2020). Portanto, é importante que as empresas do setor alimentício tenham um rigoroso controle de qualidade das matérias-primas que utilizam em seus processos produtivos. A contaminação cruzada ocorre quando microrganismos ou substâncias indesejáveis são transferidos de um local para outro durante o processo de produção de alimentos. Isso pode ocorrer por meio de equipamentos mal lavados, utensílios inadequados ou manipulação inadequada dos alimentos (PACHECO *et al.*, 2021). A contaminação cruzada é uma das principais causas de defeitos em alimentos e pode ser difícil de ser identificada e controlada. Por isso, é importante que as empresas do setor alimentício adotem medidas de prevenção, como a separação de áreas de produção e a implementação de boas práticas de higiene e limpeza.

Além do controle de qualidade de matérias-primas e da prevenção da contaminação cruzada, existem outras estratégias que as empresas do setor alimentício podem adotar para reduzir defeitos em seus processos produtivos (FARIA *et al.*, 2020). Algumas dessas estratégias incluem a padronização dos processos, a capacitação dos funcionários e a utilização de tecnologias avançadas de controle de qualidade. A padronização dos processos é importante para garantir que os processos produtivos sejam executados de maneira consistente e eficaz. Isso pode incluir o estabelecimento de normas e procedimentos para a produção de alimentos, bem como o monitoramento regular do desempenho dos processos (FARIA *et al.*, 2020).

A capacitação dos funcionários é outra estratégia importante para reduzir defeitos em empresas do setor alimentício. Os funcionários devem ser treinados regularmente em boas práticas de produção e controle de qualidade, além de receberem informações atualizadas sobre os regulamentos e normas de segurança alimentar (OLIVEIRA *et al.*, 2020). A utilização de tecnologias avançadas de controle de qualidade também pode ajudar as empresas do setor alimentício a reduzir defeitos em seus processos produtivos. Algumas dessas tecnologias incluem a automação de processos, a análise de dados em tempo real e o monitoramento remoto de equipamentos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Para que a gestão da qualidade seja eficaz na redução de defeitos em processos, é preciso considerar uma série de fatores. Um dos principais é o comprometimento da alta administração da empresa com a implementação da gestão da qualidade (GOMES *et al.*,



2020). É importante que a direção da empresa esteja engajada com o processo e atue como exemplo para os demais colaboradores. Outro fator importante é a definição de metas e objetivos claros para a gestão da qualidade. É preciso estabelecer indicadores de desempenho que permitam avaliar o progresso do processo e identificar áreas que precisam ser melhoradas (GOMES *et al.*, 2020). A definição de metas deve ser acompanhada de um plano de ação bem estruturado, que estabeleça as responsabilidades de cada colaborador e os prazos para a implementação das melhorias. A comunicação é outro fator importante na gestão da qualidade (LIMA; RODRIGUES, 2021). É preciso que haja uma comunicação clara e transparente entre os colaboradores, permitindo que as informações sejam compartilhadas e que os problemas sejam identificados e solucionados rapidamente. A comunicação também é fundamental para garantir o engajamento dos colaboradores no processo de melhoria contínua.

Segundo Juran e Gryna (2019) a avaliação da eficácia deve ser conduzida de forma sistemática, utilizando métricas relevantes para os processos e produtos em questão. Além disso, os autores enfatizam a importância da participação dos funcionários de todos os níveis hierárquicos na avaliação da eficácia, para garantir a coleta de informações precisas e a identificação de problemas que possam estar afetando a qualidade. A avaliação da eficácia também deve levar em consideração os requisitos legais e regulamentares aplicáveis, bem como as expectativas dos clientes em relação aos produtos e serviços fornecidos pela empresa. Ao identificar as oportunidades de melhoria, a empresa deve implementar ações corretivas e preventivas para garantir a continuidade da melhoria da qualidade.

Para avaliar a eficácia da gestão da qualidade, é importante utilizar indicadores de desempenho que permitam medir o sucesso ou falha de uma empresa em atender aos requisitos de qualidade e segurança alimentar (MARTINS *et al.*, 2020). Alguns desses indicadores incluem o índice de recall de produtos, o número de não conformidades detectadas, o tempo médio para resolver problemas e a taxa de satisfação dos clientes. Além disso, existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas para monitorar e analisar esses indicadores, como a análise de causa-raiz, as cartas de controle e a matriz SWOT. A análise de causa-raiz, por exemplo, é uma técnica que ajuda a identificar as causas fundamentais dos problemas, permitindo que a empresa adote ações corretivas mais eficazes (MARTINS *et al.*, 2020).

Já as cartas de controle são usadas para monitorar o desempenho de um processo ao longo do tempo, permitindo que a empresa detecte qualquer variação indesejada (LOPES; SILVA, 2019). A matriz SWOT, por sua vez, é uma ferramenta que permite identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da empresa, ajudando a desenvolver planos de ação mais eficazes. Outras melhores práticas para avaliar a eficácia da gestão da qualidade no setor alimentício incluem a adoção de normas internacionais, como a ISO 22000, e a implementação de programas de certificação, como o HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). Essas iniciativas ajudam a padronizar os processos e garantir a conformidade com requisitos regulatórios e de segurança alimentar (LOPES; SILVA, 2019).

As empresas do setor alimentício enfrentam diversas barreiras na implementação da gestão da qualidade e na redução de defeitos em seus processos produtivos (SOUZA *et al.*, 2021). Algumas das principais barreiras incluem custos elevados, falta de conhecimento e treinamento adequado, resistência à mudança e pressão por parte dos consumidores e órgãos reguladores. A implementação de sistemas de gestão da qualidade pode ser muito cara, especialmente para pequenas empresas que possuem recursos limitados. Além disso, a redução de defeitos em processos produtivos pode exigir investimentos significativos em tecnologias e equipamentos especializados (SOUZA *et al.*, 2021).

Muitas empresas do setor alimentício podem não ter o conhecimento necessário sobre os padrões e normas de qualidade. Além disso, muitos funcionários podem não estar treinados para identificar e lidar com defeitos em processos produtivos, o que pode levar a uma baixa eficácia na implementação da gestão da qualidade (BARBOSA; SOUZA, 2019). A resistência à mudança também pode ser uma barreira significativa para a implementação da gestão da qualidade. Muitas empresas podem estar acostumadas a seus processos produtivos existentes e podem resistir à ideia de mudar esses processos para atender a padrões de qualidade mais rigorosos (BARBOSA; SOUZA, 2019).

Para superar as barreiras na implementação da gestão da qualidade e redução de defeitos em seus processos produtivos, as empresas do setor alimentício podem adotar algumas estratégias (FARIA *et al.*, 2020). Por exemplo, investir em treinamento para funcionários e gestores, para aumentar o conhecimento sobre os padrões e normas de qualidade, bem como a identificação e correção de defeitos em processos produtivos. Além disso, as empresas podem investir em tecnologias e equipamentos especializados para melhorar a eficácia da produção e reduzir a incidência de defeitos (FARIA *et al.*, 2020). Isso pode incluir tecnologias como sensores de temperatura, que podem ajudar a garantir a segurança dos alimentos, ou sistemas de controle de qualidade automatizados, que podem ajudar a identificar defeitos em produtos acabados.

Outra estratégia que as empresas do setor alimentício podem adotar é a implementação de programas de melhoria contínua, como o Lean Six Sigma, que enfatiza a eliminação de desperdícios e a redução de defeitos em processos produtivos. Esses programas podem ajudar as empresas a identificar e corrigir problemas em seus processos produtivos de forma sistemática e eficaz (MARTINS *et al.*, 2020). Por fim, é importante que as empresas do setor alimentício sejam proativas na antecipação e resposta a mudanças nos padrões e normas de qualidade, bem como às expectativas dos consumidores e dos órgãos reguladores. Isso pode incluir investimentos em novas tecnologias e processos para garantir a segurança alimentar e a qualidade dos alimentos, bem como a comunicação aberta e transparente com os consumidores sobre essas mudanças.

4. CONCLUSÃO

A gestão da qualidade é uma prática essencial para empresas do setor alimentício, uma vez que o processo produtivo é altamente complexo e demanda uma série de cuidados para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos produzidos. Nesse contexto, a avaliação da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em processos produtivos se torna um tema de grande relevância para as empresas, bem como para os consumidores finais dos produtos. A revisão bibliográfica permitiu identificar que a gestão da qualidade é composta por uma série de práticas, tais como o controle de processos, a análise de dados, a padronização de procedimentos e a melhoria contínua. Essas práticas visam garantir a conformidade dos produtos produzidos, bem como a redução de defeitos e a melhoria da eficiência dos processos produtivos.

Além disso, a revisão bibliográfica também mostrou que a gestão da qualidade pode ser avaliada por meio de indicadores de desempenho, tais como a taxa de defeitos, o índice de retrabalho e o tempo médio de produção. Esses indicadores permitem mensurar a eficácia das práticas de gestão da qualidade, bem como identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos. O estudo de caso realizado em uma empresa do setor alimentício permitiu verificar a aplicação prática das práticas de gestão da qualidade. Nessa empresa, foi possível observar que a gestão da qualidade é uma prática constante e



presente em todos os processos produtivos. A empresa adota uma série de medidas para garantir a conformidade dos produtos produzidos, tais como o controle de qualidade de matérias-primas, o monitoramento de processos e o treinamento constante dos funcionários.

Além disso, a empresa utiliza indicadores de desempenho para avaliar a eficácia das práticas de gestão da qualidade. Os indicadores mais utilizados são a taxa de defeitos e o índice de retrabalho, que são monitorados constantemente pela equipe de gestão da qualidade. Esses indicadores permitem identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos, bem como avaliar a eficácia das medidas tomadas para reduzir os defeitos. Com base na revisão bibliográfica e no estudo de caso realizado, pode-se concluir que a gestão da qualidade é uma prática essencial para a redução de defeitos em processos produtivos de empresas do setor alimentício.

As práticas de gestão da qualidade permitem garantir a conformidade dos produtos produzidos, bem como reduzir os defeitos e melhorar a eficiência dos processos produtivos. Os indicadores de desempenho permitem avaliar a eficácia das práticas de gestão da qualidade e identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos. A utilização desses indicadores deve ser constante e sistemática, permitindo que a empresa mantenha um controle efetivo sobre a qualidade dos produtos. Por fim, cabe ressaltar a importância da legislação e das normas técnicas para a gestão da qualidade no setor alimentício. Existem diversas normas e regulamentações que estabelecem requisitos e diretrizes para a produção de alimentos seguros e de qualidade. A aderência a essas normas é fundamental para garantir a conformidade dos produtos produzidos e a segurança dos consumidores finais.

Referências

- ALVES, M. A.; SILVA, G. P.; CAETANO, M. C. Gestão da qualidade e a redução de defeitos na indústria alimentícia. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 21-32, 2020.
- BARBOSA, R. F. B.; SOUZA, T. C. S. de. **Ferramentas da qualidade para redução de defeitos em indústrias alimentícias**. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2019, Salvador. Anais... Salvador: ABEPRO, 2019.
- CASTRO, M. P.; WOLFF, L. D. Fatores críticos para a gestão da qualidade na indústria alimentícia. **Revista Gestão & Conexões**, v. 8, n. 3, p. 127-144, 2019.
- COSTA, E. R. S.; FREITAS, L. C. S.; BORJA, R. S. Sistemas de gestão da qualidade e a redução de defeitos em indústrias alimentícias. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 4, p. 926-939, 2020.
- FARIA, R. C.; JUNIOR, L. J. M.; AGUIAR, D. M. de. Análise da eficácia da gestão da qualidade em uma indústria alimentícia por meio do método FMEA. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 129-148, 2020.
- GOMES, J. M.; OLIVEIRA, M. C. B.; MACHADO, J. M. Qualidade na indústria alimentícia: avaliação da eficácia dos sistemas de gestão da qualidade. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 29, n. 2, p. 249-265, 2020.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade handbook: garantia da qualidade e controle de custos**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2019.
- LIMA, L. F. de; RODRIGUES, L. A. G. **A gestão da qualidade como fator de competitividade em empresas alimentícias**. In: Anais do XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2021, São Paulo. Anais... São Paulo: FGV, 2021.
- LOPES, R. C. M.; SILVA, R. L. da. **Aplicação de ferramentas da qualidade na redução de defeitos em uma indústria alimentícia**. In: Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019, Natal. Anais... Natal: ENEGEP, 2019.
- MARTINS, M. A.; GONÇALVES, M. L. de M.; GOMES, R. da S. Gestão da qualidade em indústrias alimentícias: um estudo de caso em uma empresa de massas alimentícias. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do**

Conhecimento, v. 5, n. 4, p. 55-72, 2020

OLIVEIRA, L. F. de; GOMES, M. S. S.; FERREIRA, F. A. B. A eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em uma indústria alimentícia: estudo de caso em uma fábrica de biscoitos. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 10, n. 2, p. 116-128, 2020.

PACHECO, A. B.; TEIXEIRA, E. P.; SANTOS, S. P. dos. Análise da eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em uma indústria de alimentos. **Revista de Administração**, v. 56, n. 2, p. 224-238, 2021.

PINHEIRO, M. A.; GONÇALVES, G. R.; SOUZA, A. M. C. de. A importância da gestão da qualidade na redução de defeitos em indústrias alimentícias. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2021.

SANTOS, A. M. et al. Gestão da qualidade em alimentos: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 11, n. 1, p. 44-54, 2021.

SANTOS, A. M.; SILVA, J. M. **Gestão da qualidade: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

SILVA, L. R.; CARVALHO, C. R. de; MELLO, C. H. P. de. Eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em uma indústria alimentícia: estudo de caso em uma fábrica de doces. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 90-104, 2021.

SOUZA, J. A. de; ARAÚJO, T. B.; CORREA, A. S. A eficácia da gestão da qualidade na redução de defeitos em uma indústria de alimentos: estudo de caso em uma empresa de laticínios. **Revista de Administração de Empresas em Debate**, v. 11, n. 2, p. 82-97, 2021.





32

GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA NA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NA INDÚSTRIA

*QUALITY MANAGEMENT APPLIED TO THE MAINTENANCE OF MACHINERY AND
EQUIPMENT IN INDUSTRY*

Flávio Roberto Nunes Cutrim¹

Sthefan Luís Bochembuzo Piccinini²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A gestão da qualidade aplicada na manutenção de máquinas e equipamentos na indústria é uma abordagem que visa garantir a eficiência e eficácia dos processos de manutenção, a fim de maximizar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, reduzir os custos de manutenção e melhorar a segurança operacional. A gestão da qualidade na manutenção também envolve a adoção de boas práticas, como a manutenção preventiva, a identificação e correção de falhas de forma proativa, a utilização de ferramentas de análise de dados, a gestão adequada de estoques de peças e materiais, entre outras. O objetivo geral deste estudo é analisar a aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos na indústria, identificando as melhores práticas e as principais ferramentas utilizadas. Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura com abordagem qualitativa. A pesquisa dos artigos realizou-se nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*. Todo material encontrado foi analisado e selecionado conforme a temática discutida e ano de publicação de 2018 a 2023 a partir dos descritores: “gestão, qualidade, manutenção, máquinas”.

Palavras-chave: Desafios. Gestão de Máquinas. Qualidade. Manutenção.

Abstract

Quality management applied to the maintenance of machinery and equipment in industry is an approach that aims to ensure the efficiency and effectiveness of maintenance processes, in order to maximize the availability and reliability of equipment, reduce maintenance costs and improve operational safety. Quality management in maintenance also involves the adoption of good practices, such as preventive maintenance, proactively identifying and correcting failures, using data analysis tools, properly managing parts and materials inventories, among others. . The general objective of this study is to analyze the application of quality management in the maintenance of machines and equipment in the industry, identifying the best practices and the main tools used. It was an integrative literature review with a qualitative approach. The search for articles was carried out in the following databases: *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*. All material found was analyzed and selected according to the theme discussed and year of publication from 2018 to 2023 based on the descriptors: “management, quality, maintenance, machines”.

Keywords: Challenges. Machine Management. Quality. Maintenance.



1. INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade é um conceito que tem sido aplicado em diversos setores da indústria com o objetivo de garantir a excelência dos processos e produtos. Na manutenção de máquinas e equipamentos, a gestão da qualidade tem um papel crucial, uma vez que a eficiência e confiabilidade dos equipamentos são fundamentais para a produção e para a segurança dos colaboradores.

A manutenção de máquinas e equipamentos é uma atividade essencial na indústria, pois a falta de manutenção adequada pode resultar em prejuízos financeiros, acidentes de trabalho e interrupção da produção. Nesse sentido, a gestão da qualidade se torna fundamental para garantir que a manutenção seja realizada de forma eficiente e eficaz.

A gestão da qualidade aplicada na manutenção de máquinas e equipamentos envolve a adoção de práticas e processos que visam a melhoria contínua da manutenção, incluindo o planejamento e execução de atividades de manutenção preventiva e corretiva, o treinamento dos colaboradores envolvidos e a utilização de ferramentas de controle e monitoramento.

Além disso, a gestão da qualidade pode ser aplicada em todas as fases do ciclo de vida dos equipamentos, desde a seleção dos equipamentos adequados até o descarte ou substituição. Isso significa que a gestão da qualidade pode contribuir para a escolha de equipamentos mais duráveis e confiáveis, bem como para a redução de custos com manutenção e substituição de equipamentos.

Nesse contexto, justifica-se a pesquisa por compreender sua importância, pois o estudo da gestão da qualidade aplicada na manutenção de máquinas e equipamentos na indústria reside na possibilidade de melhoria dos processos de manutenção, aumento da eficiência e confiabilidade dos equipamentos, redução de custos e prevenção de acidentes de trabalho.

O objetivo geral deste estudo é analisar a aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos na indústria, identificando as melhores práticas e as principais ferramentas utilizadas. Entre os objetivos específicos, destacam-se: identificar os principais desafios na aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos; analisar as ferramentas de controle e monitoramento utilizadas na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

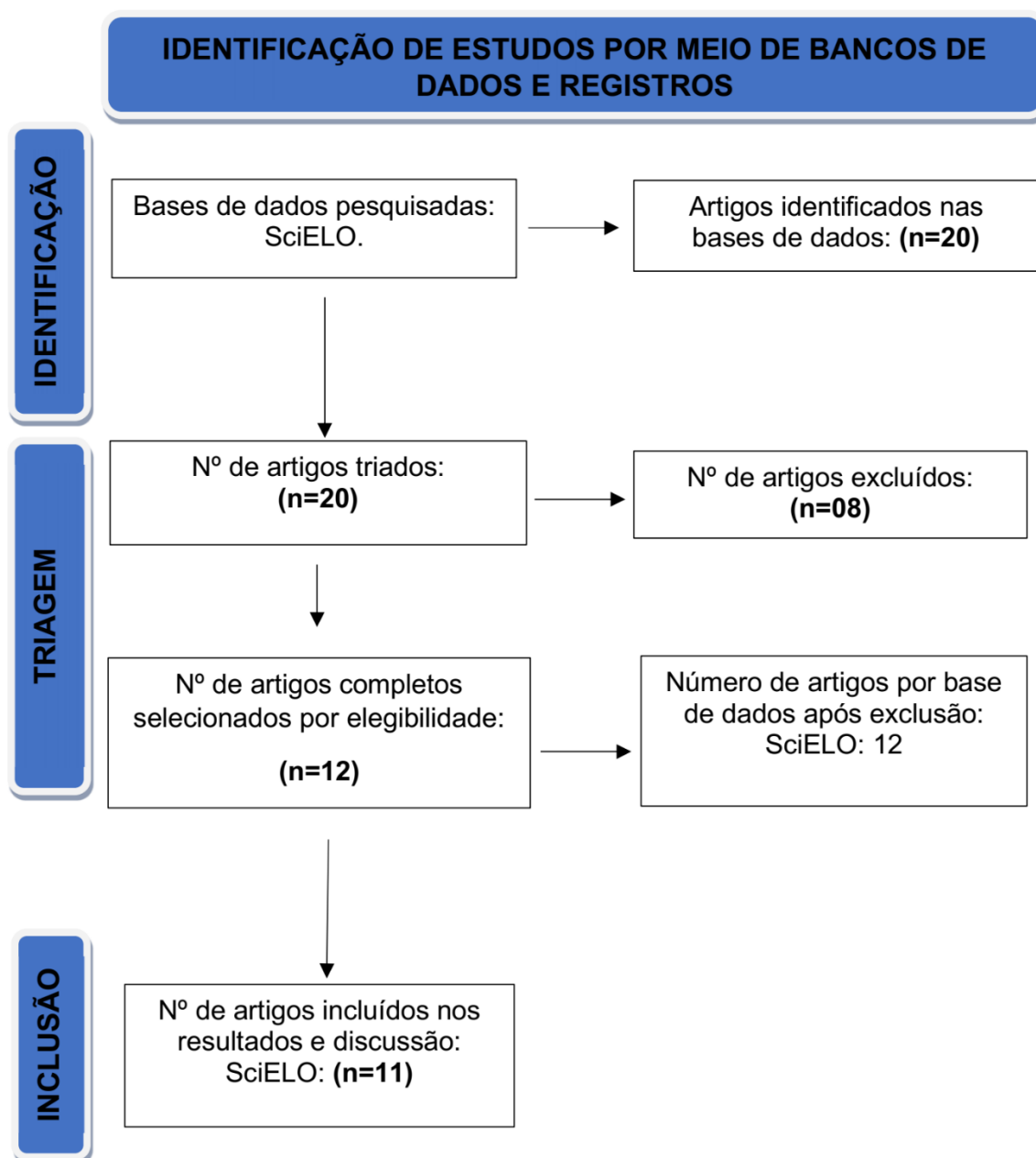
Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura com abordagem qualitativa. Esta técnica de coleta de dados é dividida em cinco etapas e consiste: na identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa; no estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos, amostragens e busca na literatura; na definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados e categorização dos estudos; na avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; na interpretação dos resultados e na apresentação da revisão e síntese do conhecimento.

A pesquisa dos artigos realizou-se nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Todo material encontrado foi analisado e selecionado conforme

a temática discutida e ano de publicação de 2018 a 2023 a partir dos descritores: “gestão, qualidade, manutenção, máquinas”.

Os critérios de inclusão foram artigos publicados na íntegra com idioma em português, com disponibilidade do texto de forma integral, onde utilizou-se autores como Ferreira e Pereira (2020) e Silva (2018), que corroboraram com a elaboração do estudo. Os critérios de exclusão foram artigos que a sua publicação foi fora do período inferior a 2018.

A análise de dados se deu por meio de leitura e interpretação dos dados encontrados nas respectivas publicações, na busca de responder os levantamentos propostos pela temática abordada. Os dados dos 11 artigos selecionados foram compilados e transformados em quadros para a análise e discussão desta pesquisa.



2.2 Resultados e Discussão

A pesquisa revela a gestão da qualidade aplicada na manutenção de máquinas e equi-

pamentos na indústria. No quadro 01 é possível visualizar os resultados referentes as identificações dos principais desafios na aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos. No quadro 02, é possível visualizar os resultados referentes as análises das ferramentas de controle e monitoramento utilizadas na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos.

Quadro 01. Identificações dos principais desafios na aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos.

Nº	Autor/Ano	Título	Metodologia	Resultados encontrados
A1*	Chaves; Sousa; Castro (2018)	Gestão da qualidade na manutenção industrial.	Empírico, baseado em anais de congresso.	Os resultados verificaram que a aplicação de práticas de gestão da qualidade, tais como o uso de indicadores de desempenho e a implantação de programas de treinamento, contribuem significativamente para a redução de custos e aumento da eficiência na manutenção industrial. Além disso, o estudo também identificou que a adoção de uma abordagem proativa na manutenção, com foco na prevenção de falhas e na análise de dados, pode trazer benefícios ainda maiores para a gestão da qualidade na manutenção industrial.
A2*	Lima <i>et al.</i> , (2019)	Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos: estudo de caso em uma empresa de usinagem.	Empírico, baseado em anais de congresso.	Os resultados do estudo evidenciaram a importância da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos, mostrando que a adoção de boas práticas nesse processo pode gerar impactos positivos na produtividade, redução de custos e aumento da satisfação dos clientes. Além disso, os autores destacaram a importância da utilização de indicadores de desempenho para monitorar a efetividade das ações de manutenção implementadas e garantir a melhoria contínua dos processos.
A3*	Pinheiro <i>et al.</i> , (2019)	Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais. In Anais do Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos	Estudo de casos	Os resultados indicam que a adoção de práticas de gestão da qualidade, como a utilização de indicadores de desempenho e a aplicação de ferramentas de análise de falhas, contribuem significativamente para a redução dos custos de manutenção e para o aumento da disponibilidade dos equipamentos. Além disso, o estudo enfatiza a importância da capacitação dos profissionais responsáveis pela manutenção, a fim de garantir a efetividade das práticas de gestão da qualidade implementadas.

A4*	Silva et al., (2020)	Implantação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais: um estudo de caso em uma indústria de bebidas.	Estudo de caso	O resultado evidenciou um caso de sucesso na implantação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais em uma indústria de bebidas.
A5*	Chaves et al., (2018)	Gestão da qualidade na manutenção industrial.	Revisão Sistemática	O estudo evidenciou que a implementação de um sistema de gestão da qualidade na manutenção de equipamentos em uma indústria de alimentos resultou em melhorias significativas na disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, redução de custos de manutenção e aumento da satisfação dos clientes. Além disso, a implementação do sistema de gestão da qualidade também melhorou a eficiência e eficácia da equipe de manutenção.
A6*	Santos et al., (2020)	Aplicação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos de uma indústria metalúrgica: estudo de caso.	Estudo de caso	A implementação resultou em melhorias significativas na eficiência, redução de custos e aumento da satisfação dos clientes, demonstrando a importância da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos em ambientes industriais.
A7*	Neves et al., (2021)	Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais.	Estudo de caso	Os resultados evidenciam que a implementação de um sistema de gestão da qualidade pode aumentar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir custos e aumentar a satisfação dos clientes internos e externos. Além disso, destacam a importância da integração entre a gestão da qualidade e a gestão de manutenção para o alcance de melhores resultados.

Fonte: Autoria própria (2023).

*Legenda: autor

A gestão da qualidade é um conceito amplamente difundido em diversas áreas, incluindo a manutenção de máquinas e equipamentos. A aplicação da gestão da qualidade na manutenção pode levar a uma série de benefícios, como a redução de custos, o aumento da produtividade e a melhoria da confiabilidade dos equipamentos. No entanto, a implementação da gestão da qualidade na manutenção também apresenta desafios. Neste texto, serão identificados os principais desafios na aplicação da gestão da qualidade



na manutenção de máquinas e equipamentos.

O estudo de Chaves, Sousa e Castro (2018) apresenta uma revisão teórica sobre a gestão da qualidade na manutenção industrial, abordando conceitos, ferramentas e metodologias utilizadas na gestão da qualidade e sua aplicação na manutenção. O trabalho destaca a importância de uma abordagem integrada para a implementação da gestão da qualidade na manutenção, envolvendo todos os setores da empresa.

O primeiro desafio na aplicação da gestão da qualidade na manutenção é a falta de compreensão da importância da gestão da qualidade por parte dos gestores e dos funcionários. Segundo Lima et al. (2019), a gestão da qualidade deve ser vista como um processo contínuo de melhoria, e não apenas como um conjunto de técnicas e ferramentas. No entanto, muitas vezes, os gestores e os funcionários veem a gestão da qualidade como um custo adicional, e não como um investimento em melhoria contínua.

O segundo desafio é a falta de integração da gestão da qualidade com os processos de manutenção existentes. Segundo Pinheiro et al. (2019), a implementação da gestão da qualidade deve ser realizada de forma integrada com os processos de manutenção existentes, para evitar a criação de processos paralelos e desnecessários. No entanto, muitas vezes, a gestão da qualidade é implementada de forma isolada, sem uma integração adequada com os processos de manutenção existentes.

O terceiro desafio é a falta de comprometimento por parte dos funcionários. Segundo Silva et al. (2020), a implementação da gestão da qualidade requer o comprometimento de todos os funcionários envolvidos nos processos de manutenção. No entanto, muitas vezes, os funcionários não são devidamente treinados e motivados para adotar as práticas de gestão da qualidade.

O quarto desafio é a falta de monitoramento e avaliação dos resultados da implementação da gestão da qualidade. Segundo Chaves et al. (2018), a avaliação dos resultados da implementação da gestão da qualidade é essencial para verificar a eficácia das práticas adotadas e identificar oportunidades de melhoria. No entanto, muitas vezes, não são realizados monitoramento e avaliação sistemáticos dos resultados da implementação da gestão da qualidade na manutenção.

O quinto desafio é a falta de uso de tecnologias adequadas para a gestão da qualidade na manutenção. Segundo Santos et al. (2020), a adoção de tecnologias como sistemas de gestão da manutenção (CMMS) e análise de dados pode facilitar a implementação da gestão da qualidade na manutenção. No entanto, muitas empresas ainda não utilizam essas tecnologias de forma adequada para a gestão da qualidade na manutenção.

Para enfrentar esses desafios, é necessário adotar uma abordagem sistemática para a implementação da gestão da qualidade na manutenção. Segundo Neves et al. (2021), essa abordagem deve incluir as seguintes etapas: definição dos objetivos da gestão da qualidade na manutenção, análise dos processos existentes, identificação de oportunidades de melhoria, definição de indicadores de desempenho, planejamento da implementação, treinamento dos funcionários, monitoramento e avaliação dos resultados.

Além disso, é importante que os gestores envolvam os funcionários na implementação da gestão da qualidade na manutenção e ofereçam treinamentos e capacitações para que possam compreender a importância da gestão da qualidade e como aplicá-la no dia a dia. É essencial também que as empresas invistam em tecnologias adequadas para a gestão da qualidade na manutenção, como sistemas de gestão da manutenção (CMMS), análise de dados e ferramentas de comunicação e colaboração.

Em suma, a implementação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e

equipamentos apresenta desafios, como a falta de compreensão da importância da gestão da qualidade, falta de integração com os processos de manutenção existentes, falta de comprometimento dos funcionários, falta de monitoramento e avaliação dos resultados e falta de uso de tecnologias adequadas. Para enfrentar esses desafios, é necessário adotar uma abordagem sistemática e integrada para a implementação da gestão da qualidade na manutenção, envolver os funcionários, oferecer treinamentos e capacitações e investir em tecnologias adequadas.

Quadro 02. Análise as ferramentas de controle e monitoramento utilizadas na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos.

Nº	Autor/Ano	Título	Metodologia	Resultados encontrados
A1*	Santos; Oliveira (2019)	Aplicação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos de uma indústria metalúrgica: estudo de caso.	Estudo de caso	resultado a importância do controle e monitoramento da manutenção industrial para a melhoria da eficiência e produtividade das empresas. Foi identificado que a implementação de um sistema de gerenciamento da manutenção, aliado a um programa de treinamento e capacitação dos funcionários, contribui para a redução dos custos com manutenção, aumento da disponibilidade dos equipamentos e melhoria da qualidade dos produtos finais. Além disso, o estudo destacou a necessidade de um acompanhamento constante dos indicadores de desempenho da manutenção, visando a identificação de problemas e aprimoramento contínuo do processo.
A2*	Gomes (2019)	Software de gestão de manutenção: uma abordagem prática para a indústria 4.0.	Revisão de literatura	apresentou uma abordagem prática para a implementação de software de gestão de manutenção em empresas que buscam se adequar à Indústria 4.0. O principal resultado encontrado foi que a adoção dessa tecnologia pode proporcionar uma melhor gestão de recursos, maior eficiência na manutenção e redução de custos, além de permitir uma maior integração entre os setores da empresa e uma visão mais precisa e integrada dos processos produtivos. A pesquisa também apontou que a implementação do software deve ser feita de forma estratégica, considerando as necessidades específicas da empresa e buscando a integração com outras tecnologias utilizadas na produção.

A3*	Ferreira; Pereira (2020)	Análise de falhas: uma ferramenta essencial na manutenção industrial.	Revisão de literatura	Os resultados mostraram que a análise de falhas pode identificar a causa raiz dos problemas, reduzir o tempo de inatividade das máquinas e aumentar a eficiência da manutenção. Além disso, a análise de falhas pode ajudar a evitar futuros problemas e reduzir custos com manutenção corretiva. Portanto, os autores destacaram a importância da aplicação dessa técnica nas empresas para garantir a eficácia da manutenção industrial.
A4*	Almeida <i>et al.</i> , (2020)	Indicadores de desempenho na manutenção industrial: uma revisão sistemática.	Revisão sistemática.	Os resultados indicaram que os indicadores mais utilizados foram aqueles relacionados à disponibilidade de máquinas e equipamentos, tempo de parada não programada e custos de manutenção. Além disso, foi observado que a utilização de indicadores mais específicos e estratégicos pode melhorar a eficácia da gestão da manutenção industrial e contribuir para a redução de custos e aumento da produtividade.

Fonte: Autoria própria (2022).

*Legenda: autor

A gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos, segundo Silva (2018), é essencial para garantir a eficiência e produtividade das operações industriais. Nesse contexto, o controle e monitoramento das atividades de manutenção são fundamentais para garantir a conformidade dos processos e equipamentos aos padrões de qualidade estabelecidos. Neste texto, serão analisadas as principais ferramentas de controle e monitoramento utilizadas na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos.

Uma das principais ferramentas de controle e monitoramento utilizadas na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos, de acordo com Almeida *et al.*, (2020) é o indicador de desempenho. O indicador de desempenho é uma medida quantitativa que permite avaliar o desempenho de um processo ou equipamento em relação a um padrão pré-estabelecido. Essa ferramenta permite identificar possíveis desvios e oportunidades de melhoria, possibilitando a tomada de ações corretivas e preventivas.

Outra ferramenta importante na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos mencionado no estudo de Ferreira e Pereira (2020), é o plano de manutenção. O plano de manutenção consiste em um conjunto de atividades programadas e planejadas para garantir o bom funcionamento dos equipamentos. Essa ferramenta permite identificar as necessidades de manutenção preventiva e corretiva, além de definir os recursos necessários para a realização das atividades.

O monitoramento da manutenção também é essencial para a gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos. O monitoramento consiste em uma série de atividades que permitem avaliar a eficácia do plano de manutenção e identificar possíveis desvios. Essa ferramenta permite identificar problemas antes que eles se tornem

críticos, possibilitando a tomada de ações preventivas (SANTOS; OLIVEIRA, 2019).

O uso de software de gestão de manutenção é uma tendência na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos. Essa ferramenta, segundo Gomes (2019), permite gerenciar as atividades de manutenção de forma integrada e eficiente, possibilitando a monitoração do desempenho dos equipamentos em tempo real. Além disso, o software de gestão de manutenção permite a análise de dados históricos, possibilitando a identificação de tendências e padrões de falhas.

A análise de falhas também é uma ferramenta importante na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos. A análise de falhas consiste em uma investigação sistemática e detalhada das causas de uma falha em um equipamento ou processo. Essa ferramenta permite identificar as causas raiz das falhas, possibilitando a tomada de ações corretivas e preventivas (GOMES, 2019).

De acordo com Silva (2018), a gestão da qualidade aplicada à manutenção industrial deve envolver o controle e monitoramento das atividades de manutenção, a fim de garantir a eficiência e produtividade dos processos e equipamentos. Nesse contexto, a utilização de indicadores de desempenho é uma ferramenta essencial para avaliar o desempenho dos equipamentos e identificar oportunidades de melhoria.

Santos e Oliveira (2019) destacam a importância do controle e monitoramento da manutenção industrial para garantir a conformidade dos processos e equipamentos aos padrões de qualidade estabelecidos. Além disso, os autores ressaltam a importância da utilização de planos de manutenção para programar e planejar as atividades de manutenção preventiva e corretiva.

O uso de software de gestão de manutenção também é uma tendência na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos, como aponta Gomes (2019). O autor destaca que essa ferramenta permite gerenciar as atividades de manutenção de forma integrada e eficiente, possibilitando a monitoração do desempenho dos equipamentos em tempo real.

A análise de falhas é outra ferramenta importante na gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos, como afirmam Ferreira e Pereira (2020). A análise de falhas permite identificar as causas raiz das falhas, possibilitando a tomada de ações corretivas e preventivas. Por fim, Almeida *et al.* (2020) destacam a importância dos indicadores de desempenho na manutenção industrial, destacando a necessidade de uma abordagem sistemática para o desenvolvimento e utilização desses indicadores.

Em conclusão, Ferreira e Pereira (2020) enfatizam em seu estudo que a gestão da qualidade aplicada à manutenção de máquinas e equipamentos requer a utilização de diversas ferramentas de controle e monitoramento, como indicadores de desempenho, planos de manutenção, monitoramento da manutenção, software de gestão de manutenção e análise de falhas. Essas ferramentas permitem garantir a eficiência e produtividade dos processos e equipamentos, além de possibilitar a tomada de ações corretivas e preventivas para a melhoria contínua da qualidade.

3. CONCLUSÃO

Em conclusão, a gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos é um processo complexo que apresenta desafios significativos. Entre esses desafios estão a identificação de falhas e defeitos em equipamentos, a realização de manutenções preventivas e corretivas e a garantia da eficácia das ações realizadas. Além disso, a gestão da

qualidade na manutenção envolve uma série de ferramentas de controle e monitoramento, como análise de falhas, inspeções regulares, indicadores de desempenho e registros de manutenção, que são essenciais para garantir a eficácia do processo.

Portanto, para ter sucesso na aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos, é fundamental contar com uma equipe capacitada e comprometida, além de utilizar as ferramentas de controle e monitoramento adequadas para garantir a qualidade dos serviços prestados.

É importante destacar que a aplicação da gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos é fundamental para garantir a confiabilidade dos equipamentos, a segurança dos operadores e a redução dos custos de manutenção. A utilização de ferramentas de controle e monitoramento, como a análise de causa raiz, pode ajudar a identificar as causas dos problemas e prevenir a sua recorrência, enquanto a inspeção regular dos equipamentos permite a identificação precoce de falhas e defeitos.

Além disso, a gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos pode ajudar a melhorar a eficiência dos processos produtivos, reduzir o tempo de parada dos equipamentos e aumentar a disponibilidade dos mesmos. Com isso, é possível aumentar a produtividade, reduzir os custos operacionais e melhorar a competitividade da empresa no mercado.

Por fim, é importante ressaltar que a gestão da qualidade na manutenção de máquinas e equipamentos deve ser uma atividade contínua e evolutiva. É necessário que a empresa esteja sempre buscando novas ferramentas e metodologias para aprimorar o processo de gestão da qualidade e garantir a melhoria contínua dos serviços prestados. Dessa forma, será possível obter resultados cada vez melhores em termos de eficiência, qualidade e segurança na manutenção de máquinas e equipamentos.

Referências

- ALMEIDA, A. C. et al. Indicadores de desempenho na manutenção industrial: uma revisão sistemática. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 78-90, 2020.
- CHAVES, V. F. SOUSA, G. S. CASTRO, E. L. M. (2018). Gestão da qualidade na manutenção industrial. In **Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica** (CONEM 2018), Maceió, AL, Brasil.
- FERREIRA, L. S.; PEREIRA, R. S. Análise de falhas: uma ferramenta essencial na manutenção industrial. **Revista Brasileira de Manutenção**, v. 18, n. 1, p. 54-63, 2020.
- GOMES, A. M. Software de gestão de manutenção: uma abordagem prática para a indústria 4.0. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 10, n. 1, p. 100-117, 2019.
- LIMA, R. P. ROCHA, T. H. A. OLIVEIRA, A. M. A. MOURA, R. A. S. (2019). Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos: estudo de caso em uma empresa de usinagem. In **Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão** (CNEG 2019), Florianópolis, SC, Brasil.
- NEVES, F. J. M. PEREIRA, M. M. DIAS, J. M. (2021). Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais. In **Anais do Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos** (CBMGA 2021), Belo Horizonte, MG, Brasil.
- PINHEIRO, L. P. RIBEIRO, G. P. VIANA, R. P. (2019). Gestão da qualidade na manutenção de equipamentos em uma indústria de alimentos. In **Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica** (CONEM 2019), Belo Horizonte, MG, Brasil.
- SANTOS, M. A. R. LIMA, C. R. M. CARVALHO, A. DA, F. B. (2021). Aplicação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos de uma indústria metalúrgica: estudo de caso. In **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção** (CBEP 2021), Recife, PE, Brasil.
- SANTOS, R. S.; OLIVEIRA, E. S. Controle e monitoramento da manutenção industrial. **Revista de Engenharia**

e Tecnologia, v. 7, n. 1, p. 45-56, 2019.

SILVA, J. A. Gestão da qualidade aplicada à manutenção industrial. São Paulo: Atlas, 2018.

SILVA, J. C. B. SANTOS, M. G. S. FERNANDES, M. S. (2020). Implantação da gestão da qualidade na manutenção de equipamentos industriais: um estudo de caso em uma indústria de bebidas. In **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção** (CBEP 2020), Natal, RN, Brasil.



33

GESTÃO DA QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE PEQUENAS EMPRESAS

QUALITY MANAGEMENT IN SMALL BUSINESS SERVICE DELIVERY

Lisandra Amarante de Oliveira¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Wellington Santos Araújo²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Na perspectiva da lucratividade, desenvolvimento, permanência, reconhecimento, e qualidade da prestação de serviços, as empresas consideram o atendimento e adequação às necessidades do mercado e consumidor, cada vez mais exigentes e competitivos. Diante do exposto esse artigo buscou apresentar e discutir a estruturação da importância de um sistema de gestão da qualidade, como diferencial em pequenas empresas. Nessa perspectiva questionou-se em que medida a gestão da qualidade contribui para prestação dos serviços nas pequenas empresas? Dessa forma, definiu-se como objetivo geral discutir a contribuição da gestão da qualidade na prestação de serviços nas pequenas empresas. E como objetivo específico levantar a contribuição das ferramentas de controle de qualidade como o PDCA, na gestão das empresas desse porte. A melhoria dos processos internos a partir da utilização das ferramentas da qualidade, possibilita uma visão de sucesso para essas empresas, no sentido de ganhar vantagem em levar a empresa a outro patamar, consolidando sua existência e desenvolvimento. Observou-se com esses resultados, maior satisfação do cliente, menores custos de produção, menos retrabalhos, organização e padronização das atividades, maior atendimento às exigências do cliente, melhoria contínua nos processos e melhoria na imagem organizacional. É importante que o corpo gerencial invista na continuidade desse programa de qualificação, com o objetivo de utilizar esse mesmo nicho de novas práticas, como permanentes, adotando-as como modelo de gestão eficiente.

Palavras-chave: Pequenas empresas, Gestão da qualidade, Melhoria, Cliente, Sucesso.

Abstract

In the perspective of profitability, development, permanence, recognition, and quality of service provision, companies consider the care and adequacy to the needs of the market and the consumer, increasingly demanding and competitive. In view of the above, this article sought to present and discuss the structuring of the importance of a quality management system as a differential in small companies. In this perspective, the question was raised to what extent does quality management contribute to the provision of services in small companies? Thus, the general objective was defined as to discuss the contribution of quality management to service delivery in small businesses. And, as a specific objective, to investigate the contribution of quality control tools, such as PDCA, in the management of companies of this size. The improvement of internal processes from the use of quality tools enables a vision of success for these companies, in the sense of gaining advantage in taking the company to another level, consolidating its existence and development. It was observed with these results, greater customer satisfaction, lower production costs, less rework, organization and standardization of activities, greater compliance with customer requirements, continuous improvement in processes, and improvement in the organizational image. It is important that the management body invests in the continuity of this qualification program, with the objective of using this same niche of new practices, as permanent, adopting them as an efficient management model.

Keywords: Small business, Quality Management, Improvement, Customer, Success.



1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade, ocorreu a partir do aumento de produção tanto com produtos, assim como ofertas de serviços, esse em específico de forma constante, principalmente nos países mais desenvolvidos, em destaque, na garantia de empregos e giro contínuo da economia. Comparando-se aos demais setores econômicos, tal crescimento avança pela diversidade e inovações de ofertas.

Na perspectiva da lucratividade, desenvolvimento, permanência, reconhecimento, e qualidade da prestação de serviços. As empresas consideram o, atendimento e adequação às necessidades do mercado e consumidor, cada vez mais exigentes e competitivos. Diante disso, destaca-se o esforço no emprego de melhorias em seus processos.

O conceito de qualidade vem se desenvolvendo com evolução constante, observando diariamente não só mais na perfeição de um produto, mas na adequação ao uso, atribuições de seu desempenho técnico, confiabilidade, durabilidade, assistência, estética, marca, impacto Ambiental e social, entre outros, motivos pelos quais escolheu-se o tema deste trabalho.

A relevância deste trabalho se deu em virtude de algumas empresas de pequeno porte iniciar suas atividades sem um planejamento adequado, o que causa um declínio da mesma em pouco tempo. Portanto, fez-se necessário conhecer mais sobre o assunto para verificar as estratégias de planejamentos, padronização de serviços, análise de melhorias e mudanças para capacitar as empresas a atingir a excelência e conseqüentemente o sucesso e a estabilidade no mercado de trabalho.

Nessa perspectiva buscou-se responder ao questionamento que medida a gestão da qualidade contribui para prestação dos serviços nas pequenas empresas? Para responder a esse questionamento definiu-se como objetivo geral discutir a contribuição da gestão da qualidade na prestação de serviços nas pequenas empresas. E como objetivo específico levantar a contribuição das ferramentas de controle de qualidade como o PDCA, na gestão das empresas desse porte.

Ao implementar um sistema de gestão de qualidade em uma pequena empresa, deve-se seguir requisitos, utilizando-se de ferramentas assertivas para avaliar e alcançar progresso, observar e tratar deficiências, definir estratégias e mecanismos de desenvolvimento técnico e humano, e assim facilitar a compreensão da importância dessa aplicabilidade no termo geral da prestação de serviço ofertada e garantia de retorno e permanência de sucesso da empresa, através do impacto positivo na satisfação do cliente.

Espera-se que o conteúdo deste trabalho venha a contribuir com a classe acadêmica e a sociedade em geral a partir da pesquisa sobre gestão da qualidade, bem como a relevância da implementação da ferramenta Ciclo PDCA, como norteadora que contribuem para esse fim. Com informações acerca do assunto haverá uma melhor possibilidade dessas empresas buscarem conhecimento, a fim de tomarem decisões assertivas e eficazes para a saúde do seu negócio.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, realizado por revisão de

literatura, de modo qualitativo e descritivo. As pesquisas aconteceram em livros, artigos, teses, dissertações em outras formas de apresentação de trabalhos científicos publicados nos últimos dez anos. Todavia, para tal pesquisa foram utilizadas bases de dados como o Google Acadêmico, Scielo, Capes, dentre outros de cunho científico. As palavras-chaves usadas foram: gestão; qualidade, serviços.

2.2 Resultados e Discussão

A qualidade é um fator de diferenciação das empresas, tanto nos serviços prestados como no que produzem. Qualidade jamais é um conceito tão contemporâneo, porém sim, muito engradecido hoje em dia. Pelo contrário, existe há muitos anos, contudo recentemente é mais utilizado nos aspectos gerencial e estratégico, principalmente com foco na busca de resultados.

De acordo com Oliveira (2006) que referencia o Código de Hamurabi, de 2150 a.C., estabelecia penas severas para construtores que erguessem uma casa que desabasse matando os moradores. Da mesma forma, inspetores fenícios eliminavam quaisquer violações reincidentes de padrão de qualidade amputando a mão do fabricante de um produto defeituoso. A mesma autora cita que na época da Revolução Industrial a produção em massa foi possível através da divisão do trabalho e da criação de peças intercambiáveis, o que gerou problemas para aqueles que estavam acostumados a ter seus bens feitos sob medida, ou seja, agora feitos dentro de outro padrão de qualidade diferente daquele anterior.

Para entender melhor o conceito de qualidade apresenta-se o conceito de Ferreira (1994, p.591), onde qualidade é definida como,

“... propriedade, atributo ou condição das coisas ou pessoas capazes de distingui-las das outras e lhes determinar a natureza; numa escala de valores, qualidade é a propriedade que permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar qualquer coisa”.

Diante do exposto, constata-se que executar um serviço de qualidade, diferencia quem o faz, assim como a organização que oferta o serviço. De acordo com Feigenbaum (1994), apud Pinheiro *et al.* (2002), “qualidade é o fator que assegura o retorno do consumidor pela segunda, terceira e décima quinta vez”. Para Lobos (1991), qualidade é tudo que alguém faz ao longo de um processo para que o consumidor, quer seja de fora ou de dentro da organização, obtenha exatamente o que desejava, tanto em termos de características ou de custo e atendimento.

Campos (1992, p.2) resume o conceito de qualidade nos seguintes termos: “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. Hill (1995) percebe qualidade como uma abordagem geral de gestão estruturada por certos princípios básicos e um conjunto de práticas e técnicas estatísticas para implementá-los.

Segundo a ISO 9000:2015, uma organização focada em qualidade promove uma designação que sucede em hábitos, atividades e metodologias que juntam valor pelo contentamento das necessidades e expectativas dos clientes e outros grupos de gestão interessados. A qualidade dos produtos e serviços de uma organização é determinada pela capacidade de satisfazer os clientes e seu impacto intencional e não intencional. A qualidade dos produtos e serviços inclui não apenas a sua função objetiva, mas também o desempenho, o empenho de toda a organização executando os procedimentos necessários



e de maneira correta. Com base nos diversos conceitos apresentados é clara a importância de as organizações incorporarem a qualidade nas suas atividades em geral para obter resultados em um mercado cada vez mais competitivo.

A ISO 9001, é uma diretriz mundial de modelo de gestão da qualidade que expressa como principal objetivo precaver que uma organização entregue resultados que não atendam a expectativas exigidas dos seus clientes. De acordo com sua revisão em 2000, as condições de gestão enfatizaram perspectivas além das ações de realização de produção, tais como o gerenciamento de recursos humanos, engajamento de lideranças e evolução contínua, especificado sem seguida.

A coordenação dos recursos, especialmente, humanos, relevantes em confirmar o acolhimento dos pedidos do consumidor durante o andamento de execução do produto; O compromisso das lideranças no desenvolvimento; elaboração e avanço contínuo do modelo de gestão da qualidade; Aumento da eficácia do modelo de gestão, por meio da promoção de auditagens, parecer analítico da produtividade por suas lideranças, consultas de contentamento dos clientes e programação para realização de processos de melhorias. (MARSHALL JUNIOR, 2015).

Comumente, os motivos para a execução da norma ISO 9001 são especificados em grande parte de obras, em dois tipos: internos e externos. Em concordância com Prajogo (2011), são averiguados a função e o resultado destes, na execução da ISO. Esses resultados apontaram, que otimizar custos; diminuir desperdícios, controlar demandas operacionais, buscar diferenciais competitivos, capacitar colaboradores e o contentamento dos clientes, representam que os motivos internos orientavam uma melhor atuação da companhia, gerando impactos positivos no processo de execução em contrapondo-se assim aos motivos externos. Nesse caso confirma-se que, a ISO quando executada por motivos internos, vincula positivamente no processo de execução e melhoria de atuação da organização, enquanto os motivos externos produziram uma impressão contrária.

A execução de um método de gestão da qualidade nunca contribui apenas para a assistência quanto às solicitações dos clientes, mas muito na precaução no que tange custos de retrabalho, esbanjamento e de incompetência (KOC, 2007; SINGH, 2008). A partir de uma análise empírica orientada por Briscoe, Fawcett e Todd (2005), afirmou-se que pequenas empresas podem e devem providenciar a certificação ISO 9001 e visar lucratividade por antagonismo, buscando conhecimento em qualidade e adotando como práticas diárias em todos os processos internos da empresa.

Contudo, o trabalho de Jorgensen, Remmen e Mellado (2006) conduz uma argumentação com o diferenciamento de três níveis de adaptação. No primeiro nível, são consideradas as semelhanças entre os sistemas de gestão correlatos; no segundo nível decorre a proposta através de técnicas parecidas, frisando ocupações do circuito do gerenciamento; e, por fim, o terceiro nível de adaptação é descrito por uma conduta de conhecimento, aumento da atuação e comprometimento dos interessados pelos resultados, nos desafios internos e externos do modo de gestão integrado.

Inclusive quanto aos níveis de adaptação, a obra de Simon, Karapetrovic e Casadesus (2012) trata do quesito dos níveis de adaptação sobre diferente perspectiva, nesta circunstância dos diferentes elementos que compõem um método de gerenciamento acomodado, como fundos, registros, objetivos, técnicas, entre outros. Em outras fontes de pesquisas, conforme a de Jonker e Karapetrovic (2004) apresentam-se modelos para a adaptação dos requisitos de sistemas de gestão.

De acordo com a narrativa dos autores, esse método fundamenta-se em partes comuns de gestão: métodos, receitas e metas. Já Zeng, Shi e Lou (2007) recomendaram o

que os literatos batizaram de tática conjunta de adaptação, no qual três níveis de agregação para a gestão da qualidade são determinados. Eles alegam que a reunião de métodos, orientações de atividades e designações (nível mais inferior) consistem da adaptação correlata a fundos e a componentes de configurações e instrutivos. Já os outros níveis de adaptação consistem da reunião de idéias, metas e preparação.

Determinados empecilhos à inserção de um sistema da em gestão da qualidade aparecem e precisam de singular apoio dos gestores. A ausência de envolvimento da gerência, contenções financeiras, aptidões inadequadas e intensa papelocracia avistada no uso de explicação incorreta dos princípios da ordem, são alguns destes obstáculos (FRANCESCHINI; GALLETTO; CECCONI, 2006).

Tarawneh (2000), apontou relevantes obstáculos como: relutância à renovação; escassa qualificação da mão de obra; dificuldade com emaranhados de mecanismos gerenciais e de metodologias internas da organização; e carência de capital constante em qualificação e otimização. A certificação ISO 9001 completa 20 anos de existência e é uma das ferramentas utilizadas pelas empresas em busca do benefício competitivo e do contentamento dos clientes.



Figura 1. Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado na ISO 9001:2008

Fonte: ABNT, 2008.

Este trabalho analisa a implementação da gestão da qualidade em pequenas empresas, relacionando a adoção dessa metodologia como modelo gerencial para estabelecer melhorias dos processos estratégicos e operacionais na prestação de serviços destas. E assim, apresentar sua permanência e diferencial, e se destacar quando o assunto for contratação de serviço de excelência.

Foram dadas importantes contribuições para o tema da qualidade na disseminação dos conceitos e práticas para utilização de empresas em geral. Cita-se alguns nomes como: W. Edwards Deming (1990, p.56), reconhecido pelo desenvolvimento de um sistema para controle estatístico da qualidade, onde o foco se volta para o compromisso e pelas ações da gerência nas organizações, assim como atentar para a busca de melhoria contínua.

Joseph M. Juran, (1964, Managerial Breakthrough) considerado o guru da qualidade, defende que a gestão da qualidade se divide em três pontos fundamentais: planejamento, melhoria e o controle de qualidade. Através de contribuições à estratégia empresarial,

onde na visão dele, os processos de negócio podiam ser maiores, porém oportunidades de melhoria nas empresas, não recebiam a devida atenção. Contudo, já na perspectiva de Armand Feigenbaum (1994, p.30) usa uma abordagem mais abrangente, para o controle total da qualidade, com o objetivo de desenvolver, fixar e aperfeiçoar a qualidade para tentar impedir a incidência de falhas ou erros.

Philip Crosby (1964, “Defeito Zero”) cita que um sistema para mostrar bons níveis de qualidade deveria ser cuidadoso e, assim, define o zero defeito como uma direção a seguir; seguindo essa premissa, se tem uma margem positiva de sucesso comercial.

Para que haja qualidade dos serviços é necessário comprometimento de todos, segundo Schemenner (1999, p. 99-100) “na empresa orientada para a qualidade os defeitos não são desculpas para culpar os outros, mas simplesmente uma indicação e que todos precisam trabalhar juntos para eliminar as causas dos defeitos”.

As ISO 9000 são diretrizes reconhecidas mundialmente e, em alguns ramos de negócios, apresentam resistente voz rentável, estimulando receita e determinando coadjuvações lucrativas (VALLS, 2005; FRANCESCHINI; GALLETTO; CECCONI, 2006). Com a ferramenta ISO 9001, a execução do método de gestão da qualidade em pequenas empresas, enfatiza seu objetivo para além da escala de produtividade, direcionando também seu gerenciamento aos recursos humanos, envolvimento da direção, lideranças e avanço contínuo, atingindo assim a eficiência planejada, oferta diferenciada, permitindo maiores chances de desenvolvimento, solidez no mercado, lucratividade e sucesso.

2.3 PDCA

O ciclo PDCA, é uma ferramenta de gestão que visa melhorar e controlar os processos e produtos de forma contínua. Também conhecido como ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming, pois apresentado em 1930 por Waltera Shewhart como um ciclo aplicável sobre a administração da qualidade, mas somente ao longo dos anos 50, através de William Edwards Deming e suas palestras no Japão, que o Ciclo PDCA tornou-se amplamente conhecido no mundo. O ciclo de Deming está fundamentado em um ciclo, com atividades planejadas e recorrentes, para melhorar os resultados e/ou atingir as metas estabelecidas, e por isto não possui um fim pré-determinado. Tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, identificando as causas dos problemas e as soluções para os mesmos e está dividido em quatro etapas principais:

2.3.1 PLAN (Planejamento)

O ciclo tem início com a definição de um plano, baseado em diretrizes ou políticas da empresa. Nesta fase escolhe-se um processo ou problema a ser sanado, que pode ser uma atividade, linha de montagem, um método etc. Esta fase, segundo Campos (2004), é subdividida em cinco etapas:

- a. Reconhecimento do problema: ocorre quando a organização identifica um efeito inesperado, proveniente de uma reunião de origens diversas.
- b. Determinar meta: a dificuldade sempre será o objetivo não alcançado, avaliando o cenário atual x futuro. A meta estabelecida deve obedecer a três etapas; objetivo final, tempo de execução e ganho.
- c. Análise do fenômeno: avaliação crítica da dificuldade encontrada e suas causas,

por meio de levantamento de dados.

- d. Análise do processo (causas): Filtrar os motivos relevantes que culminam nas dificuldades, levantando aspectos significativos.
- e. Plano de ação: Levantar ideias, traçar com detalhes ações eficazes para solução dos problemas, atingindo o objetivo já estabelecido.

2.3.2 DO (Execução)

Consumação do planejamento, trabalha na capacitação dos comprometidos no método a ser aplicado, é a parte de levantamento e coleta de dados para avaliação. De acordo com Campos (2004), fragmenta-se em:

- a. Treinamento: o planejamento é apresentado para os executantes da ação;
- b. Execução da Ação: quando ocorre a execução da ação. Nesta etapa, deve haver avaliações frequentes, na eminência de controlar o andamento dos processos e eliminar qualquer incerteza que possa surgir no percurso.

Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados para alimentar a próxima etapa do ciclo PDCA.

2.3.3 CHECK (Verificação)

É a análise ou avaliação dos efeitos alcançados e dados coletados. Pode ocorrer simultaneamente com a execução do planejamento quando se supervisiona se o trabalho está seguindo o programado, feito da forma orientada, ou após a execução quando são feitas amostragens dos dados e avaliação dos itens de controle. Nesta etapa também são checados erros ou falhas; XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO 13 e 14 de agosto de 2015 4.

2.3.4 ACT (Agir)

Definido pela execução das correções necessárias, já detectadas na etapa da Checagem, E padronizando as ações executadas pela eficácia na conclusão do objetivo. Nessa etapa reinicia o ciclo para seguir no processo de melhoria contínua.

O PDCA é aplicado principalmente nas normas de sistemas de gestão e pode ser utilizado em qualquer organização de forma a garantir o sucesso nos negócios, independentemente da área ou departamento (vendas, compras, engenharia, etc.). De acordo com Campos (2004) o PDCA de melhoria é utilizado para a solução de problemas e atingir metas de forma contínua. Este método é composto por oito etapas: identificação do problema, observação do problema, análise do processo, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Para auxiliar o método são utilizadas ferramentas de acordo com a complexidade do problema que variam de ferramentas básicas até avançadas.

Diante disso é necessário sempre focar em bons profissionais com treinamento e qualificados, além de equipamentos que supram a necessidade do trabalho e facilitem o processo.



3. CONCLUSÃO

Gestão da qualidade faz parte de pautas em todas as organizações, cujo objetivo final é a satisfação de clientes, cada vez mais exigentes e seletivos. Dessa forma, padronizar um atendimento, organizar processos e métodos, é o grande diferencial no que diz respeito a permanência e competitividade.

As empresas precisam adotar a implementação de gestão da qualidade como um dos fatores determinantes de sucesso do seu negócio. Investimentos devem ser feitos para orientar, capacitar, com o intuito de impactar positivamente nos processos internos; otimizando ações, que estimulam o foco nas soluções compatíveis com o interesse dos clientes, gerando satisfação para ambos.

Investir em soluções, utilizando estratégias como as ferramentas da qualidade, eleva padrões e melhora a visibilidade sobre desempenho e reputação dessas empresas, principalmente frente ao mercado que atuam, além de atrair a confiabilidade, e credibilidade quanto aos serviços ofertados.

É possível e de suma relevância citar que existe uma certificação que indica ao mercado que uma empresa atua dentro dos parâmetros ideais para oferecer qualidade nos seus serviços, trata-se da ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização). Com ela a empresa, assim como clientes e fornecedores, pode ter segurança de que o procedimento realizado por essa empresa está de acordo com as exigências internacionais. Essa certificação indica diretrizes para que as empresas reorganizem seus processos.

O intuito de investir na qualidade é procurar um modelo de excelência em acolhimento na hora de tentar atender às necessidades e solicitações dos clientes. Buscar manter o contentamento e interesse destes. Além da redução de custos por falhas. Um investimento que traga resultados positivos e permanentes, como aumento da produtividade, organização da rotina organizacional de modo mais eficiente, controle dos processos, melhor gerenciamento e distribuição dos recursos, e assegurando sua estabilidade.

Esses são alguns benefícios, porém é possível citar muitos outros como, por exemplo, o aumento do lucro e a fluidez e eficácia das atividades. Por tudo isso, a preocupação com a qualidade deve ser conscientizada em cada setor, área e equipe da organização.

Manter a implementação da qualidade em uma empresa, é um processo árduo, pois nem sempre os processos são iguais, obrigando a gestão planejar estratégias eficazes de controle e solução de cada dificuldade. A possibilidade de um levantamento eficaz, através das ferramentas da qualidade, com detecção de causas e efeitos, buscando direcionamento, através das práticas e conhecimentos acerca do objetivo a ser atingido, é uma das diretrizes desse gerenciamento.

Sistemas informatizados também são aliados. Existem diversos sistemas capazes de facilitar a busca pela qualidade nas empresas. Com eles, é possível estruturar os processos diários, integrar os diversos setores da organização e automatizar algumas tarefas. Assim, a qualidade será progressiva.

Observa-se uma série de benefícios em investir na gestão de qualidade, tornando as empresas mais prósperas e produtivas. No entanto, é preciso implementar as ferramentas corretas, como a comunicação e o uso de tecnologias de impacto.

Resumidamente, toma-se as ações necessárias para que o processo inicie novamente e de maneira assertiva. O ciclo PDCA repetidamente vai dar ao gestor a oportunidade de aplicar em sua empresa melhorias contínuas, a partir da identificação de uma situação

problema, planejando e pondo em prática, a melhor estratégia para obter a solução. Resolvendo o problema, a empresa passará a buscar sempre atingir a qualidade, de uma vez que impacta de forma direta e positiva, em todos os resultados da empresa, elevando o seu nível de excelência.

Finalizando este, sugere-se novas oportunidades de pesquisas, continuando essa linha de pensamento no que diz respeito, a buscar soluções atuantes no desempenho positivos para as empresas de pequeno porte, utilizando-se da ferramenta PDCA, com o intuito de alavancar melhorias, controlar e melhorar processos, gerenciando a rotina da empresa, garantindo a diminuição e ou tratativas imediatas e eficazes que toda eventualidade que venha impactar nos resultados.

Referências

ABNT NBR ISO 90001:2005 – **Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulários**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.standardconsultoria.com/files/814048ce04d8cdf2b1ba9438be31009791895463.pdf>. Acesso 11 fev. 2023.

AMATO-NETO, J. **Gestão de sistemas locais de produção e inovação (clusters/APLs): um modelo de referência**. São Paulo: Atlas, 2009. Disponível em: <https://www.estantevirtual.com.br/livros/joao-amato-neto/gestao-de-sistemas-locais-de-producao-e-inovacao/2217188136>. Acesso em 14 fev. 2023.

ABICHT, A. M.; CEOLIN, A. C.; CORRÊA, A. F.; PEREIRA, P. R.; SI LVA, T. n.

Diferenciação ou necessidade na certificação ISO 9001: uma análise em duas empresas agroindustriais. SOBER - XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008 -a. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Diferencia%C3%A7%C3%A3o-Ou-Necessidade-Na-Certifica%C3%A7%C3%A3o-Iso-Em-Abicht-Ceolin/d7d1b3d6d95e9239870f94e8997b5a42239580e5>. Acesso em 20 mar. 2023.

ABICHT, A. M.; CORRÊA, A. O. F.; PEREIRA, XAVIER PEREIRA, P. R. R.; CEOLIN, A. C. **O Potencial Inovativo, Competitivo e Diferenciador da ISO 9001 em uma empresa agroindustrial**. XXXII ENANPAD. Rio de Janeiro – RJ, 6 a 10 de setembro, 2008-b. Disponível em: <https://docgo.net/40-o-potencial-inovativo-competitivo-e-diferenciador-da-iso-9001-em-uma-empresa-agroindustrial-pdf>. Acesso em 20 mar. 2023.

BRISCOE, JA, FAWCETT, SE, & Todd, RH **Implementação e impacto de ISO9000 entre pequenas empresas manufatureiras**. Diário de Pequeno Gestão de negócios, 43(3), p.309-30 de 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/viewFile/7812/7893>. Acesso em 25 mar. 2023.

FEIGENBAUM, ARMAND V, **Controle da qualidade total: gestão e sistemas**. Editora: São Paulo Makron books 1994 Descrição: 205 p. Disponível em: https://www.estantevirtual.com.br/redstarteodoro/fernando-selmar-fidalgo-e-lucilia-controle-da-qualidade-total-652213711?msclkid=024ef241e0681dea8d44963b97f0346b&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=Shopping%20Base&utm_term=4579946971044398&utm_content=Todos%20o%20Acervo. Acesso em 07 abr. 2023.

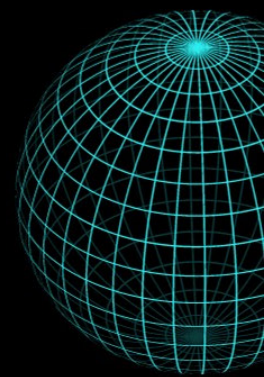
R MAEKAWA, MM CARVALHO, OJ OLIVEIRA - **Gestão & Produção**, 2013 - SciELO Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/rdyRynHz9g56J4KGSCWndKf/?lang=pt>. Acesso em 16 abr. 2023.

GA VITORELI, LCR CARPINETTI, MC GEROLAMO... - **Gestão & Produção**, 2012 - SciELO Brasil. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-03062011-091826/publico/GislaineAparecidaVitoreli.pdf>

DO VALE, PABLO DIONE, DANVER, MESSIAS BRUNO, BORGES, FERNANDO HAGIHARA - **Aplicação da ferramenta PDCA: Um estudo de caso no processo de produção de suco concentrado**, 2017 – ENEGEP Brasil. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_388_34701.pdf



34

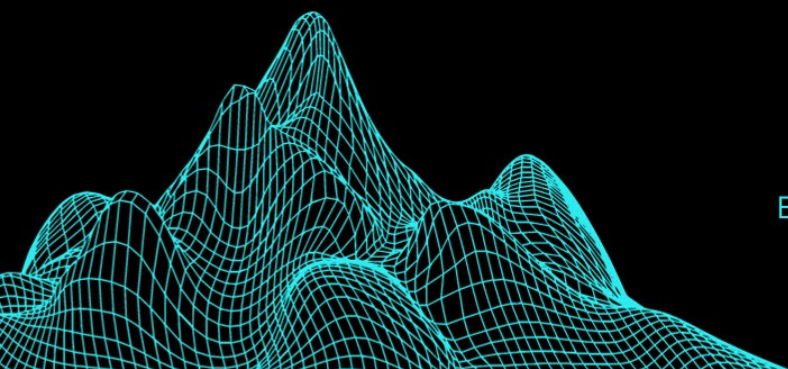


CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE ENERGIAS FOTOVOLTAICAS

*CONSIDERATIONS ON THE IMPORTANCE OF IMPLEMENTING PHOTOVOLTAIC
ENERGY PROJECTS*

Filipe Castelo Branco de Aguiar¹

¹ Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O presente estudo visa discutir o uso de projetos de energia fotovoltaica no Brasil. O objetivo geral desse trabalho é apresentar considerações sobre a importância da ampliação da utilização de energias renováveis em espaços adversos com intuito de discutir o equilíbrio da exploração de energias alternativas em relação às energias não renováveis, buscando assim um melhor custo-benefício para o usuário e para o meio ambiente. Quanto aos objetivos específicos, primeiro busca-se apreciar a efetivação de uma maior aquisição de novas alternativas de fontes renováveis de energia, como a fotovoltaica. Em seguida, demonstra-se a engenharia de instalação de sistema fotovoltaico em residências e indústrias e as características específicas para o funcionamento do sistema com eficiência. E por último, busca-se discutir modelos que utilizam desse tipo de energia em casos específicos no Brasil, beneficiando a sociedade, com exemplos de políticas públicas voltadas para a utilização de energia fotovoltaica em espaços públicos e comunidades, debatendo sobre a difusão desse tipo de energia que capta os raios solares e transforma em energia limpa e renovável.

Palavras-chave: Autonomia Energética. Fontes de Energias Renováveis. Engenharia de Instalação do Sistema. Políticas Públicas. Gestão de Projetos Fotovoltaico.

Abstract

The present study aims to discuss the use of photovoltaic energy projects in Brazil. The general objective of this work is to present considerations about the importance of expanding the use of renewable energies in adverse spaces in order to discuss the balance of the exploration of alternative energies in relation to non-renewable energies, thus seeking a better cost benefit for the user and for the environment. As for the specific objectives, first we seek to assess the effectiveness of a greater acquisition of new alternatives of renewable energy sources, such as photovoltaics. Then, the installation engineering of a photovoltaic system in homes and industries and the specific characteristics for the efficient operation of the system are demonstrated. And finally, we seek to discuss models that use this type of energy in specific cases in Brazil, benefiting society, with examples of public policies aimed at the use of photovoltaic energy in public spaces and communities, discussing the dissemination of this type of energy energy that captures the sun's rays and transforms it into clean and renewable energy.

Keywords: Energy Autonomy. Renewable Energy Sources. System Installation Engineering. Public policy. Photovoltaic Project Management.



1. INTRODUÇÃO

No mundo, busca-se cada vez mais a geração de energia a partir de fontes sustentáveis para auxiliar ou até mesmo substituir as fontes não renováveis. Ainda mais que este passe por um cenário de crise socioeconômica, em razão de outras causas como guerras em países pioneiros na extração de combustíveis fósseis, que servem para a geração de energia em termelétricas.

Pesquisas consideradas estudos exploratórios, relatam os raios solares ou energia solar como uma fonte inesgotável. Este fator vem ganhando muita notoriedade no Brasil, por ser uma fonte bem acessível, é possível encontrá-la em todas as regiões. Em sua maior parte, são encontradas em telhados espalhados nas cidades ou em terrenos e sítios que auxiliam a nossa matriz elétrica na capacidade energética nacional.

Diante destas afirmativas pergunta-se, quais alternativas adotar para implantação de energia renováveis de acesso a toda população? E assim, desenvolve-se esse trabalho em torno da ideia de que é viável tornar mais acessível a utilização dessa geração de energia.

Dentro deste contexto, o trabalho tem como justificativa propor a apreciação de estudos sobre a aquisição de novas alternativas de fontes renováveis, buscando entender a escassez de oportunidades para as classes sociais mais desfavorecidas economicamente.

A partir do que foi apresentado acima, o objetivo geral do estudo é apresentar as principais fontes de energia tanto para uso residencial como industrial de forma a minimizar problemas que possam trazer danos irreversíveis, tem como objetivos específicos entender o funcionamento do sistema de energia renovável, medir a importância de uma ampliação na utilização de *on grid*.

Nesse sentido o artigo relata outros fatores que auxiliam a energia renovável como clima, vegetação, localização, sistema de *off grid*, sistema de *on grid*, energia fotovoltaica, entre outros.

2. 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 (livros, artigos publicados em sites como Google acadêmico e Scielo), tendo como base as palavras chaves como uso residencial, energia renovável, e energia fotovoltaica. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados no período entre 2003 a 2022. Os artigos trouxeram uma importância e prospecção no aprofundamento da temática, associando o ambiente residencial, onde o foco também será explorado no ambiente empresarial e industrial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Pinho e Galdino (2014), relatam que a energia solar fotovoltaica é a capacidade de geração de energia elétrica a partir de um fenômeno físico gerado pelo aquecimento das placas através dos raios solares. Esse fenômeno físico é conhecido como efeito fotovoltaico, que consiste na manifestação de tensão elétrica em um equipamento composto por silício.

Assim, a geração dessa energia depende de outros fatores, dentre eles o clima e a localização, que auxiliam no processo. Apesar de ser uma fonte inesgotável, ela tem o período de captação e o horário que a incidência solar é mais eficiente. Ainda assim, é gerado mesmo com pouca incidência, a não ser que as condições do tempo estejam desfavoráveis, em dias nubladas por exemplo.

Com essa situação, é necessário ter o auxílio de uma geração auxiliar, seja ela pelo sistema *on-grid*, que vai depender da empresa de abastecimento energético, ou pelo sistema *off-grid*, que vai ser auxiliado por um sistema de *nobreaks*, baterias carregadas pela própria energia fotovoltaica que independente das situações, são muitos eficazes e sustentáveis (ALVES, 2019).

Mesmo com toda escalada do sistema fotovoltaico, a matriz energética brasileira ainda é predominantemente proveniente de hidrelétricas, assim como mostra a Figura 1. Segundo Fearnside (2015), a disponibilidade energética torna o Brasil o país mais autossustentável do mundo por utilizar a maior parte de sua geração oriunda de fontes renováveis de energia. Porém, o Brasil ainda fica atrás de países pioneiros em energia solar.

Atualmente no mundo existem mercados mais fortes em atuação na área, dentre eles a China, Estados Unidos, países da Europa e a Índia, consecutivamente. Com grande destaque entre esses está a China, que desponta como a líder no ramo, obtendo o maior número de empresas de fabricação. De acordo com artigo publicado pela SunWise (2022), “os dados compilados pela Global Data estimam o crescimento de vendas despachadas de 63GW [Gigawatts] em 2018 para 80,3GW em 2019 (MOEHLECKE; ZANESCO, 2005), isto é 27% de crescimento”.

Este número cresce em comparativo ao ano de 2022, de acordo a Agência Internacional de Energias (AIE), esse crescimento pode chegar a 30% no mundo, encabeçado por países como China, Alemanha, Japão e Estados Unidos (IETELSOLAR, 2022). Apesar do crescimento considerável no Brasil, a representação no mercado fotovoltaico ainda é considerada baixa, chegando a 2,5% de utilização em sua matriz energética como mostra na Figura 1.

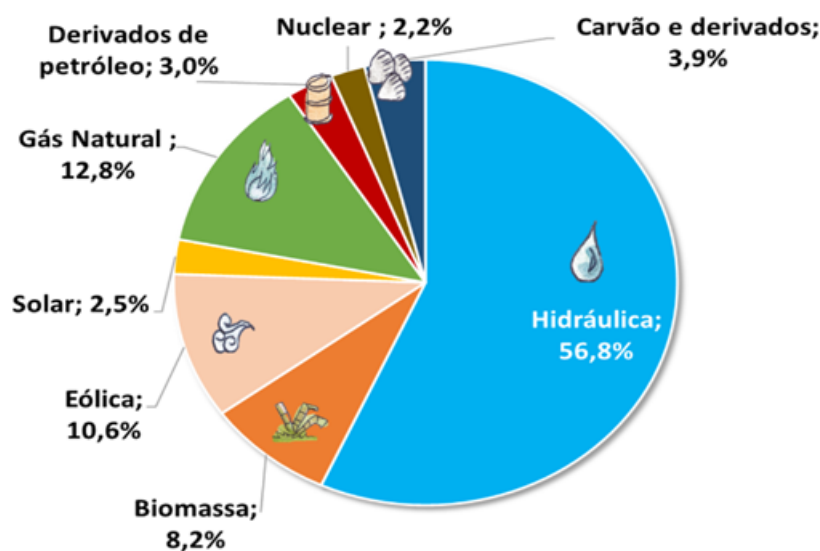


Figura 1. Matriz Energética Brasileira

Fonte: EPE (2008)

É inegável os benefícios e vantagens gerados por esse sistema, que tem dois modelos de produção de energia elétrica, sendo *elas on-grid e off-grid*. A primeira, é a pauta em

questão da taxação do governo brasileiro¹, ao passo que o sistema é interligado a rede elétrica pública, ou seja, no sistema de distribuição da companhia local. Assim toda produção excedente é distribuída na rede e percebida pelo relógio de distribuição, este por sua vez, passa a girar em sentido contrário, gerando um desconto na tarifação (DIAS, 2006).

Já no sistema *off-grid*, a unidade consumidora da usina não depende da rede pública de distribuição, por isso a geração excedente se perde ou é necessário obter um sistema de armazenamento, como um sistema de *nobreaks*. Sistema esse que usa um conjunto de baterias que possibilita carregar a partir da geração fotovoltaica, permitindo assim a utilização da energia elétrica em períodos de baixa produção.

Um sistema fotovoltaico é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente um bloco de armazenamento. Todos interligados entre si, para dar funcionamento ao sistema, o bloco gerador é constituído pelas células fotovoltaicas e cabos elétricos para a distribuição do que é gerado, e os suporte e fixadores (MARINI; ROSSI, 2003).

O bloco de condicionamento de potência, é formado pelos reguladores (C.C-C.C), auxiliado pelo Seguidor de Ponto de Potência Máxima – SPPM, inversores, controladores de cargas (quando há armazenamento) e outros equipamentos de proteção (sistema de aterramento e SPDA), supervisão e controle (PINTO, 2015). Já no sistema *off-grid*, existe o bloco de armazenamento, que apresenta baterias, como acumuladores de energia, ou seja, sistema de *nobreaks* que distribui energia quando a produção de energia cessa em períodos de ausência ou diminuição dos raios solares. (MACEDO, 2006).

Existem dois formatos que se diferenciam no sistema fotovoltaico, um que depende a forma de armazenamento e outro da forma da distribuição. Sendo o sistema *off-grid* o que depende de um banco de baterias para armazenamento da produção, pois não é ligado à rede elétrica de distribuição e não é tarifado para ter uma medição financeira. Logo, a geração de energia é basicamente a mesma a partir de painéis fotovoltaicos, a partir de um material semicondutor como o silício, que permite a captação da luz solar e converte para eletricidade por meio de um fenômeno físico.

Por sua vez, o que caracteriza o sistema *on-grid* é a interligação ao sistema de distribuição de energia, que de acordo com Lei 14.300/22 de energia solar, sancionada em janeiro de 2022 (BRASIL, 2022). Onde tarificará a utilização das redes públicas de distribuição elétrica a partir de 2023, ou seja, terá uma compensação equilibrada entre a tarifa de energia e a tarifa de uso dos sistemas de distribuição, isso somados ao ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e PIS/CONFINS (Programa de Integração Social/ Contribuição para Financiamento da Seguridade Social), além da taxa de iluminação pública (DIAS, 2006).

Em relação aos painéis fotovoltaicos, que sua matéria-prima é encontrada a base de silício, material que possui custo variável dependendo das suas diferentes estruturas, sendo elas: cristalino (monocristalino e policristalino) ou amórficas. Tendo como diferenças as entres a estrutura molecular que para o cristalino é mais espaçado, o que o torna mais eficaz, e o amorfo que não possui essa estrutura espaçada proporcionalmente, necessita de átomos de hidrogênio para estabilizar essas disparidades (GREEN *et al.*, 2013). O funcionamento de um sistema fotovoltaico é totalmente dependente do equipamento em que ocorre o fenômeno inicial para geração elétrica (MARINI; ROSSI, 2003).

¹ “Esses pagamentos são relativos à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, da depreciação dos equipamentos da rede e do custo de operação e manutenção do serviço. Assim, do custo mencionado, esses geradores pagarão: 15% em 2023 e 30% em 2024. 45% em 2025 e 60% em 2026. 75% em 2027 e 90% em 2028” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021).

Pinho e Galdino (2014) citam a significativa eficácia na conversão da radiação solar em energia elétrica, bem difundidos e consolidados no mercado. Para haver um fluxo de elétrons no circuito deve haver a incidência de raios solares no material, logo, uma célula fotovoltaica não consegue armazenar energia, para isso ela precisa de um sistema de armazenamento ou distribuição.

Geralmente é utilizado o silício monocristalino, tendo em vista que a eficiência energética é um pouco mais elevada devido a pureza do material, podendo chegar de 14% a 21% de rendimento dependendo do processo, eficiência que justifica a comercialização em alto custo (HEYWANG; ZAININGER, 2004).

Os inversores de tensão são equipamentos que possuem a função de transformar a corrente contínua em corrente alternada após a captação pela célula. Deixando assim a energia pronta para ser utilizada de acordo com a necessidade de cada local de instalação, logo abastece os circuitos elétricos e o excedente segue pela companhia de energia, no caso *on-grid* ou para carregamento do sistema de *nobreaks* no formato *off-grid* (MACEDO, 2006).

Desde o começo, quando descoberto que é possível transformar a energia solar em energia elétrica a partir de condutores que permitem a circulação dos eletrodos que geram a energia elétrica, entende-se que a eficiência do material é importante para a fluidez do processo.

Porém, atualmente o maior desafio da indústria fotovoltaica é o custo elevado das células, sendo a maior dificuldade para ganhar mercado e difundi-lo em larga escala a fim de tornar a energia solar mais acessível às populações de diferentes classes sociais (MOEHLECKE; ZANESCO, 2005).

No Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica -ABINEE (2022), no acumulado de janeiro a setembro de 2022, o déficit da balança comercial de produtos elétricos e eletrônicos somou US\$ 27,56 bilhões, 9,0% acima do registrado em igual período de 2021 (US\$ 25,28 bilhões).

Essa larga escala de comercialização não inibe a busca por um processo mais rentável de levar o sistema fotovoltaico a atingir maiores resultados e torná-lo mais acessível, procurando políticas de sustentabilidade que desenvolvem maiores integrações com institutos de pesquisa em universidades públicas e particulares para investimentos em estudos que melhorem a eficiência e custo desse sistema.

É inquestionável a importância do avanço das fontes renováveis pelo mundo e no Brasil não é diferente, pela busca incessante de melhorias no setor ambiental e econômico. O Brasil é uma potência mundial em recursos naturais, sua vasta área florestal faz com que as autoridades mundiais tenham maior preocupação com as medidas sustentáveis que o país vem desenvolvendo.

Em seu histórico houve diversos desenvolvimentos na área de sistemas fotovoltaicos, como assevera os relatórios anuais da ABINEE, concordam que durante o período de utilização no Brasil os custos flexibilizaram e tornou-se mais conhecido, tendo uma aderência significativa.

O que explica o aumento na procura até o ano de 2022 onde se tornou Lei a taxaço do uso da microgeração e minigeração de energia, a conhecida “taxação do sol”, que começará a vigorar em janeiro de 2023 e isso aumentou a procura pelo sistema visando a isenção que o plenário brasileiro estabeleceu de até 2045, para os consumidores que instalarem até o fim do ano (BRASIL, 2022). O que pode desacelerar a busca pela instalação do sistema, em contrapartida a taxaço pode viabilizar investimentos em projetos socioe-



conômicos na área fotovoltaica e tornar mais acessível para comunidades carentes, como percebe-se muitos exemplos pelo país.

Um desses exemplos é a publicação do site do governo brasileiro, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações publicado em 2022. Que cita a instalação de usina modelo de energia fotovoltaica no estado do Distrito Federal pela CITInova² que realizou um investimento de R\$4 milhões e deve gerar energia para abastecer parques ecológicos e dez escolas públicas, um projeto de cooperação internacional coordenado pelo Ministério que desenvolve soluções inovadoras para cidades sustentáveis, como o uso de energia solar.

Então para inserção da energia fotovoltaica na sociedade Brasileira, em todas as camadas sociais, o caminho é investimento em pesquisas e estudos que viabilizem a diminuição nos custos, incentivos fiscais na área e mais propagação do conhecimento, como conta uma pesquisa de viabilidade econômica de um microgerador fotovoltaico no Brasil feita pela Instituto de Energia e Ambiente da USP e divulgado pela ABINEE no ano 2015. A pesquisa buscou a viabilidade da microgeração nas capitais brasileiras e constatou, segundo a conclusão de que em maioria das capitais, independente do percentual de autoconsumo, quando a evolução das tarifas está alinhada com a inflação. Já quando o reajuste tarifário de energia elétrica está acima da inflação, há viabilidade em todas as capitais brasileira (BRASIL, 2022).

Para alcançar os resultados a pesquisa baseou-se em matemática financeira e utilizou de cálculos a partir de VPL – Valor Presente Líquido, TIR – Taxa Interna de Retorno e tempo de retorno do investimento, *payback*. Valores estimados em cima da energia gerada pelo sistema fotovoltaico e na curva de autoconsumo do cliente, onde é medido o valor gerado e subtraído pela taxa de autoconsumo.

Portanto, Nakabayashi (2014), notou que para o cenário padrão há viabilidade financeira em todas as capitais com destaque para Belo Horizonte onde a taxa interna de retorno ultrapassa os 25%. Esse cenário fez com que a empresa MRV, instalasse em 2021 uma usina fotovoltaica em Minas Gerais, na cidade de Uberaba, com potencial de geração 1.000.000 kWh por ano, com alto potencial lucrativo, a empresa viabilizou outra usina 1 ano após, agora na Bahia com capacidade de geração de 490 MWh, o suficiente para abastecer a metade da população de Lapão, onde ela está situada.

Os sistemas isolados que já são muito utilizados em áreas rurais, podem ser utilizados em comunidades urbanas ao serem instalados nas residências familiares de classe social baixa que tem o consumo baixo de energia elétrica o que pode ainda gerar excedente, onde irá abastecer a rede.

Na Figura 2, observa-se o esquema de instalação de um SIGFI, em que de acordo com uma pesquisa de consumo da unidade é colocada uma ou duas unidades de células fotovoltaicas, abastecendo os eletrodomésticos e lâmpadas, garantindo o direito de abastecimento elétrico e seu excedente carregando uma bateria ou alimentando a rede pública de abastecimento.

2 O CITInova é um projeto multilateral, realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), com financiamento do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, na sigla em inglês), gestão da ONU Meio Ambiente, e execução de instituições co-executoras.

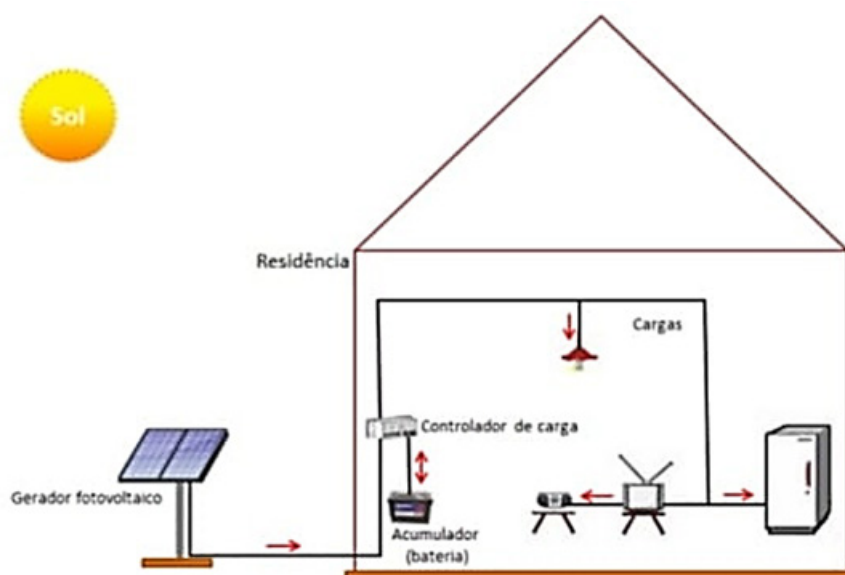


Figura 2. Sistema individual de geração de energia elétrica

Fonte: GTES, 2014

E assim como o projeto “Luz para todos” de acordo com Decreto nº 7.520 (2011), que garante a chegada de energia elétrica para como distantes que podem gerar um elevado impacto tarifário ou eletrificação em assentamentos rurais, comunidades indígenas, quilombolas. A viabilização de projetos na área de recursos naturais em energias renováveis é necessária, pelas diversas vantagens que o sistema apresenta e a eficiência lucrativa, portanto é uma prioridade máxima para a população brasileira.

3. CONCLUSÃO

Os elementos propostos ao longo do trabalho não deixam dúvidas que a energia renovável fotovoltaica é promissora em vários aspectos, no Brasil ainda mais, em consideração toda sua extensão haver incidência de luz solar em boa parte do período diário. Diante dessas vantagens, este mostrou a importância da utilização dessa fonte sustentável e trouxe um tema para ser publicamente discutido, quanto a abrangência do uso dessa tecnologia de geração em todas as classes sociais.

Buscando um entendimento sobre a engenharia fotovoltaica e apresentando elementos que garantem o funcionamento do sistema, percorrendo desde a estrutura das fotocélulas e características da matéria-prima até a montagem dos equipamentos que são detalhados de acordo com suas funcionalidades.

Por fim, apresenta um resumo de exemplos brasileiros a serem seguidos, quanto a exploração desse tipo de geração de energia, que engloba em medidas sociais e privadas ao usufruir a energia fotovoltaica para auxiliar a matriz energética nacional e interagir com a sociedade, buscando a difusão de conhecimento da importância do uso de energias renováveis e a utilização em âmbitos residenciais em todas as esferas da sociedade.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa Nº 9427 de 6 de dezembro de 1996**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19427cons.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.427%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201996.&text=Institui%20a%20Ag%C3%Aancia%20

- Nacional%20de,el%C3%A9trica%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias. Acesso em: 15 jan. 2023.
- ALVES, M. O. L. **Energia Solar:** Estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharel em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** São Paulo: ABINEE, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – ABSOLAR. **Energia solar cresce com diversificação de modelos de implantação.** Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-cresce-com-diversificacao-de-modelos-de-implantacao/>>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- BRASIL. **Lei Nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022.** Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília - DF, 2022.
- DIAS, J. B. **Instalação fotovoltaica conectada à rede:** Estudo experimental para otimização do fator de dimensionamento. Porto Alegre, Brasil: Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PRO-MEC/UFRGS, 2006.
- FEARNSIDE, P. M. **Hidrelétricas na Amazônia:** impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. – Manaus: Editora do INPA, 2015.
- GREEN, M. A.; et al. Solar cell efficiency tables (version 41). **Progress in Photovoltaics: Research and Applications**, v. 21, 2013.
- HEYWANG, W.; ZAININGER, K. H. Silicon: the semiconductor material, in **Silicon: evolution and future of a technology**, P.Siffert, E.F.Krimmel eds., Springer Verlag, 2004.
- IETELSOLAR- **Energia fotovoltaica.** 2022. Disponível em: <https://ietelsolar.com.br/iea-preve-crescimento-de-30-do-uso-de-energia-solar-no-mundo-em-2022/>. Acesso em: 02 dez. 2022.
- ISTO É. **Dinheiro. MRV inaugura usina de energia solar na Bahia.** Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/mrv-inaugura-usina-de-energia-solar-na-bahia/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- MACEDO. W. N. **Análise de fator de dimensionamento do inversor aplicado a sistemas fotovoltaicos conectados à rede.** São Paulo, Brasil: Tese Doutorado, Universidade de São Paulo. Brasil, 2006.
- MARINI, J. A.; ROSSI, L. A. Suprimento de eletricidade por meio de painel fotovoltaico: Programa computacional para dimensionamento. **V CLAGTTE** – Congresso Latino Americano de Geração e Transmissão de Energia Elétrica. São Paulo, 2003.
- MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I. Mercado, física e processamento de células solares. **Metalurgia e Materiais**, v. 61, n. 557, 2005.
- NAKABAYASHI. R. K. **Microgeração Fotovoltaica no Brasil:** Condições atuais e perspectivas futuras. São Paulo, Brasil: Dissertação Mestrado, Universidade de São Paulo. Brasil, 2014.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia paara Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014.
- PINTO, M. A. **Utilização de painéis solares fotovoltaicos no segmento residencial.** 70 f. Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2015.
- RODRIGUES, E. D. **Cientistas do Ceará descobrem que casca de caju pode captar energia solar.** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2022/09/21/no-ceara-pesquisadores-usam-casca-de-caju-para-captar-energia-solar.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- SUNWISE. **As maiores empresas de energia solar do mundo.** 2022. Disponível em: <[Estudos em Engenharia e Inovação - Vol. 06 \(2023\)](https://sunwise-com-br.cdn.ampproject.org/v/s/sunwise.com.br/as-maiores-empresas-de-energia-solar-do-mundo/amp/?amp_gsa=1&_js_v=a9&usqp=mq331AQKKAFArABIIACAw%3D%3D#amp_tf=De%20%251%24s&aoh=16659509851969&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&share=https%3A%2F%2Fsunwise.com.br%2Fas-maiores-emp.> https://sunwise-com-br.cdn.ampproject.org/v/s/sunwise.com.br/as-maiores-empresas-de-energia-solar-do-mundo/amp/?amp_gsa=1&_js_v=a9&usqp=mq331AQKKAFArABIIACAw%3D%3D#amp_tf=De%20%251%24s&aoh=16659509851969&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&share=https%3A%2F%2Fsunwise.com.br%2Fas-maiores-emp.> Acesso em: 14 out. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)



35

GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NO CANTEIRO DE OBRAS

*OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH MANAGEMENT AT THE CONSTRUCTION
SITE*

Carlos Antônio Aguiar Dos Reis¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Devido à exposição dos trabalhadores a diversos fatores de risco, que podem resultar em lesões leves, incapacitações ou até mesmo a morte de um profissional ou mesmo de um número significativo de pessoas em grande escala, a indústria da construção civil é responsável por inúmeras acidentes. Até recentemente, acidentes de trabalho e doenças não eram uma prioridade para as organizações. No entanto, com o passar do tempo, ficou claro que, para garantir melhor produção e estabilidade, era necessário implementar estratégias que proporcionassem melhores condições de trabalho aos trabalhadores. Nesse contexto, a gestão da segurança e saúde no trabalho tornou-se crucial para as empresas, pois essa abordagem sistematizada diminui o risco de acidentes e promove a satisfação e saúde dos funcionários, melhorando os resultados operacionais e a reputação da organização e abrindo portas para novas oportunidades. O objetivo geral deste estudo buscou compreender a importância da saúde e segurança dos trabalhadores que atuam na área da construção civil. A metodologia aplicada nesta pesquisa foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Google Acadêmico. Conclui-se, portanto que o estudo, desenvolvido, foi destacar a importância da gestão da segurança e saúde no trabalho para reduzir o risco de acidentes, promover a satisfação do trabalhador e melhorar os resultados operacionais dentro do canteiro de obras.

Palavras-chave: Segurança do Trabalho. Saúde. Construção Civil. Canteiro de Obras. Prevenção.

Abstract

Due to the exposure of workers to several risk factors, which can result in minor injuries, incapacitation or even the death of a professional or even a significant number of people on a large scale, the construction industry is responsible for numerous accidents. Until recently, work-related injuries and illnesses were not a priority for organizations. However, as time went by, it became clear that, in order to guarantee better production and stability, it was necessary to implement strategies that would provide better working conditions for workers. In this context, the management of safety and health at work has become crucial for companies, as this systematic approach reduces the risk of accidents and promotes employee satisfaction and health, improving operational results and the organization's reputation and opening doors to new opportunities. The general objective of this study sought to understand the importance of health and safety of workers who work in the field of civil construction. The methodology applied in this research was a Qualitative and Descriptive Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites were consulted, such as Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and Google Scholar. It is concluded, therefore, that the study developed was to highlight the importance of managing safety and health at work to reduce the risk of accidents, promote worker satisfaction and improve operational results within the construction site.

Keywords: Workplace safety. Health. Construction. Construction site. Prevention.

1. INTRODUÇÃO

O Gerenciamento da Segurança e Saúde no Trabalho reduz de forma significativa os riscos de acidentes, promove a saúde e contribui para a satisfação dos trabalhadores, melhorando os resultados operacionais e a imagem das organizações. Com a implantação desse processo de gestão específica, a qualidade, a responsabilidade social e o meio ambiente e a segurança do trabalho objetivaram o aumento na qualidade de produtos e serviços, o que ocasionou em um relacionamento melhor com a sociedade e consequentemente um aumento na lucratividade, podendo assim viabilizar as pressões de mercado em vantagens competitivas.

Dentro desse contexto o gerenciamento da segurança e saúde no trabalho tornou-se decisivo para as empresas, uma vez que adoção dessa sistemática reduz os riscos de acidentes e promove a saúde e a satisfação do trabalhador, melhorando seus resultados operacionais e a imagem da organização, criando assim a possibilidade de novas oportunidades. Tal temática ganha mais importância quando se leva em consideração o ambiente e a necessidade das organizações em inserir boas práticas de segurança dentro do ambiente de trabalho.

Diante desse contexto nasce uma problemática a ser analisada Como a gestão da saúde e segurança do trabalho auxilia a garantia que os trabalhadores não sofram acidente dentro do canteiro de obras da construção civil?

O objetivo geral deste estudo buscou compreender a importância da saúde e segurança dos trabalhadores que atuam na área da construção civil. Paralelo a isso, têm-se como objetivos específicos buscaram: conceituar a saúde e segurança no trabalho, estudar os principais acidentes que ocorrem dentro do canteiro de obra da construção civil e definir os principais programas e normas que garantem a saúde e segurança dos trabalhadores na construção civil.

A metodologia aplicada nesta pesquisa foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e Google Acadêmico. Os principais autores consultados foram: Campos (2014), Chirmici (2016) e Ramizzi (2016). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Segurança do Trabalho, Saúde, Construção Civil. Canteiro de Obras e Prevenção.

2. GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NO CANTEIRO DE OBRAS

Na presente revisão foram analisados 35 materiais, entre livros, artigos e revistas que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Dessa forma apenas 18 contribuem para os resultados destacados, onde compreendeu-se sobre os aspectos históricos da segurança do trabalho dentro do canteiro de obras, a segurança do trabalho no trabalho no Brasil, os acidentes que ocorrem dentro do canteiro de obras, principais programas e normas que garantem a saúde e segurança dos trabalhadores na construção civil e EPI e EPC no canteiro de obras



2.1 Aspectos Históricos da saúde e segurança do trabalho

Há inúmeras definições sobre a saúde e segurança no trabalho, mas ambos possuem o mesmo objetivo garantir que o trabalhador tenha segurança na realização de suas atividades. Todo o conjunto de medidas técnicas, leis, médica, administrativas e educacionais tem como principal objetivo prevenir acidentes e doenças ocupacionais (SILVA JUNIOR; CAMBRAIA, 2013).

Para Machado (2015) a segurança no trabalho envolve uma série de medidas que se baseiam em normas técnicas que são auxiliadas por medidas preventivas técnicas médicas e psicológicas que buscam prevenir acidentes dentro do exercício profissional. Essas medidas educam os trabalhadores no ambiente de trabalho ensinando-os técnicas preventivas que evitam acidentes de trabalho e eliminam possíveis condições inseguras.

A saúde e segurança dentro do ambiente de trabalho são obtidas com custo baixo, onde a equipe é trabalhada para garantir sua segurança através de práticas que devem ser desenvolvidas de forma diária contribuindo para melhorar a produtividade e satisfação na realização de atividades. Nesse contexto de modo histórico cita-se que o ser humano ao logo do seu desenvolvimento passou a ter preocupação com a segurança e saúde no trabalho já que a realização de certas atividades requer atenção e cuidado (RAMAZZINI, 2016).

Durante o período do império romano estudos apresentam relatos de que havia proteção médica aos trabalhadores, medidas essas que buscavam a prevenção de acidentes visando à aceleração das atividades. O uso de máscaras, por exemplo, foi feito por Plínio e Rotário par que aos trabalhadores não respirassem a poeira metálica. No período da Idade Média foram criadas associações de trabalho que fizeram um levantamento sobre as doenças profissionais, que deram origem a adoção de novos métodos de higiene do trabalho (CHIRMICI; OLIVEIRA, 2016).

O tempo passou e o trabalhador começou a compreender as suas necessidades, se juntado assim em pequenos grupos que passaram a solicitar aumento de salário e segurança para a realização de certas atividades. A segurança no ambiente laboral foi uma conquista complexa e só se desenvolveu na idade moderna, precisando assim passar por duas grandes guerras mundiais, onde foram contabilizadas perdas irreparáveis (HANAUER, 2015).

2.2 Segurança do trabalho no trabalho no Brasil

O Brasil começou a destacar as questões de saúde e segurança no trabalho surgiu por conta da campanha eleitoral estabelecida por Rui Babosa no ano de 1919, onde este passou a defender leis que priorizasse o bem-estar social e a segurança do trabalhador dentro do ambiente de trabalho. No ano de 1941 foi criada a Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes (ABPA), já a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) foi criada no Decreto Lei N° 5.452/1943 em um capítulo específico que tinha como medida a segurança e a medicina do trabalho (HOBSBAWM, 2011).

No ano de 1967 ocorreu a primeira reformulação na Segurança do Trabalho através da necessidade de criar uma organização denominada Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina no Trabalho (SESMT) que objetivava dar mais ênfase as questões de saúde dos trabalhadores no Brasil. A legislação brasileira onde eram abordadas temáticas sobre as questões trabalhistas surgiu apenas no ano de 1979 através da portaria nº 3.214 que aprovou as Normas Regulamentadoras (NR) para a CLT dando assim destaque as reais necessidades dos trabalhadores (MANGAS; GOMEZ; THEDIMCOSTA, 2008).

As Normas Regulamentadoras por sua vez contribuíram para dar mais segurança às profissões técnicas nas organizações por conta da necessidade de seguirem regras determinadas por lei, assim como reduzir o número de acidentes de trabalho que até então eram descontrolados no país. Sabe-se que foi um período desgastante para muitos empregadores, já que a mão de obra barata resultava em impactos na qualidade de vida do trabalhador (RAMAZZINI, 2016).

2.3 Os acidentes que ocorrem dentro do canteiro de obras

O fator de proteção e saúde do trabalhador já faz parte da metodologia empregada pelas grandes indústrias da construção civil no Brasil, porém os índices de acidentes no país seguem sendo altos. O acidente de trabalho tem impacto forte sobre a previdência brasileira, pois os custos pagos para ao acidentado são pagos pelas empresas nos primeiros 15 dias, após esse período o trabalhador passa a receber o benefício da Previdência Social que corresponde a 70% do salário recebido (SANTOS, 2014).

Segundo Cantisiani e Castelo (2015) os gastos com acidentes de trabalho ficam em torno de 5% do Produto Interno Bruto (PIB), nos países desenvolvidos, já nos países subdesenvolvidos a média chega a 11%, isso porque grandes partes desses países não possuem medidas de segurança no trabalho como algo essencial o que gera o número de ocorrência de acidentes superior. As medidas de segurança e saúde no trabalho em países subdesenvolvidos são vistas como insuficientes logo ocorre porque grande parte dos trabalhadores possuem desqualificação na mão de obra e são imigrantes, o que gera esse transtorno de valores econômicos e sociais (BRIDI, 2013).

2.4 Principais programas e normas que garantem a saúde e segurança dos trabalhadores na construção civil

Os programas de prevenção e as normas regulamentadoras têm como principal objetivo assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores da construção civil, garantindo o direito de preservação dos riscos a que estes ficam expostos. A norma de segurança da construção civil é a NR-18. A NR-18 Condição e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção faz referência a segurança na construção civil por ser aplicada as atividades executadas dentro do canteiro de obras (BRASIL, 2015).

O principal objetivo da NR-18 é o estabelecimento de diretrizes administrativas, assim como o planejamento da organização e a implantação de medidas de segurança e controle dentro da área da construção civil. Logo seus objetivos buscam: garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, criar e implantar mecanismos que detectem riscos nos canteiros de obras, adotar medidas de prevenção e proteção a saúde do trabalhador e definir atribuições e responsabilidades em diversos níveis da obra (JUNIOR, 2013).

Outros programas associados às normas regulamentadoras também contribuem para garantir e assegurar a integridade física dos profissionais da área da construção civil são eles: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA, Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), o Programa de Proteção Respiratória (PPR), Laudo Técnico de Condições de Trabalho (LTCAT) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) (AYRES; CORREA, 2011).

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) é um programa previsto na Norma Regulamentadora NR- 9 que foi implantado pela Secretaria de Segurança e Saúde



do Trabalho, que faz parte do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). O principal objetivo desse programa é estabelecer medidas que contribuam para a redução e o controle dos riscos ambientais para que assim seja preservada a integridade física e mental dos trabalhadores (CAMPOS, 2014).

O PPRA atua de forma rápida e antecipada através do reconhecimento de ocorrências de riscos ambientais que possam a vir a existir dentro do ambiente de trabalho, que necessitam de uma proteção mais rápida e um controle determinante. O uso desse programa é independente da área de atuação do profissional, sendo ele necessário e essencial para assegurar medidas protetiva onde não a implantação gera multa (CATAI, 2014).

O Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) é classificado como um programa que busca estabelecer medidas preventivas relativas à segurança e a saúde do trabalhador, que fazem parte da indústria da construção. Esse programa é regulamentado pela NR-18 do Ministério do Trabalho que determina uma sequência de procedimentos que devem ser adotados do início ao fim da obra, tendo como objetivo antecipar possíveis riscos e evitar a ocorrência de acidentes nos canteiros (WELTER, 2014).

O PCMAT é obrigatório em estabelecimentos que contenham mais de vinte profissionais, sendo esses aspectos instituídos pela NR-18. Seu processo de estabelecimento só pode ser feito por profissionais qualificados e habilitados na área da segurança do trabalho. O uso desse programa busca garantir ações preventivas, assim como a integridade física e a saúde do trabalhador da construção civil. As pessoas que atuam de forma direta ou indireta na realização de obras ou serviços voltados para a área fazem parte do quadro do programa (BARBOSA, 2018).

Outro programa que faz parte desse contexto é o Programa de Proteção Respiratória (PPR), sendo este um programa de segurança do trabalho que busca estabelecer um conjunto de medidas para o processo de controle e proteção de doenças ocupacionais que são provocadas por conta de risco de inalação de materiais em suspensão como poeiras, fumos, fumaças, vapores e gases. O objetivo desse programa é manter o controle correto do uso dos equipamentos de proteção respiratória (EPR), garantindo assim uma proteção completa do trabalhador e evitando danos a sua saúde (JUNIOR, 2013).

2.5 EPI e EPC no canteiro de obras

Durante todos os processos realizados dentro do canteiro de obras o uso de equipamentos de proteção individual e coletivo é obrigatoriamente necessário, sendo estes instruídos por normas e leis que asseguram a saúde e segurança dos trabalhadores dentro do canteiro de obras. Esses equipamentos são instrumentos que servem como barreiras entre o perigo a qual o trabalhador fica exposto, todas essas medidas de segurança devem ser tomadas dentro do canteiro de obra através do uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) e Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) (BRASIL, 2015).

O Equipamento de Proteção Individual (EPI) é classificado como dispositivo ou produto que deve ser utilizado pelo trabalhador sendo este destinado a proteção de riscos que podem causar danos a segurança e a saúde do trabalhador. O uso desses equipamentos deve ser feito quando não foi possível implantar medidas que possam eliminar os riscos presentes nas atividades, ou seja, quando o método de proteção coletiva não for suficiente (AYRES, 2011).

Os tipos de EPI's variam de acordo com o tipo de atividade realizada que pode ame-

açar a saúde e a segurança do trabalhador e parte do corpo que este pretende proteger como: proteção auditiva, proteção contra quedas, proteção de pernas e pés, proteção de mãos e braços, proteção da cabeça, proteção visual e facial e proteção respiratória. Esses equipamentos devem ter fabricação nacional ou internacional seguindo as exigências das normas regulamentadoras (JUNIOR, 2013).

Os Equipamentos de Proteção Individual asseguram a proteção ao trabalhador, buscando garantir a manutenção de sua saúde física e proteção contra os riscos de possíveis acidentes ou doenças que ocorrem dentro do ambiente de trabalho, reduzindo custos para o empregador. As empresas estabelecem programas e treinamentos que custeiam o uso desses equipamentos, através do uso contínuo visando garantir a segurança e a proteção de seus colaboradores (BARBOSA, 2011). Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) são equipamentos fornecidos pelas empresas com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos que são fornecidos pelo ambiente de trabalho de modo coletivo. Logo esses equipamentos buscam assegurar e garantir a saúde e segurança do trabalho de um grupo de trabalhadores que executam uma determinada atividade (BRIDI, 2013).

Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) tem como objetivo prevenir os trabalhadores ou terceiros que estejam transitando pelo ambiente de trabalho de qualquer tipo de acidente que possa vir a ocorrer, reduzir os riscos de qualquer tipo de acidente que possa vir a ocorrer e minimizar os danos causados a produtividade por conta dos acidentes que ocorrem durante o percurso (CATAI, 2014).

Esses equipamentos devem ser instalados nos postos de trabalho (canteiros de obras), podendo ser fixos ou móveis, variando de acordo com o tempo de atividade realizada. A lista de riscos a qual o grupo de trabalhadores fica exposto é extensa por isso a necessidade de reduzir esses impactos com uso desses equipamentos, com o uso de: kits de primeiros socorros, sinalizações, isolamento acústica, detectores de fumaça e *sprinkles*, redes de proteção, guarda-corpo, corrimão, exaustores, sistemas de ventilação e capela química (CANTISIANI; CASTELO, 2015).

O uso desses equipamentos é apresenta a questão que tem ligação direta com a resistência a mudanças é a forma de comportamento dos colaboradores dentro das empresas. A mudança assusta e em alguns casos causa até uma má impressão. Se o colaborador não compreende o lado da empresa em melhorar sua qualidade de vida, é praticamente impossível aplicar os planos de ações voltados à qualidade de vida no trabalho o que garante boas condições para a realização de suas atividades (SILVA, 2011).

A adoção desses equipamentos é fundamental para assegurar possíveis impactos causados a saúde e segurança dos trabalhadores. É um procedimento de prevenção e promoção a saúde desses profissionais, que deve ser priorizada garantindo assim melhores condições de trabalho e assegurando a manutenção de seus equipamentos de proteção que são estabelecidos por lei e necessários para melhorar a qualidade de vida e de sobrevivência.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inúmeras mortes, doenças e deformidades sofridas por trabalhadores ao longo da história da humanidade estiveram direta ou indiretamente relacionadas aos seus ambientes de trabalho. As atividades laborais incluem desde o início riscos potenciais, que podem se manifestar como lesões que comprometam a integridade física ou a saúde do trabalhador. A saúde e a segurança no trabalho têm se destacado neste contexto como uma preocupa-



ção dos gestores devido aos riscos a que seus empregados estão expostos.

Compreendeu-se que os acidentes de trabalho são frequentes e, na grande maioria das vezes, decorrem dos riscos adicionais e atos inseguros a que estão expostas as vítimas. O sistema de gestão da segurança do trabalho foi utilizado nas empresas para melhorar a gestão do ambiente de trabalho e do processo produtivo, pois orienta os funcionários sobre como evitar acidentes e doenças ocupacionais. O sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho passou a ser referido como um conjunto de iniciativas que utilizam políticas, procedimentos e programas dentro do ambiente de trabalho, onde a garantia da segurança e proteção do trabalhador é fundamental para a redução dos acidentes de trabalho.

Como resultado, pode-se dizer que o estudo aqui desenvolvido buscou destacar a importância da gestão de segurança e saúde no trabalho dentro do canteiro de obras como forma de reduzir o risco de acidentes, promover a saúde e aumentar a satisfação do trabalhador, além de melhorar os resultados operacionais e a reputação de uma organização. Com a implantação desse processo específico de gestão, a qualidade, a responsabilidade social, a responsabilidade ambiental e a segurança do trabalho buscaram a melhoria da qualidade dos bens e serviços. Isso levou a um melhor relacionamento com a sociedade e, por sua vez, a um aumento da lucratividade, viabilizando as pressões do mercado.

Referências

- BARBOSA FILHO, Antônio Nunes. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BARBOSA, P. R. B.; R. P. **Segurança do Trabalho Guia Prático e Didático**. [S.l.]: Saraiva Educação S.A., 2018.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legisla%C3%A7%C3%A3o/normas-regulamentadoras-1.htm> . Acesso em: 20 mar. 2023.
- BRIDI, M. E. et al. **Identificação de práticas de gestão da segurança e saúde no trabalho em obras de construção civil**. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 43-58, set. 2013.
- CAMPOS, A. **CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes: uma nova abordagem**. 22ª ed. São Paulo: SENAC São Paulo, 2014.
- CANTISIANI, Alípio Ferreira, CASTELO, Ana Maria. O perfil dos trabalhadores da Construção Civil. **Revista Conjuntura da construção**. Março. Rio de Janeiro: FGV, 2015.
- CATAI, Rodrigo Eduardo. **Apostila de Gerência de Riscos**. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. UTFPR. Curitiba, 2014.
- CHIRMICI, A.; OLIVEIRA, E. A. R. D. **Introdução à Segurança e Saúde no Trabalho**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. ISBN 978-85-277-3059-4.
- HANAUER, P. M. **Proposta de adequação de um torno universal a NR12. 2015**. 55 f. TCC (Graduação) - Curso Bacharel em Engenharia Mecânica, Faculdade de Horizontina, Horizontina, 2015.
- HOBSBAWM, E. J. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2011.
- MACHADO, Ane Graziela Stahlhöfer. **Meio ambiente de trabalho na construção civil: uma análise dos princípios do direito ambiental**. Dissertação de mestrado. Universidade de Caxias do Sul. 2015.
- MANGAS, R. M. do N.; GOMEZ, C. M.; THEDIMCOSTA, S. M. da F. **Acidentes de trabalho fatais e desproteção social na indústria da construção civil do Rio de Janeiro**. *Rev. bras. Saúde ocup.*, São Paulo, v. 33, n. 118, p. 48-55, dez. 2008.
- RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. Tradução de Raimundo Estrêla. 4ª. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016.
- SANTOS, Zelãene dos. **Segurança no Trabalho e Meio Ambiente. NR-6 Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Coletiva (EPC)**. 2014. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/NR-6_BLOG.pdf . Acesso

em: 10 mar. 2023.

SILVA JUNIOR, D. C.; CAMBRAIA, F. B. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 29-41, set. 2013.

SILVA, André Luiz Cabral da. **A Segurança do Trabalho Como Uma Ferramenta Para a Melhoria da Qualidade**. 2011. 147 f. Santa Maria (Rio Grande do Sul). Dissertação [Mestrado em Engenharia de Produção] – Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Tecnologia; 2011.

WELTER, Lara Borges. **Sistema de gestão saúde do trabalhador, proposta modelo para aplicação na construção civil**. 2014. 63 f. Ijuí (Rio Grande do Sul). 32 Monografia [Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho] – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias; 2014.



ENGENHARIA QUÍMICA





36

PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO E DESMINERALIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR PARA CALDEIRA DE ALTA PRESSÃO

*SEAWATER DESALINATION AND DEMINERALIZATION PROCESS FOR HIGH
PRESSURE BOILER*

Alexsandra Ingrid Corrêa Sanches¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Orlando Benício Santos²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Compreende-se que na Terra existem vários ecossistemas e as diferentes formas de vida são dependentes da água. Com o passar do tempo existe uma preocupação maior com o meio ambiente, isso faz com que empresas busquem alternativas para diminuir o impacto na natureza como a utilização da água do mar. Este trabalho de pesquisa descreve o processo de desmineralização recomendável para águas utilizadas nas caldeiras, o que visa praticamente remover a totalidade de íons presentes na água, além disso este artigo apresenta o processo de dessalinização, onde a água salgada passa através de membranas, no qual consiste em aplicar sobre uma solução (água salgada) uma pressão superior à sua pressão osmótica contra uma membrana semipermeável, fazendo com que somente a água (sem sal) passe pela membrana deixando retido íons de sais. Para atingir os objetivos deste trabalho, fez-se o uso de autores renomados no assunto, como: Cuda *et al.* (2006) e Oosterom (2000). Portanto é importante destacar os parâmetros permitidos da água de acordo com cada fabricante de caldeira, pois a água é o principal fluido usado nas empresas de cogeração de energia elétrica, as termoelétricas utilizam caldeiras de alta pressão onde requerem água de melhor qualidade para a geração de vapor, com o objetivo de melhorar o seu rendimento e garantir a segurança operacional dos sistemas.

Palavras-chave: Água desmineralizada, Leito misto, Osmose reversa, Resinas catiônicas, Resinas aniônicas.

Abstract

It is understood that on Earth there are several ecosystems and the different forms of life are dependent on water. With the passage of time there is a greater concern with the environment, this makes companies look for alternatives to reduce the impact on nature such as the use of sea water. This research paper describes the demineralization process recommended for water used in boilers, which aims to practically remove all ions present in the water, in addition this article presents the desalination process, where salt water passes through membranes, which consists of applying on a solution (salt water a pressure higher than its osmotic pressure against a semipermeable membrane, causing only water (without salt) to pass through the membrane leaving retained salt ions. To achieve the objectives of this work, we used renowned authors on the subject, such as: Cuda *et al.* (2006) and Oosterom (2000). Therefore it is important to highlight the allowed parameters of water according to each boiler manufacturer, because water is the main fluid used in electric power cogeneration companies, thermoelectric plants use high pressure boilers where they require better quality water for the generation of steam, in order to improve their performance and ensure the operational safety of the systems.

Keywords: Demineralized water, Mixed bed, Reverse osmosis, Cationic resins, Anionic resins.

1. INTRODUÇÃO

O planeta é constituído em maior parte por águas, por isso é fácil pensar que é mais do que suficiente para a existência e sobrevivência das diferentes formas de vida. Ocupa “cerca de 70% de sua superfície terrestre e está na natureza nas formas sólida, líquida e gasosa; desse percentual de água, 97,3% estão acumulados nos oceanos na forma de água salgada e apenas 2,7% representam a água doce distribuída: calotas polares (77,2%), lagos e pântanos (0,35%), atmosfera (0,04%) e rios (0,01%)” (LEME, 2014).

A água possui extrema relevância no contexto socioeconômico, onde um grande volume é destinado às indústrias nas suas diversas aplicabilidades. Com a escassez da disponibilidade de água doce e o aumento da demanda de água industrial no Brasil, devido a diversos segmentos e em especial a expansão do mercado brasileiro na cogeração de energia elétrica proveniente das termoelétricas, nas quais visam a sustentabilidade das gerações futuras, sendo uma das alternativas é fazer uso do recurso mais abundante que é a água do mar, substituindo a água doce considerada finita por especialistas.

A operação segura e eficiente de uma caldeira de alta pressão (acima de 55 bar) é dependente da qualidade da água disponível para alimentação, pois evita que a caldeira sofra danos mecânicos e que haja reposição de água com muita frequência. Conforme Sperling (2005), o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H_2O , isto porque a água em decorrência das suas propriedades de solvente e da sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem sua qualidade. Sabe-se que a água do mar é composta por diferentes tipos de substâncias provenientes de diversas fontes, essas substâncias podem ser classificadas em dissolvida e em particulada. O termo dissolvida ou material dissolvido é definido como a fração que passa conjuntamente com a água, através de uma membrana filtrante de 0,45 μm de porosidade no qual inclui os coloides, solutos (sais, nutrientes, metais) e gases; já o termo particulada ou material particulado é o que fica retido na membrana, sendo classificado como partículas em suspensão inorgânicas (quartzo, feldspatos, argilominerais) e partículas em suspensão orgânica (fitoplâncton, detritos, detritos de organismos mortos) (WEBB, 2004).

Segundo Millero (2002), existem mais de 70 elementos químicos dissolvidos na água do mar, porém poucos ocorrem em elevadas concentrações outros em baixas concentrações e até traços são encontrados. Para que esses elementos sejam minimizados ou até retirado em sua totalidade é imprescindível a utilização de processos de dessalinização através de membranas combinado com o processo de desmineralização são fundamentais para produzir água de altíssima pureza que será utilizada nas caldeiras de alta pressão.

Diante do exposto podemos pensar de que modo os processos de tratamento da água do mar influenciam na qualidade da água das caldeiras de alta pressão e quais as implicações?

Portanto, este trabalho tem como objetivo geral descrever os processos de dessalinização (Osmose Reversa) e desmineralização (Trocadores de Íons) aplicados ao tratamento da água do mar e especificamente entender os principais parâmetros físico-químicos adequados aos processos e comparar com a especificação da qualidade da água desmineralizada (água de alimentação) das caldeiras de alta pressão com os padrões estabelecidos pelos próprios fabricantes, visando uma melhor qualidade para a geração de vapor, bem como melhorar o seu rendimento e garantir a segurança operacional dos sistemas, além de preservar os equipamentos contra incrustação, corrosão, depósitos e arraste.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão Bibliográfica, onde foram pesquisados livros, dissertações, manuais e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, sites do Google, Scielo, Portal Capes etc.). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos trinta anos. As palavras chaves utilizadas na busca foram: tratamento de água do mar, dessalinização, desmineralização, osmose reversa, troca iônica, leito misto e caldeiras de alta pressão.

2.2 Resultados e Discussão

Em usinas termelétricas a operação segura e eficiente de uma caldeira de alta pressão depende da qualidade da água disponível para alimentação. A demanda da qualidade da água para caldeiras varia de acordo com seu tipo e a pressão de trabalho, onde pode ser usada no reciclo (aproveitamento do condensado) ou na reposição da alimentação (denominada água de make up), para repor as perdas pelas purgas (CUDA *et al.*, 2006).

Segundo Oosterom (2000), processos gerais por todo o mundo que dizem respeito à água para caldeira ou água desmineralizada consistem em destilação, troca iônica ou osmose reversa em combinação com troca iônica. Estes processos removem sólidos dissolvidos até serem atingidos níveis de qualidade restritos.

De acordo com a Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos e publicados no Código ASME, os parâmetros da qualidade da água utilizada nas caldeiras de alta pressão deve seguir o que é apresentado na Tabela 1.

Parâmetro	Água de alimentação
Oxigênio dissolvido (mg/L)	<0,007
Fe (mg/l)	≤ 0,01
Cu (mg/l)	≤ 0,01
Dureza (mg/l)	0
pH	8,8 – 9,6
Compostos orgânicos totais (mg/L)	< 0,2
Compostos oleosos (mg/L)	< 0,2
Parâmetro	Água da caldeira
Sílica (mg/l)	≤ 2
Condutividade (μS/cm)	≤ 150
Parâmetro	Vapor
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	< 0,05

Tabela 1. Características de qualidade para água desmineralizada

Fonte: ASME (1994)

Conforme essa determinação do Código ASME a água que está na caldeira pode recircular até 100 vezes, ou seja, a caldeira de alta pressão pode ter até 100 ciclos. Assim, os valores determinados como limite para água da caldeira devem ser no máximo 100 vezes maiores que os da alimentação, uma vez que estes valores serão concentrados. A água do mar é muito rica em cloreto de sódio solúvel, areia suspensa e lodo tornando-a ligeiramente turva. Pela classificação dos elementos químicos o hidrogênio, oxigênio, cloro, sódio, en-

xofre, magnésio, cálcio, potássio, carbono, bromo, estrôncio, boro e flúor são considerados de concentração elevada e os íons formados por estes elementos compõem a salinidade da água do mar, no entanto os elementos de concentração baixa engloba o lítio, rubídio, molibdênio, silício, nitrogênio, fósforo e iodo. Já os elementos considerados como traços no oceano são os metais, incluindo manganês, ferro, cobre, níquel, cobalto e zinco. Veremos no Quadro 1 uma extensa lista de impurezas solúveis e suspensas encontradas na água, bem como suas dificuldades causadas no sistema e o meio de tratamento a ser aplicado para uma melhor qualidade do fluido.

CONSTITUINTE	FÓRMULA QUÍMICA	DIFICULDADES CAUSADAS	MEIO DE TRATAMENTO
Turbidez	não expresso na análise como unidades	confere uma aparência desagradável à água, depósitos em linha de água.	coagulação, sedimentação e filtração.
Dureza	sais de cálcio e magnésio, expresso como CaCO_3	principal fonte de escala em equipamento de troca de calor, caldeiras, tubulações e etc.	desmineralização, tratamento interno da água da caldeira, agentes tensoativos.
Alcalinidade	bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) e hidróxido (OH^-), expresso como CaCO_3	espuma e transporte de sólidos com vapor; fragilização do aço da caldeira, bicarbonato e carbonato produzem CO_2 o vapor, uma fonte de corrosão nas linhas de condensado.	cal e amolecimento de cal-soda; tratamento ácido; desmineralização desalkalização por troca aniônica.
pH	concentração de íons de hidrogênio definida como: $\text{pH} = \text{registro } 1/(\text{H}^+)$	o pH varia de acordo com sólidos ácidos ou alcalinos na água; a maioria das águas naturais tem um pH de 6,0-8,0.	o pH pode ser aumentado por álcalis e diminuído por ácidos
Sulfato	SO_4^{2-}	adiciona ao conteúdo de sólidos da água, mas por si só geralmente não é significativo, combina com cálcio para formar a incrustação de sulfato de cálcio.	desmineralização, osmose reversa, eletrodialise, evaporação.
Cloreto	Cl^-	aumenta o caráter corrosivo de água.	osmose reversa, eletrodialise, evaporação.
Nitrato	NaO_3^-	adiciona ao conteúdo de sólidos da água, mas por si só geralmente não é significativo industrialmente, útil para controle de fragilização do metal da caldeira.	desmineralização, osmose reversa, eletrodialise, evaporação.
Sódio	Na^+	adiciona ao teor de sólidos da água: quando combinado com OH^- , causa corrosão em caldeiras sob certas condições.	desmineralização, osmose reversa, eletrodialise, evaporação.
Silica	SiO_2	escala em caldeiras e sistemas de refrigeração de água; depósitos insolúveis nas pás da turbina devido à vaporização da sílica.	remoção do processo quente e morno por sais de magnésio; adsorção por resinas de troca aniônica altamente básicas, em conjunto com desmineralização, osmose reversa, evaporação.
Ferro	Fe^{2+} (ferroso) Fe^{3+} (férrico)	fonte de depósitos em linha de água, caldeiras etc.	aeração; coagulação e filtração; troca catiônica; filtração de contato e agentes tensoativos para retenção de ferro.
Alumínio	Al^{3+}	presente como resultado do transporte de flocos do clarificador; pode causar depósitos em sistemas de resfriamento e contribuir para escalas de caldeira complexas.	clarificador e operação de filtro apropriados.
Sólidos dissolvidos	nenhum	refere-se a quantidade total de matéria dissolvida, determinada por evaporação; altas concentrações são questionáveis devido à interferência do processo e como causa da formação de espuma em caldeiras.	amolecimento da cal e troca catiônica por zeólita de hidrogênio; desmineralização, osmose reversa, eletrodialise, evaporação.
Sólidos suspensão	nenhum	refere-se à matéria não dissolvida, determinada gravimetricamente; depósitos em equipamentos de troca de calor, caldeiras, linhas de água, etc.	subsistência; filtração, geralmente precedida por coagulação e sedimentação.
Sólidos totais	nenhum	refere-se à soma de sólidos dissolvidos e suspensos, determinada gravimetricamente.	veja sólidos dissolvidos e sólidos suspensos.

Quadro 1. Impurezas comuns encontrada na água

Fonte: SUEZ (2021)



Importante ressaltar que o tratamento inicial dado a água do mar após a sua captação serve para reduzir as impurezas mais grosseiras, tais como turbidez, sólidos em suspensão e material orgânico. Esse pré-tratamento (coagulação/floculação, decantação e filtração) aplicado na água de alimentação para osmose reversa é fundamental para minimizar o *fouling* nas membranas (sedimento de partículas finas ou presença de colóides orgânicos ou algas que se acumulam na superfície das membranas) ocasionando perda do fluxo de permeado (BAKER, 2004).

Deve-se levar em consideração que a qualidade da água do mar pode variar muito com a época do ano e as condições do clima local; com maior turbidez e sólidos suspensos durante as épocas chuvosas, essas variações nos resultados é observado também nos intervalos de maré alta e maré baixa, como mostrado na Tabela 2.

Parâmetros	Unidade	Água salina			
		Maré Baixa		Maré Alta	
		Valor	Desvio padrão	Valor	Desvio padrão
Condutividade	mS/cm	42,71	0,01	43,47	0,03
Turbidez	NTU	176,7	1,53	146,33	1,53
Silica reativa	mg/L	3,67	0,11	3,49	0,04
Cor aparente	UC	641	4	511	7
Cor real	UC	54	7	43	4
Salinidade	%	35,6	0,2	35,5	0,3
Dureza total	mg/L	6010	84,1	5905	75
Magnésio	mg/L	1235,8	36,9	1217,1	58
DQO	mg/L	24	3	31	2
Alcalinidade	mg/L	114,3	1,2	117	1,7
Sólidos totais	mg/L	45811	2688	44731	3569
Sólidos Suspensos totais	mg/L	236	29	328	68
Sólidos Dissolvidos totais	mg/L	45575	2702	44403	4931
pH	-	7,39	0,01	7,41	0,02
Carbono orgânico dissolvido	mg/L	4,4	0,3	4,6	0,2
Alumínio	mg/L	0,02	0,001	0,021	0,001
Sódio	mg/L	10547	250	10520	220
Potássio	mg/L	413	32	399,5	30
Cálcio	mg/L	372,3	30,2	361,1	12
Cloreto	mg/L	19717	136	19627	160
Sulfato	mg/L	2496,9	10	2351,8	80

Tabela 2. Caracterização da água do mar

Fonte: APHA (2012)

O processo de dessalinização abordado neste estudo será o sistema de osmose reversa, no qual consiste em aplicar sobre uma solução (água salgada) uma pressão superior à sua pressão osmótica contra uma membrana semipermeável, deixando que o líquido se desloque do lado com maior concentração de sais para o de menor concentração (ou seja, mais pura), revertendo o processo natural de osmose, sendo o termo “osmose” introduzido por Dutrechet na década de 1820, para caracterizar o fluxo de líquido através de uma barreira (SONG, 2003).

O processo de osmose reversa resume-se em fazer a água previamente filtrada na ETA, passar por dispositivo normalmente cilíndrico denominado permeador, onde os sais presentes na água são retidos por membranas seletivas, sua configuração mais comum para purificação da água é o elemento de membrana espiral, conforme Figura 1.

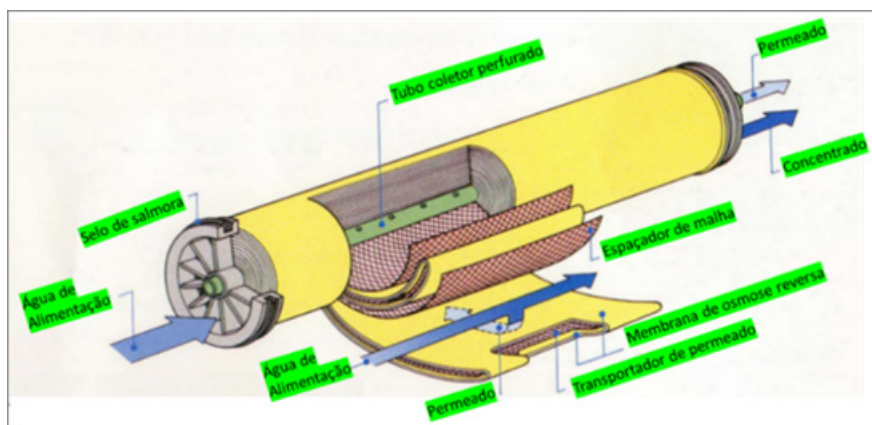


Figura 1. Modelo de membrana espiral

Fonte: SUEZ (2021)

Atualmente, de acordo com Dow Water & Process Solutions (2017) existem dois tipos de membranas no mercado, sendo uma membrana de acetato de celulose e a outra membrana de poliamida aromática. As diferenças entre elas podem ser observadas na Tabela 3.

Características da Membrana	Acetato de Celulose (AC)	Poliamida (PA) de Compósito de Película Fina (TFC)
pH Operacional	5,0-6,5	2,0-11,0
Pressão de Alimentação (água salobra)	>400 psig (2,8 MPag)	<300 psig (2,1 MPag)
SDI Máximo-15	5	5
Taxa de fluxo	12-16 gfd* (0,5-0,7 m ³ /m ² /d)	15-20 gfd* (0,6-0,8 m ³ /m ² /d)
Resistência às bactérias	Baixa	Excelente
Tolerância de cloro	0,1-1,0 ppm	0,0 ppm
Estabilidade física	Boa	Melhor
Limite de temperatura	104°F (40°C)	113°F (45°C)
Típica rejeição de sal	90-96%	>99%
Hidrólise da membrana	Baixa	Nenhuma
Compactação em 3 anos	20%	Nenhuma

*gfd = gal/ft²/Day

Tabela 3. Comparação de Membranas AC x PA

Fonte: Dow Water & Process Solutions (2017)

Observa-se que a membrana de PA tem uma característica de carga negativa que pode atrair e unir certos depositantes para sua superfície, elas podem ser degradadas por agentes oxidantes, como cloro. Uma vez que os biocidas à água comuns são agentes oxidantes, isto apresenta um problema potencial. Já as membranas de AC são susceptíveis à decomposição pela hidrólise devido a pH extremos. Durante a hidrólise, os grupos de acetato se quebram, e a membrana perde suas características de rejeição.

A eficiência do processo depende de parâmetros operacionais, das características da membrana e da água de alimentação (MALAEB; AYOUB, 2011), pois o projeto do equipamento para melhorar o desempenho das membranas requer as instalações, filtros multimedia para baixar a turbidez menor de 0,5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit – Unidade de Medição da Turbidez) e filtro cartucho montado junto ao sistema com objetivo de remover partículas maiores que 5 microns.

A capacidade do sistema de osmose reversa se dá através dos Estágios, Passo e Arranjos, onde o Estágios é o número de vezes que a corrente de alimentação/concentrado é desmineralizada (incrementa a recuperação do sistema); o Passo é o número de vezes que

a corrente de permeado é desmineralizado (incrementa a qualidade do permeado) e o Arranjo é a configuração dos tubos de pressão (estágio/passos). A Figura 2, ilustra um arranjo de dois estágios (3x2), 5 tubos de pressão, se cada tubo de pressão contém 6 elementos, então terá um total de 30 elementos de membranas.

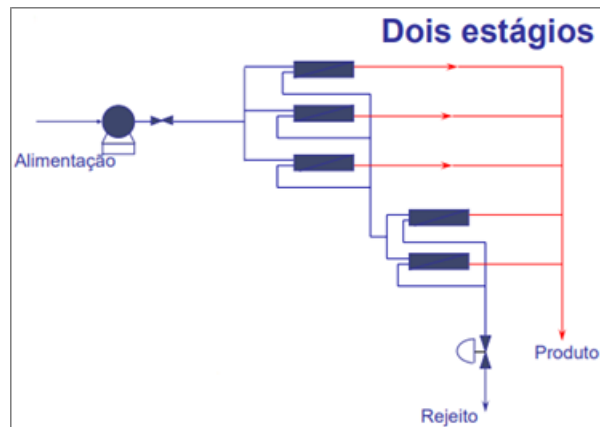


Figura 2. Arranjo de dois estágios

Fonte: SUEZ (2021)

Estudos mostram que o controle geral da unidade operacional do sistema de osmose reversa, deve ser realizado avaliando a pressão a montante e jusante, a pressão entre estágio, a temperatura, a vazão de permeado de cada estágio e a vazão de rejeito, índice de Langelier que é o índice de incrustação da água pré tratada ou SDI (do inglês, silt density index, que significa índice de sedimentação de coloides) que é o parâmetro para prevenir o entupimento das membranas.

Outro ponto considerado importante levantado nos estudos é o termo deposição usado na indústria de membranas, no qual descrever a perda de desempenho da membrana causado por contaminantes da água, tais como lodo, sólidos suspensos, e microrganismos, que não dependem de sua concentração. Isto é para distinguir deposição de formação de incrustação, que ocorre quando a concentração de um sal dissolvido excede seu limite de solubilidade, permitindo que a quantidade de cristais de sais cresça possibilitado grudar na superfície da membrana ou no material de espaçamento entre os envelopes da membrana. Exemplos do que foi mencionado estão os níveis baixos de bário ou estrôncio na água de alimentação, pois devido a sua baixa solubilidade podem causar incrustação na membrana. Já o carbonato de cálcio (CaCO_3) e sulfato de cálcio (CaSO_4) são precipitados típicos formados, sais de sílica frequentemente identificados em depósitos de membrana.

As literaturas mostram que alguns critérios para realizar a limpeza química das membranas vai depender do projeto do equipamento, pode ocorrer quando a vazão normalizada reduzir 10% ou a pressão diferencial aumentar 10-15%, ou a passagem de sais normalizada aumentar 5-10% ou realizar limpeza preventiva programada. Na limpeza química aplica-se soluções de limpeza ácidas e alcalinas, sendo que as soluções ácidas removem incrustações minerais, incluindo ferro, enquanto as alcalinas removem contaminações por coloides orgânicos e microrganismos. A etapa da limpeza inclui rinsagem com permeado, preparo da solução, deslocamento a baixa vazão, recirculação a baixa vazão, imersão, recirculação a alta vazão, drenagem, rinsagem a alta vazão, pré-operação e alinhamento.

Mohammadi *et al.* (2002) investigaram o efeito de diferentes fatores hidrodinâmicos na performance da osmose reversa, para dessalinização da água do mar. Observou-se que o aumento da temperatura contribui para o aumento da velocidade transmembrana, da pressão e do fluxo do permeado, bem como o fouling na membrana também aumenta.

Dudley e Darton (1997) investigaram controle de *biofouling* em membranas para dessalinização e demonstraram que existe grande variação de pressão no primeiro estágio, antes e após limpeza química. Este fato constitui uma das desvantagens do sistema, além do alto custo e da necessidade de se operar com vários permeadores em paralelo para obtenção de uma vazão razoável.

No estudo da aplicação da osmose reversa na dessalinização da água do mar, para alimentação de caldeiras, os autores Cuda *et al.* (2006) analisaram as características da água antes do tratamento, sendo que ela continha concentrações de 124 mg/L de dureza e 5 mg/L de sílica, e ainda que, a concentração de sais dissolvidos na água do mar varie geograficamente, a proporção entre os íons é praticamente a mesma em todos os mares e oceanos, isso reforça o quanto é eficiente esse sistema de membranas, trazendo segurança para etapas posteriores que necessitam de água com certas especificações para que a vida útil do próximo sistema seja aumentada.

Após o processo de dessalinização é necessário realizar o “polimento” da água, no qual é obtida através do processo de desmineralização pelo sistema de trocadores de íons. Entretanto, tornou-se necessário modificar o processo de desmineralização padrão para aumentar a pureza da água tratada.

Segundo alguns autores, as melhorias mais significativas na pureza da água desmineralizada foram produzidas por trocadores de leito misto. Constituídos de material angular, rigorosamente insolúvel em água, e que contém em sua molécula radicais de função catiônica e aniônica misturada em um único recipiente, suscetíveis de permutar com íons de mesma natureza existentes na água a tratar.

O trocador de leito misto (Figura 3), é um tanque de câmaras distintas que consiste em um processo químico onde os íons das resinas são substituídos pelos íons de maior valência presente no líquido a ser tratado, este processo é dividido basicamente em dois passos envolvendo resinas aniônicas e catiônicas fortes servindo como elementos de polimento final e de segurança para a caldeira, absorvendo qualquer resíduo de sais oriundas das unidades de osmose reversa (DOW Water & Process Solutions, 2017).

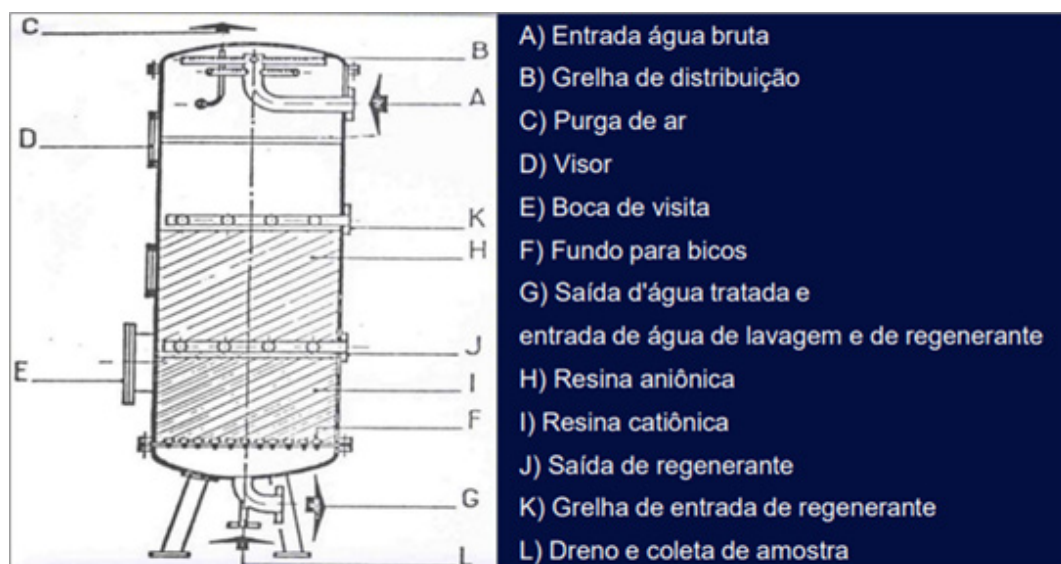


Figura 3. Esquema processual de um trocador de íons tipo Leito Misto

Fonte: SUEZ (2021)

O princípio de operação do leito misto consiste em uma mistura homogênea de resinas catiônicas e aniônicas, onde existe a remoção de cátions (Ca, Mg, Na, K, Fe) e ânions

(Cl, SO₄, NO₃, CO₃, CO₂, SiO₂) ao mesmo tempo. As resinas absorvem os sais iônicos da água com suas cargas positivas e negativas, sua função é a remoção de todos os íons presentes produzindo água pura (R-H/R-OH + NaCl → R-Na/R-Cl + H₂O), conforme Figura 4.

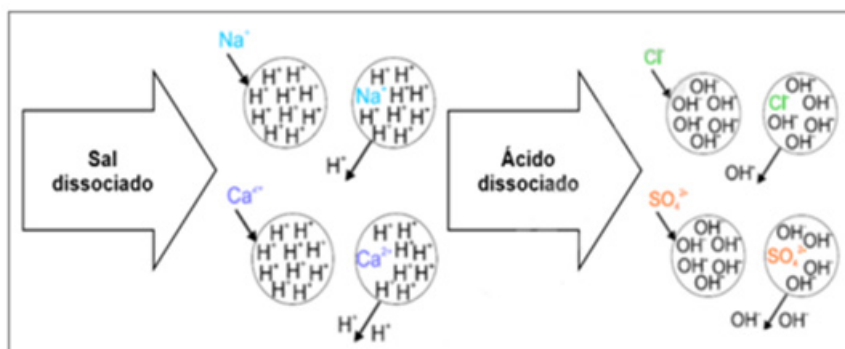


Figura 4. Ligações Químicas

Fonte: Dow Water & Process Solutions (2017)

Estudos comprovam que a resina catiônica tem afinidade com os íons de sódio (Na⁺) e cálcio (Ca²⁺), conforme estes íons se prendem na resina, liberam o íon H⁺ na água que se combina com o cloro (Cl⁻) e forma ácido clorídrico (HCl). O ácido passa para a resina aniônica e perde o cloro liberando o íon OH⁻. Estes dois íons H⁺ e OH⁻ se combinam formando água (H₂O) de puríssima qualidade que será utilizada na caldeira de alta pressão.

Autores relatam que apesar das precauções de pré-tratamento, pode acontecer o depósito e acúmulo na superfície da resina (impregnação) das camadas superiores ou até nas camadas do meio, de materiais coloidais e insolúveis. É difícil detectar a impregnação, porque é um processo gradual e pode ser confundido com a própria degradação da resina, os sintomas são: ciclos curtos com fim de campanha prematuro e fugas. A Figura 5 exemplifica resina catiônica contaminadas por ferro e orgânicos, sulfato de cálcio/magnésio e por ferro.

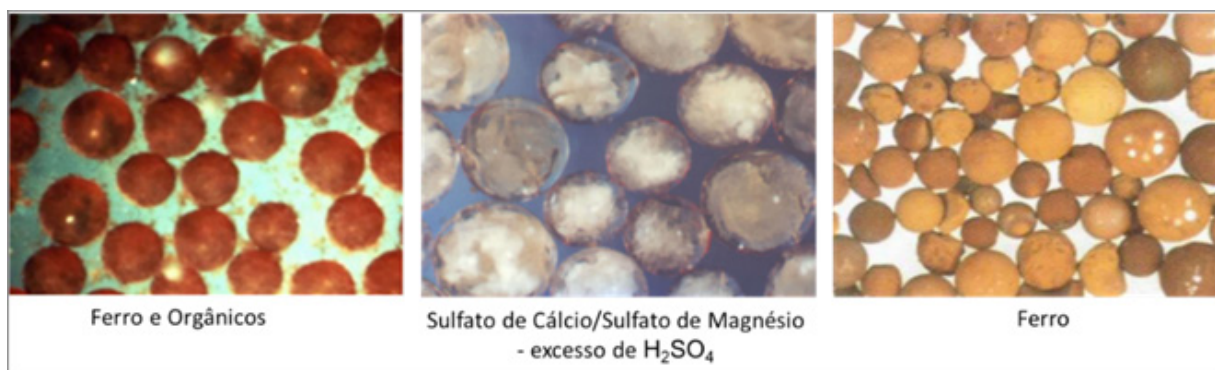


Figura 5. Resina catiônica

Fonte: SUEZ (2021)

Os autores defendem que as resinas devem passar pelo processo de regeneração para restabelecer a sua capacidade de reter íons, o período entre regenerações é chamado de ciclo. A necessidade de regeneração será determinada pelo parâmetro de Condutividade fora da especificação (>0,100 µS/cm) e Sílica fora da especificação (>10 µg/L). A regeneração consiste fundamentalmente em 4 (quatro) operações: expansão, injeção do reagente regenerante (aplica uma solução de ácido forte, como sulfúrico (mais usual) ou clorídrico nas resinas catiônicas e uma solução de soda cáustica nas resinas aniônicas), lavagem lenta e lavagem rápida, logo em seguida realiza a separação e mistura das resinas para enfim

iniciar novo ciclo. Após a regeneração o controle de qualidade da água desmineralizada é regido para atender a especificação de caldeiras de alta pressão, onde normalmente são monitorados por analisadores on-line de sílica e condutância específica e como contraprova a análise realizada em laboratório.

Deve haver um rígido controle na qualidade da água antes de passar pelos trocadores de leito misto. Residuais de cloro livre, íons de ferro, sólidos suspensos, óleos e graxas são os maiores inimigos desta classe de resinas. Os oxidantes atacam as ligações cruzadas do Di-Vinil-Benzeno em uma resina catiônica, reduzindo a resistência geral do grânulo de resina.

Conforme o ataque continua, a resina catiônica começa a perder sua forma esférica e rigidez, causando a compactação durante o serviço. Essa compactação aumenta a queda de pressão no leito de resina e leva à canalização, o que reduz a capacidade efetiva da unidade.

Como desvantagem observada, o processo de troca iônica tem um custo relativamente elevado (principalmente o custo das resinas) e a necessidade do uso e manuseio de produtos químicos perigosos (ácido sulfúrico ou clorídrico e soda cáustica) para regeneração dos leitos, além dos riscos operacionais envolvidos no manuseio desses produtos químicos.

3. CONCLUSÃO

Nos últimos anos, os processos de membrana aliado ao leito misto têm sido usados cada vez mais para a produção de águas “puras” a partir de água do mar. Embora normalmente considerado sistemas caros, as tecnologias empregadas estão avançando rapidamente, tornando-os mais baratos, melhorando o desempenho e estendendo a expectativa de produção.

Percebe-se que o sistema de osmose reversa fornece redução eficiente de particulados e orgânicos não ionizados e que mudanças nos parâmetros ao longo do tempo indicarão problemas iminentes tais como deposição, incrustação, ou degradação da membrana. Se essas mudanças observadas forem abordadas, os problemas podem ser corrigidos, mais caso elas sejam ignoradas, o problema resultará em danos irreversíveis às membranas. Essas mudanças nos parâmetros também são válidas para o sistema de leito misto, visto que alguns elementos em alta concentração podem reduzir a vida útil das resinas ou mascarar sua funcionalidade que é de produzir água livre de contaminantes ou até a inutilização das resinas.

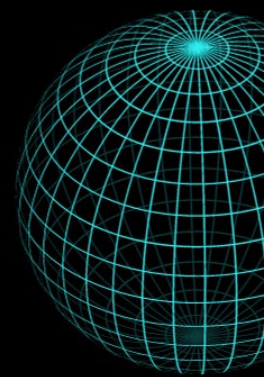
Por fim concluímos que, os processos de dessalinização e desmineralização abordados ao longo desse artigo são eficazes para o tratamento da água do mar, pois chegam a reduzir em torno de 97% e 98% a concentração de determinados elementos constituintes na água do mar e outros são eliminados na sua totalidade. Fator esse imprescindível para o atendimento as especificações do fabricante das caldeiras de alta pressão, onde requerem água de altíssima pureza para produção de vapor gerado nas turbinas no qual melhora o rendimento e garante a segurança operacional do sistema.



Referências

- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2012.
- BAKER, R.W; **Membrane technology and applications**, 2nd edition, Wiley Publisher, 2015.
- CUDA, P.; POSPÍŠIL, P.; TENGLEROVÁ, J.; Reverse osmosis in water treatment for boilers. **Desalination**, v. 198, p. 41-46, 2006.
- DANTAS, Evandro. **Geração de vapor e água de refrigeração: falhas, tratamento, limpeza química**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), 1988.
- DOW Water & Process Solutions. **Osmostose Reversa e Nanofiltração**. 2017. Disponível em: <<http://www.dow.com/brasil/solucoes/transporte-e-infraestrutura/agua/ROeNF>>. Acesso em: 05 ago.2022.
- DOW Water & Process Solutions, **Treinamento em membranas e resinas de troca iônica**. por Fábio Pereira de Carvalho. e-mail: fpdecarvalho@dow.com
- DUDLEY, L. Y.; DARTON, E.G., **Pretreatment procedures to control biogrowth and scale formation in membrane systems**. *Desalination*, v. 110, p. 11-20, 1997.
- LEME, Edson de Arruda, **Manual prático de tratamento de águas residuárias**, São Carlos: EduFSCar, 2014, p.3.
- MALAEB, L.; AYOUB, G.M.; Reverse osmosis technology for water treatment: state of the art review. **Desalination**, v. 267, p. 1-8, 2011.
- MILLERO, F. **Chemical Oceanography**, 2nd ed. CRC, 2002
- MOHAMMADI, T.; MOGHADAM, M. K.; MADAENI, S. S.; Hydrodynamic factors effecting flux and fouling during reverse osmosis of seawater. **Desalination**, v. 151, p. 239-245, 2002.
- NALCO Company, PAC 2 - **Manual técnico de Água de Caldeira**, p. 345, 2006.
- OOSTEROM, H. A.; KOENHEN, D. M.; BOS, M.; **Production of demineralized water out of rainwater: environmentally saving, energy efficient and cost effective**. *Desalination*, v. 131, p. 345-352, 2000.
- SONG, L.; HU, J.Y.; ONG, S.L.; NG, W.J.; Elimelech, M.; Wilf, M.; Performance limitation of the full-scale reverse osmosis process. **Journal of Membrane Science**, v. 214, p. 239-244, 2003.
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS; **Consensus on operating practices for the control of feedwater and boiler water chemistry in modern industrial boilers**. Nova Iorque, 1994.
- SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais: SEGRAC, 2005.
- SUEZ, Water Technologies & Solutions, **Treinamento para tratamento de água**, p. 06, 2020.
- WEBB, P. J.; KUHN, O.; **International Symposium on Oilfield Scale-Soc**. Pet. Eng. (SPE 87458), Aberdeen, UK, p. 315, 2004.

37



TERMOFIXOS: REUTILIZAÇÃO DOS TERMOFIXOS

THERMOSETS: REUSE OF THERMOSETS

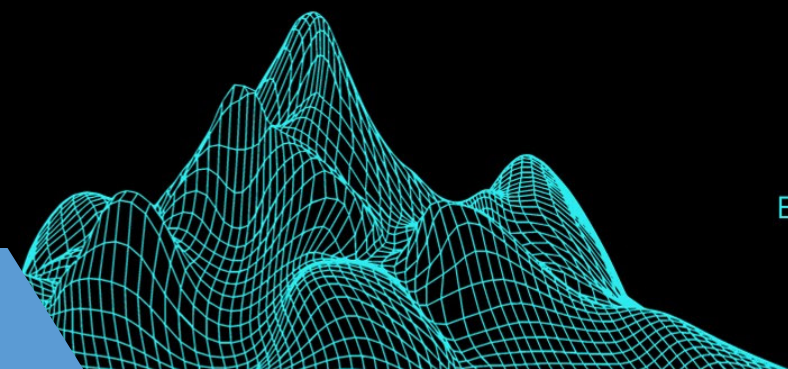
Jeremias Santos de Oliveira¹

Orlando Benício Santos²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Termofixos ou termorrígidos são polímeros altamente rígidos que não podem ser fundidos e assim ser possibilitado a sua remodelação mesmo em altas temperaturas, quando são expostos a temperaturas muito elevadas se degradam, partindo desse ponto, buscou-se em livros, artigos científicos publicados nos últimos anos métodos que sejam econômicos e que não agridam ao meio ambiente, meios que viabilizam a reutilização e o reaproveitamento desses materiais. Mesmo sendo uma área pouco abordada e pesquisada, notou-se que com o avanço tecnológico foram elaborados alguns processos físicos, químicos e mecânicos, principalmente na construção civil, é observado avanços para que esse material seja reaproveitado e principalmente tendo em vista forma que esse polímero é descartado, se caso houver a sua destinação final irregular pode consequentemente causar impactos ao meio ambiente. Os processos estudados certamente têm grande possibilidade de um maior investimento e por consequência tornar mais amplo as perspectivas principalmente da indústria, no que se refere a melhoria dos meios de reaproveitamento dos termofixos.

Palavras-chave: Polímeros, Termorrígidos, Métodos

Abstract

Thermosetting or thermoset polymers are highly rigid materials that cannot be melted and reshaped even at high temperatures. When exposed to very high temperatures, they degrade. Based on this point, methods that are cost-effective and environmentally friendly have been sought in books and scientific articles published in recent years, methods that enable the reuse and recycling of these materials. Although it is an area that has been less explored and researched, it has been noticed that with technological advancements, some physical, chemical, and mechanical processes have been developed, especially in the construction industry. Advances have been observed to facilitate the reuse of these materials, considering the way this polymer is disposed of. If improperly disposed of, it can have environmental impacts. The studied processes certainly have a great potential for further investment, thereby expanding perspectives, especially in the industry, regarding the improvement of thermoset recycling methods.

Keywords: Polymers, Thermosets, Methods

1. INTRODUÇÃO

Termofixos ou termorrígidos são polímeros que possuem em sua formação ligações cruzadas, conhecidas também como ligações intermoleculares primárias, por esse motivo os polímeros termofixos são considerados polímeros irreversíveis, ou seja, não podem ser remodelados facilmente.

Percebendo-se que há uma dificuldade na reciclagem e/ou reutilização dos polímeros termofixos, em relação a isso busca-se meios que sejam viáveis no modo econômico e principalmente ambiental, pois o descarte incorreto desses materiais agride consideravelmente o meio ambiente. Estudos já feitos mostram, no que se diz respeito a reutilização dos plásticos termofixos, que é notório a pouca variedade de alternativas para o seu reaproveitamento. Entretanto, observa-se manobras sendo executadas ao decorrer dos anos.

Torna-se importantíssimo o conhecimento da reutilização dos materiais termofixos principalmente em determinados setores da indústria, pois a sua reutilização vem a ser um entendimento específico, que conseqüentemente oferece inovações para o mercado. Os termorrígidos são polímeros de alta dureza, possuem forças de atração intermoleculares chamadas de ligações cruzadas, não podem ser remodelados. Diferente dos polímeros termoplásticos que podem ser remodelados em determinadas temperaturas os termofixos em temperaturas elevadas se decompõem impossibilitando a sua remodelação.

Os termofixos por serem polímeros irreversíveis, busca-se meios de se fazer a reutilização desses polímeros. A incineração desses polímeros torna-se não viável, pois, quando incinerados liberam gases tóxicos que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

O estudo da reutilização dos termofixos tem como objetivo apontar métodos que sejam viáveis para a indústria, buscando solucionar problemas com o descarte incorreto desse material dando ao mesmo a oportunidade de ser reaproveitado, desta forma, diminuindo os impactos ambientais.

Polímeros termofixos ou termorrígidos, por possuir em sua formação ligações covalentes, detém-se também de ligações cruzadas, que possuem a mesma natureza química das ligações intramoleculares, isto é, são ligações permanentes, não se rompem facilmente e por conseqüência, torna o material altamente rígido. Uma vez que não é possível reciclar polímeros termofixos pelos métodos tradicionais de fusão, como no caso dos polímeros termoplásticos onde se pode fundir o material, ou seja, ele é submetido a um aquecimento possibilitando a sua maleabilidade. Com tais dificuldades encontradas para uma reutilização dos termofixos, nesta pesquisa busca-se responder o seguinte problema: como realizar a reutilização dos polímeros termofixos ou termorrígidos?

O objetivo geral foi demonstrar possibilidades viáveis para o reaproveitamento dos polímeros termofixos ou termorrígidos. Os objetivos específicos foram apresentar possibilidades de reutilização desses materiais via métodos mecânicos, físicos e químicos.

2. DESENVOLVIMENTO

Os termofixos estão classificados como plásticos que não podem ser remodelados simplesmente com temperaturas elevadas (ABES, 2015). Na Figura 1, é demonstrado as ligações cruzadas na estrutura molecular dos termofixos, essas estruturas tornam o polímero termofixo pouco reversível.



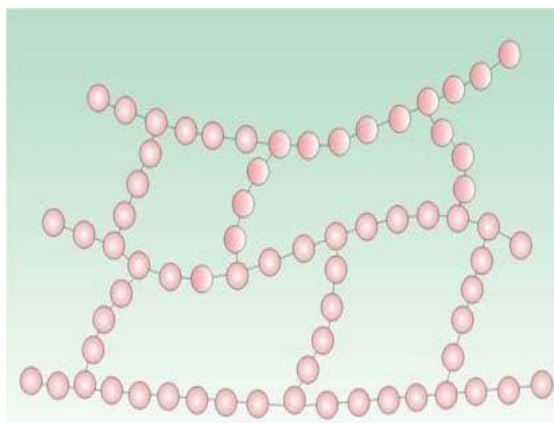


Figura 1. estrutura molecular dos termofixos

Fonte: Marcelino (2005, p. 12)

A procura de possibilidades da destinação para os polímeros termorrígidos é de extrema urgência para a comunidade e para a indústria (MEDEIROS, 2015). Os termofixos que são resíduos produzidos em pequena parcela no meio urbano, podendo ser integrados à matriz de concreto em lajes pré-moldadas, torna-se não viável por reduzir consideravelmente a resistência à compressão (ABES, 2015). Para os polímeros termoplásticos, há uma facilidade nos processos que viabilizam a sua reciclagem, entretanto, para os termofixos não existem muitas pesquisas ampliadas que possam promover o seu reaproveitamento.

São conseguidos os polímeros termofixos por meio da reação de condensação (polimerização), ocorrendo em temperaturas que oscilam entre 150° e 170°C, alterando a formação química molecular desse material. Com esse processo os termofixos em forma de resina manifestam-se em misturas de pós das matérias que se integram na sua formação (MEDEIROS, 2005).

De acordo com Sebastião e Canevarolo (2010, p.43) “termofixos são inicialmente líquidos que, durante a formação das ligações cruzadas, passam pelo ponto de gel, região onde o líquido se torna extremamente viscoso e gradativamente endurece até tornar-se um sólido rígido”. Visto que os termofixos possuem em sua constituição encadeamentos cruzados, torna-se extremamente endurecido. Por esse motivo transfigura-se em um polímero que não pode ser reciclável.

Termofixos, termoendurecidos, polímero em rede ou em retículo, são plásticos que, quando sujeitos a um aumento substancial da temperatura e marginal da pressão, amolecem e fluem, adquirindo a forma do molde, reagem quimicamente, formando ligações cruzadas entre cadeias e se solidificam. Subseqüentes aumentos de temperatura e pressão não têm mais influência, tornando-os materiais insolúveis, infusíveis e não-recicláveis. Assim, os termorrígidos são moldados quando ainda na forma de pré-polímero (antes da cura, sem ligações cruzadas). Exemplos: resina de fenol-formaldeído (baquelite), epóxi (araldite) etc. (CANEVAROLO, 2010, p.53).

Na impermeabilização, os termofixos que estão à disposição e tem-se alcançado um progresso veloz estão os poliuretanos e epóxios, por sua facilidade de aplicação, suas características mecânicas e químicas (GARCIA, 2013). Nota-se com o passar dos anos poucos recursos para o reaproveitamento dos polímeros termofixos.

Na Tabela 1, demonstra alguns parâmetros dos termofixos que devem ser observados, como “a superioridade dos termofixos quando se trata da resistência à tração e do módulo

de elasticidade” (ALVES, 2006, p. 39).

	r	Resist. à Tração	Deformação ¹	Módulo Elasticidade	Trabalhabilidade
Propriedades dos plásticos	(kg m-3)	(MPa)	(%)	(GPa)	(Processamento)
<i>Termoplásticos</i>					
PVC rígido	1330	48	200	3,4	excelente
Poliestireno	1300	48	3	3,4	regular
Polipropileno	1200	27	200 - 700	1,3	excelente
Nylon	1160	60	90	2,4	excelente
Nitrato celulósico	1350	48	40	1,4	excelente
Acetato celulósico	1300	40	10 - 60	1,4	excelente
Acrílico	1190	74	6	3,0	excelente
Polietileno (alta densidade)	1450	20 - 30	20 - 100	0,7	excelente
<i>Termofixos</i>					
Resinas epoxicas	1600 - 2000	68 - 200	4	20,0	bom
Melamina formaldeído	1800 - 2000	60 - 90	-	7,0	regular
Uréia formaldeído	1500	38 - 90	1	7,0 - 10,0	bom
Fenol formaldeído	1600 - 1900	38 - 50	0,5	17,0 - 35,0	bom

Tabela 1. Características físicas dos polímeros

Fonte: IDOL e LEHMAN (2004, p.38)

No caso da Tabela 1, nota-se “o alongamento, que dá uma medida da deformação suportada pelo material antes de sua ruptura, mostra que os termoplásticos são muito mais tenazes, como é o caso do polipropileno, cujo alongamento varia de 200 a 700% de seu comprimento inicial” (ALVES, 2006, p. 37).

Há alternativas que viabilizam o reaproveitamento dos termorrígidos., sendo aplicados em blocos de solo-cimento. “Os blocos de solo-cimento são caracterizados principalmente pela facilidade de produção e o baixo custo. Obtido pela mistura de solo, cimento e água, onde o solo representa a maior parcela, o bloco possui durabilidade e consistência apropriadas para aplicações em diversas áreas da construção civil. Consegue-se produzir um produto resistente à compressão, com relativa impermeabilidade e baixo índice de retração volumétrica. Dependendo das características da obra, o solo-cimento pode ser utilizado na construção de paredes ou de fundações, passeios e contra-pisos. O bloco desenvolvido com carga de plástico termofixo não precisa ser queimado e, ainda, pode ser moído e reutilizado” (CRUZ; MEDEIROS; MARINHO, 2008, p. 4). Nota-se que na construção civil o reaproveitamento dos termorrígidos tem um grande potencial de crescimento.

Na Figura 2, tem-se um exemplo de blocos de cimento com associação de termorrígido e sem associação.

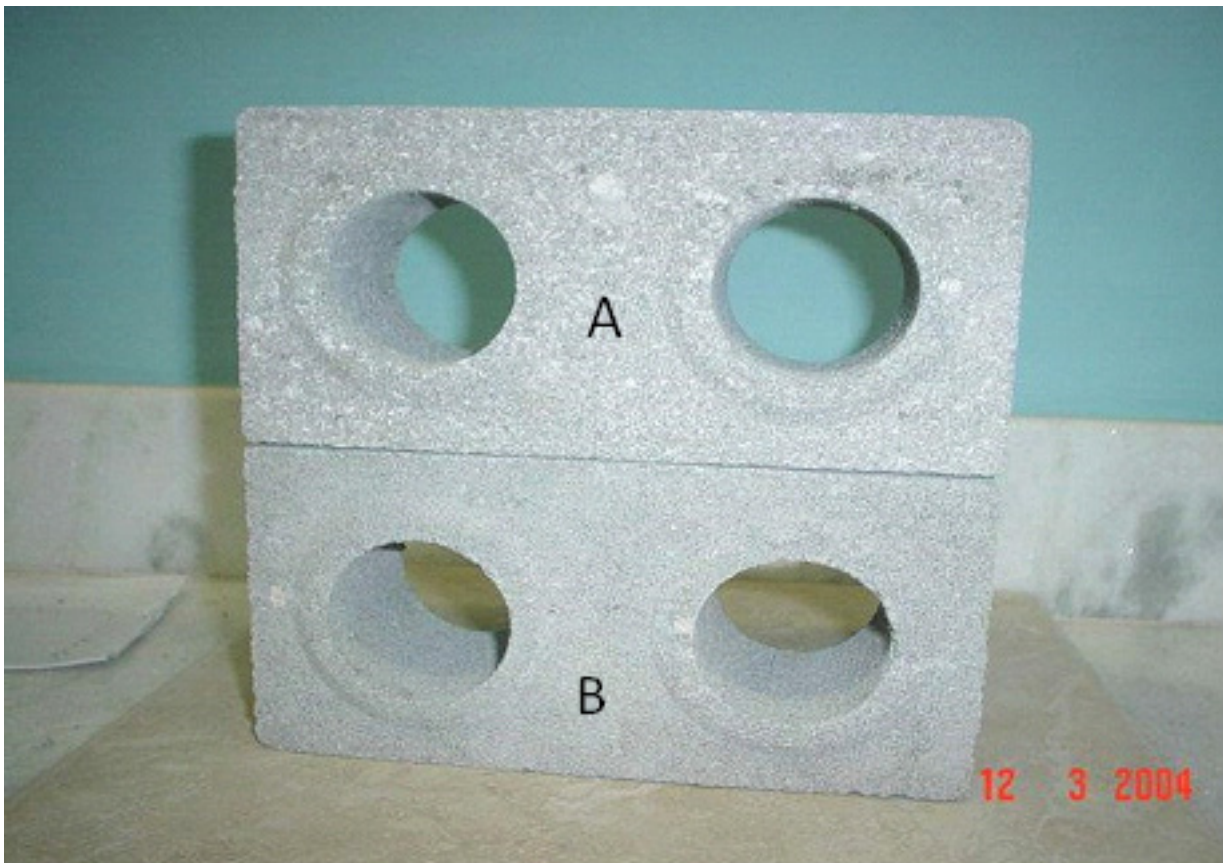


Figura 2. Bloco A (agregação com resíduo-termorrígido); Bloco B (sem agregação de resíduo termorrígido)

Fonte: Gonçalves (2008, p. 4)

Possui-se também o método de termodecomposição por intermédio de tocha de plasma, que consiste em um sistema que transforma energia elétrica em calor que é transportado por um gás. A conversão de resíduos tóxicos em materiais inertes se dá pelo aumento da temperatura. (MEDEIROS, 2005, p. 26). Na Figura 3, pode-se observar o método.

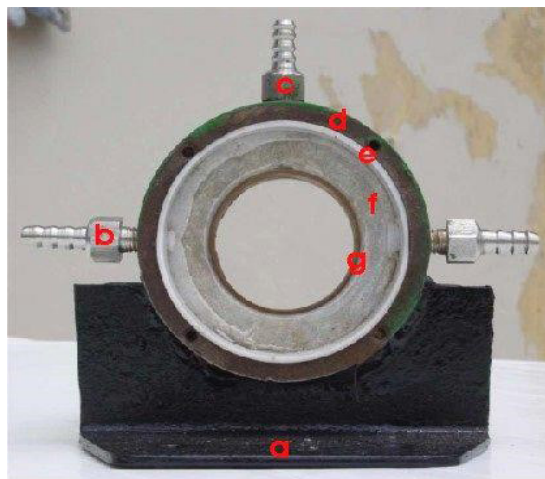


Figura 3. Termodecomposição por meio de tocha de plasma

Fonte: Gonçalves (2008, p. 6)

“Durante a realização dos ensaios observou-se que a decomposição do resíduo por plasma gerou 0,005% de cinzas, sobrando, para cada tonelada de resíduo, apenas 0,05kg de cinzas” (CRUZ; MEDEIROS; MARINHO, 2008, p. 6). Percebe-se que o método é viável, porém, os custos de instalação e operação são altos.

2.1 Metodologia

A presente pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica de trabalhos publicados nos últimos vinte anos em dissertações, livros e artigos científicos escolhidos por meio de pesquisas nas seguintes bases de dados: “Google Acadêmico”, “SciELO”. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 20 anos. As palavras-chave empregues na busca serão: “termofixos”, “polímeros”, “ambiental”, “métodos”.

2.1 Resultados e Discussão

Os termofixos segundo o autor (ABES, 2015), são plásticos que não podem ser remodelados em altas temperaturas, a razão disso é justamente porque a estrutura molecular dos termorrígidos apresentam ligações cruzadas, portanto tornam o material difícil de ser remodelado. Segundo (MEDEIROS, 2005), o termofixo é obtido a partir da polimerização, que se dá da variação da temperatura (150° e 170°). Segundo (MEDEIROS, 2015), a destinação final desses materiais também é de alta importância para a população e indústria, por motivos ambientais observou-se a procura de alternativas para essa problemática.

Observou-se meios para que esse material seja reaproveitado, na impermeabilização materiais com poliuretanos e epóxis são exemplos termofixos que promissores nessa área segundo (GARCIA, 2013). A alternativa de termodecomposição por tocha de plasma que nada mais é que energia elétrica transformada em calor conduzido por um gás, se mostrou pouco promissora, por questões de custos operacionais. Segundo o autor (CRUZ; MEDEIROS; MARINHO, 2008, p. 4), onde o mesmo cita a possibilidade da agregação do termofixo em blocos de solo-cimento, essa alternativa mostra-se muito promissora principalmente pelo baixo custo e por ser de fácil aplicação em várias áreas da construção civil.

3. CONCLUSÃO

No presente artigo buscou-se meios para possíveis possibilidades de reaproveitamento de termofixos, partindo do ponto que esses polímeros não podem ser remodelados foi necessário se fazer uma pesquisa literária referente ao tema, contudo, são poucos materiais encontrados que apontam meios de reaproveitamento.

Foram encontrados meios, mecânico, físicos e químicos para o reaproveitamento de termorrígidos, que obviamente podem ser utilizados pela indústria, no que se refere ao procedimento físico e químico (termodecomposição) pelo seu alto custo torna-se pouco viável, porém, o termofixo associado a blocos de cimento é certamente uma das possibilidades mais viáveis pelo baixo custo e não agressão ao meio ambiente.

Referências

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE LAJE PRÉMOLDADA INCORPORANDO RESÍDUOS DE POLÍMEROS TERMOFIXOS, Rio de Janeiro, n. 28, out. 2015. Disponível em: <https://abesnacional.com.br>. Acesso em: 29 out. 2022.

ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUO PLÁSTICO TERMOFIXO. Rio Grande do Sul, n. 1, out. 2008. Disponível em: <https://siambiental.ucs.br>. Acesso em: 28 set. 2022.

ALVES, Ricardo. **Elementos Estruturais de Plástico Reciclado**. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

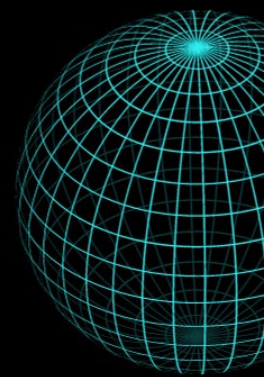


CANEVAROLO, Sebastião. **Ciência do Polímeros**. São Paulo, Artliber Editora Ltda, 2010.

MEDEIROS, Otoniel. **Alternativas de Ultimação de Resíduo Plástico Termofixo**. 2005. 119 f. Tese (Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

POLÍMEROS TERMOFIXOS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO MOLDADA IN LOCO, jun. 2013. Disponível em: <http://www.casadagua.com>. Acesso em: 20 out.2022.

38



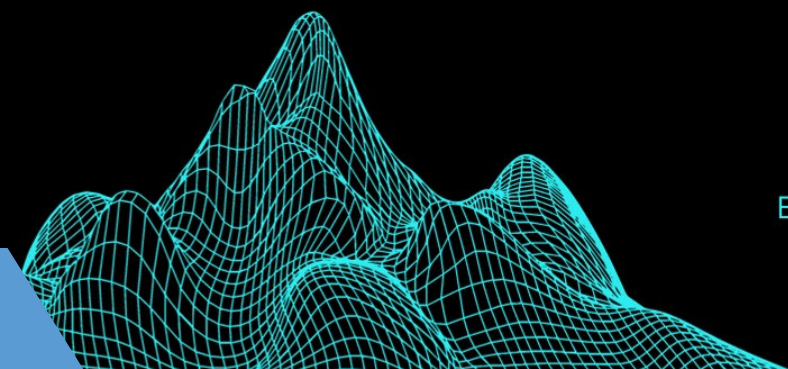
CONTROLE DE QUALIDADE NO TRATAMENTO DA ÁGUA *QUALITY CONTROL IN WATER TREATMENT*

Eline Rosa Duarte¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O controle de qualidade no tratamento de água é fundamental para garantir que a água fornecida para o consumo humano atenda aos padrões de qualidade estabelecidos com base nas normas e legislações vigentes. O tratamento da água envolve diversas etapas que visam remover contaminantes físicos, químicos e biológicos, e torná-la própria para consumo. O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a efetividade das práticas de controle de qualidade nas ETAs, visando garantir a segurança e a qualidade de água distribuída à população. Trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a efetividade das práticas de controle de qualidade nas ETAs. As bases de dados utilizadas foram: o *Science Direct*, *PubMed*, *Biblioteca Virtual em Saúde* e *Periódicos CAPES*, *Scopus*, *Web of Science* (WOS). A seleção dos materiais ocorreu entre os anos de 2006 até 2018. Os resultados demonstraram que a avaliação da qualidade da água tratada envolve a análise de diversos parâmetros, como pH, turbidez, cor, odor, sabor, além de diversos contaminantes, como bactérias, vírus, metais pesados, entre outros. O monitoramento constante desses parâmetros é importante para identificar possíveis falhas no processo de tratamento e garantir a segurança da água fornecida para a população. As técnicas utilizadas no controle de qualidade no tratamento da água incluem a aplicação de produtos químicos, filtração, desinfecção, dentre outras. A escolha dessas técnicas depende das características da água e dos contaminantes presentes. Concluiu-se que o estudo do controle de qualidade no tratamento de água é fundamental para garantir a saúde pública e preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: controle de qualidade, tratamento, saúde pública, contaminação, água.

Abstract

Quality control in water treatment is fundamental to guarantee that the water supplied for human consumption meets the quality standards established based on the norms and laws in effect. Water treatment involves several steps that aim to remove physical, chemical, and biological contaminants and make it suitable for consumption. This study aims to evaluate the effectiveness of quality control practices in water treatment plants to ensure the safety and quality of the water distributed to the population. This is a literature review on the effectiveness of quality control practices in WTPs. The databases used were: *Science Direct*, *PubMed*, *Bibliotheca Virtual In Health* and *Periodic CAPES*, *Scopus*, *Web of Science* (WOS). The selection of materials occurred between the years 2006 to 2018. The results showed that the evaluation of the quality of treated water involves the analysis of several parameters, such as pH, turbidity, color, odor, flavor, and several contaminants, such as bacteria, viruses, heavy metals, among others. The constant monitoring of these parameters is important to identify possible failures in the treatment process and ensure the safety of the water supplied to the population. The techniques used in quality control in water treatment include the application of chemicals, filtration, and disinfection, among others. The choice of these techniques depends on the characteristics of the water and the contaminants present. It was concluded that the study of quality control in water treatment is fundamental to guarantee public health and the preservation of the environment.

Keywords: quality control; treatment; public health; contamination; water.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a sobrevivência humana e a preservação do meio ambiente. Porém, a poluição e a contaminação da água são problemas cada vez mais frequentes, principalmente em áreas urbanas e industriais. Nesse contexto, o controle de qualidade no tratamento da água se torna fundamental para garantir a saúde pública e a preservação do meio ambiente.

A água tratada é utilizada para diversas finalidades, como consumo humano, agricultura, indústria, recreação, a geração de energia e a manutenção de ecossistemas saudáveis, entre outros. No entanto, a água pode ser contaminada por diversos poluentes, incluindo bactérias, vírus, metais pesados, pesticidas, e produtos químicos industriais (GUERRA; SILVA, 2018).

O tratamento da água é uma etapa crucial para eliminação de impurezas e contaminantes que podem ser prejudiciais à saúde humana, mas o processo de tratamento não é infalível e, por isso, é necessário realizar o controle de qualidade para garantir que a água distribuída esteja dentro dos padrões estabelecidos pelas normas e legislações vigentes.

A garantia da qualidade da água tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) envolve diversas etapas, desde a captação da água bruta até a distribuição da água tratada. Durante esse processo, podem ocorrer diversos problemas que afetam a qualidade da água, como a presença de contaminantes químicos, biológicos ou físicos, além de fatores como variações sazonais, mudanças climáticas e desastres naturais (VENTURA; VAZ FILHO; NASCIMENTO, 2019).

Nessa perspectiva, é fundamental realizar controle de qualidade da água tratada na ETA para garantir que água distribuída para o consumo humano ou outras finalidades esteja dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelas normas e legislações vigentes, garantindo assim a saúde pública e a segurança dos consumidores (POHLMANN *et al.*, 2015).

O controle de qualidade também contribui para aprimorar o processo de tratamento da água, reduzir o impacto ambiental e garantir a sustentabilidade desse recurso tão importante para a humanidade (AMARAL; CORDEIRO, 2016).

A presença de fontes contaminantes na água tratada pode comprometer a efetividade dos processos de tratamento e, conseqüentemente, a qualidade da água destinada ao consumo humano e/ou ao meio ambiente (SISAGUA, 2020). A partir da análise desses problemas, será possível identificar as principais causas da contaminação da água e propor medidas de prevenção e controle de qualidade

Sabendo-se da importância da água tratada para a saúde pública e o meio ambiente, bem como os desafios relacionados à qualidade da água tratada, da presença de contaminantes emergentes e a falta de tratamento adequado em algumas regiões, esta pesquisa visa responder o seguinte problema de pesquisa: Como garantir a efetividade do controle de qualidade no tratamento da água em ETAs, considerando as limitações e desafios existentes, visando a proteção da saúde pública e a preservação do meio ambiente?

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a efetividade das práticas de controle de qualidade nas ETAs, visando garantir a segurança e a qualidade de água distribuída à população. Assim, tem-se como objetivos específicos: Identificar as principais fontes de contaminantes da água tratada e identificar as fontes de contaminação com o objetivo de implementar medidas de controle e prevenção.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa a ser realizado neste trabalho, será uma Revisão de Literatura, na qual será realizada uma consulta a livros acadêmicos e publicações de artigos científicos, documentos de instituições oficiais disponibilizados pelos sites eletrônicos da Organização Mundial da Saúde (OMS), Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), dentre outras organizações reguladoras da qualidade de água.

Nessa pesquisa foram selecionados materiais através de busca as seguintes base de dados, respectivamente: *Science Direct (SD)*, *PubMed (PM)*, *Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)* e *Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science (WOS)*.

Quanto aos artigos, optou-se por anexar os artigos *Periódicos CAPES*, resultando em leitura de títulos, resumos, ano de publicação, métodos (amostragem, conclusão instrumentos de pesquisa), com aplicação de seleção de 20 artigos que permaneceram na pesquisa.

A pesquisa tem o intuito de identificar os índices no tratamento de água e no controle de qualidade relatados na literatura e artigos científicos publicados entre os anos de 2006 e 2018. Sendo assim, foram utilizados os seguintes termos para a busca dos artigos nas bases de dados: controle de qualidade, saúde, tratamento de água.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Principais fontes de contaminação da água tratada

De acordo com Organização Municipal da Saúde (OMS), as fontes de contaminação da água tratada em ETAs podem variar dependendo das características locais e das práticas de tratamento, no entanto, algumas fontes comuns de contaminação incluem:

- a) Contaminação microbiológicos: podem ocorrer devido à presença de microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus, parasitas e provenientes de esgotos, efluentes industriais, animais ou outros corpos de águas contaminados.
- b) Contaminação química: pode ser originada de atividades industriais, agrícolas e urbanas, resultando na presença de substâncias químicas como metais pesados, pesticidas, produtos farmacêuticos, produtos químicos industriais entre outros.
- c) Contaminação por produtos químicos por desinfecção: os produtos químicos utilizados no processo de desinfecção da água, como o cloro, podem reagir com compostos orgânicos presentes na água, formando subprodutos indesejados, como trihalometanos, que podem representar riscos à saúde humana.
- d) Contaminação por materiais particulados: partículas sólidas, como areia, argila, sedimentos e matéria orgânica suspensa, podem estar presentes na água bruta e, se não forem devidamente removidas no processo de tratamento, podem afetar a qualidade da água tratada.
- e) Infiltração de poluentes do solo: certos poluentes no solo, como nitratos, pesticidas e contaminantes orgânicos, podem infiltrar-se nas fontes de água subterrânea e atingir as ETAs, afetando a qualidade da água tratada.

Entre as técnicas utilizadas no controle de qualidade, destacam-se a desinfecção, que é um processo de eliminação de micro-organismos patogênicos presentes na água, e a

filtração, que remove partículas e sedimentos da água (AMARAL; CORDEIRO, 2016).

A desinfecção e a filtração da água tratada nas ETAs são etapas fundamentais para garantir a qualidade e segurança da água fornecida para o consumo humano. Esses processos visam eliminar ou reduzir a presença de microrganismos patogênicos e outros contaminantes que possam estar presentes na água.

A desinfecção consiste na aplicação de agentes desinfetantes para eliminar microrganismos causadores de doenças, como bactérias, vírus e protozoários. O agente desinfetante mais comumente utilizado é o cloro, que pode ser adicionado na forma de cloro gasoso, hipoclorito de sódio ou dióxido de cloro. A desinfecção por cloração é eficaz na destruição de microrganismos e na prevenção de surtos de doenças transmitidas pela água.

Além da desinfecção, a filtração é outra etapa importante no tratamento da água. A água por diferentes tipos de filtros, como areia, carvão ativado e membranas, que removem partículas suspensas, sedimentos, matéria orgânica e alguns microrganismos presentes na água. Esses filtros retêm as impurezas através de mecanismo de filtração física, química ou biológica, dependendo do tipo de filtro utilizado (REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2017).

A combinação da desinfecção e filtração permite obter água tratada de qualidade, reduzindo a presença de agentes patogênicos e outros contaminantes. No entanto, é importante ressaltar que a eficácia desses processos depende de um monitoramento constante e rigoroso dos parâmetros de qualidade da água, bem como da manutenção adequada dos equipamentos e sistemas de tratamento. Esses processos auxiliam na redução de riscos à saúde pública, protegendo as pessoas contra doenças transmitidas pela água contaminada (FERNANDES NETO, 2010).

2.2.2 Cloro

O cloro é um dos principais desinfetantes utilizados no tratamento de água nas ETAs. Pode oxidar e destruir a estrutura dos microrganismos, interrompendo seu metabolismo e levando à sua inativação. A adição de cloro à água tratada ocorre em diferentes etapas do processo de tratamento, geralmente a etapa de filtração. O cloro utilizado no tratamento de água deve ser adicionado em quantidades adequadas para garantir uma desinfecção eficaz, mas sem apresentar riscos à saúde humana.

A quantidade de cloro residual na água tratada é controlada e monitorada para garantir sua eficácia na desinfecção. O cloro pode reagir com compostos orgânicos presentes na água e formar subprodutos de desinfecção, que podem representar problemas de saúde pública.

2.2.3 Avaliação da Eficácia dos Métodos de Tratamento Aplicados na ETAs

É preciso garantir a qualidade da água fornecida à população. O ETA usa uma variedade de métodos, como a coagulação aglomerado Sedimentação, filtração, revestimento etc. No entanto, é necessário avaliar se esses métodos são eficazes na remoção de contaminantes, incluindo bactérias, vírus, produtos químicos e outras substâncias potencialmente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (POHLMANN *et al.*, 2015).

Para avaliar o desempenho são realizadas análises laboratoriais da água pura, como turbidez, pH, cloro residual, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de

oxigênio (DBO) e outras. Essas análises permitem verificar se os parâmetros estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação e se a água tratada é própria para consumo humano.

Nesse contexto, verifica-se também o controle de novos poluentes, que são compostos químicos que ainda não possuem limites legais e podem figurar risco à saúde pública. Essa avaliação pode ser feita por meio de estudos de monitoramento da saúde humana e avaliação de risco.

2.2.4 Cumprimento de Normas e Legislações Vigentes em Relação à Qualidade da Água Tratada

Essas normas e legislações são importantes para garantir a qualidade da água tratada e, conseqüentemente, a saúde pública e a preservação meio ambiente. Além disso, as ETAs devem seguir rigorosamente essas regulamentações e realizar constantemente o monitoramento e análises da qualidade da água tratada, a fim de garantir a segurança do abastecimento.

É importante ressaltar que as ETAs devem atender às normas e legislações vigentes em relação à qualidade da água tratada. Essas normas estabelecem limites e padrões para parâmetros físico-químicos, microbiológicos e outros indicadores de qualidade da água, visando garantir a potabilidade e segurança para o consumo humano (ANDREAZZI; BARCELLOS; HACON, 2007).

Algumas das principais normas são: 1, Portaria 2.914/2011 – Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011; FORTES; BARROCAS; KLIGERMAN, 2019).

2.2.5 Parâmetros Físico-químicos da Água Tratada nas ETAs

Nessa perspectiva, a determinação da dureza da água tratada nas ETAs é importante para avaliar a qualidade da água fornecida aos consumidores e para implementar medidas adequadas de tratamento, quando necessário, visando à minimização de problemas relacionados à dureza.

Para reduzir a cor na água tratada, podem ser adotadas medidas como a otimização dos processos de coagulação, floculação e filtração, bem como o uso de adsorventes, membranas ou tratamento químicos específicos, de acordo com as características da água e a origem da cor.

O valor ideal de cloro residual na água tratada pode variar de acordo com as normas e regulamentação de cada país ou região, mas geralmente é recomendado manter um nível residual de cloro adequado para garantir a eficácia da desinfecção.

Monitorando a alcalinidade da água tratada nas ETAs para garantir a conformidade vigentes e assegurar a qualidade e a estabilidade do tratamento da água.

A cor na água tratada das ETAs é um parâmetro que se refere à presença substâncias que conferem tonalidade à água, podendo variar de incolor a tonalidades amareladas, verdes, marrom, entre outras. Em suma, o cloro residual na água tratada nas ETAs desempenha um papel fundamental na garantia da segurança microbiológica da água durante o transporte e distribuição. Portanto, a alcalinidade é um parâmetro importante a ser moni-

torado e controlado no tratamento da água nas ETAs, visando à garantia da qualidade e da estabilidade da água tratada fornecida aos consumidores.

A turbidez da água tratada é um parâmetro importante que indica presença de partícula em suspensão na água. A medição regular da turbidez ao longo do processo de tratamento e a implementação de medidas corretivas adequadas em caso de valores fora dos padrões são essenciais para assegurar a eficiência dos processos de filtração e a conformidade com os requisitos de qualidade da água tratada.

O cloro residual na água tratada desempenha um papel fundamental na prevenção da descontaminação durante o transporte e distribuição da água até os consumidores. Monitorar e controlar a turbidez da água tratada é fundamental para garantir a qualidade e a segurança da água fornecida aos consumidores. A presença da cor na água tratada pode ter diversas causas, como a presença de compostos orgânicos provenientes de vegetação em decomposição, microrganismos, produtos químicos utilizados no tratamento, entre outros. Geralmente, valores de turbidez abaixo de 1 Nível de Turbidez da Água (UNT) são considerados satisfatórios para a água tratada, indicando uma boa remoção de partículas suspensas.

Caso sejam identificadas variações significativas no pH, devem ser adotadas medidas corretivas para ajustá-lo aos níveis desejados, seja através da adição de produtos químicos ou otimização dos processos de tratamento.

É importante ressaltar que os valores específicos de pH podem variar dependendo das características da água de abastecimento e das necessidades locais. Do ponto de vista dos consumidores, a dureza da água pode afetar a qualidade sensorial da água, como o sabor e a aparência, além de causar problemas como a formação de depósitos em utensílios domésticos e encanamentos. Em caso de alcalinidade excessiva na água tratada, podem ser adotadas medidas de controle, como a dosagem de substâncias acidificantes para ajustar o pH. Por outro lado, se a alcalinidade estiver abaixo dos valores desejados, pode ser necessário o ajuste por meio da adição de substâncias alcalinizantes.

Além disso, a presença de partículas em suspensão na água tratada pode interferir na eficiência dos desinfetantes, como o cloro, comprometendo a sua capacidade de eliminar microrganismos patogênicos.

Portanto, é necessário encontrar um equilíbrio entre a quantidade de cloro residual necessária para a desinfecção e a qualidade sensorial da água para garantir a aceitabilidade por parte dos consumidores. Nesse sentido, monitorar e controlar adequadamente o cloro residual é essencial para assegurar a eficácia da desinfecção e a qualidade da água fornecida aos consumidores.

A presença de minerais na água pode ter implicações tanto para o tratamento da água como para os consumidores. A cor na água tratada deve ser avaliada regularmente, implementando-se ações corretivas adequadas quando necessário, visando à conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos.

Valores de turbidez elevados na água tratada podem indicar problemas no processo de tratamento, como falhas na filtração ou ineficiência dos coagulantes utilizados. A alcalinidade da água pode ter implicações tanto para o tratamento da água como para os consumidores. O monitoramento desses parâmetros físico-químicos é importante para garantir a qualidade da água tratada e a segurança da saúde pública.

Além disso, é importante considerar que a presença de outros compostos na água, como matéria orgânica, amônia ou compostos nitrogenados, pode interferir na formação e estabilidade do cloro residual. Na ETAs, a turbidez da água tratada é um indicador da efi-

ciência dos processos de tratamento, especialmente da filtração. A cor na água tratada pode ser avaliada por meio de parâmetros como unidade de cor (UC), unidade de absorção específica (UAE), ou escala visual de cor.

É importante monitorar regularmente o cloro residual na água tratada nas ETAs para garantir que os níveis estejam dentro dos padrões estabelecidos. A água pode ser classificada como branda (0-60 mg/L ou 0-3° dH), moderadamente dura (61-120 mg/L ou 3-6°dH), dura (121-180 mg/L ou 6-10°dH) ou muito dura (acima de 180 mg/L ou 10°dH).

A cor da água tratada, mesmo em pequenas quantidades pode ser indesejável esteticamente e indicar a presença de substâncias ou reações químicas indesejáveis no processo de tratamento. Alcalinidade da água para os consumidores pode ter um impacto na qualidade sensorial, como sabor e odor e, na eficácia de certos produtos domésticos, como detergentes e produtos de limpeza.

No entanto, é importante ressaltar que o cloro residual na água tratada também pode ter efeitos indesejáveis, como sabor e odor característicos. Portanto, é necessário avaliar e ajustar as práticas de desinfecção de acordo com as características específicas da água tratada em cada ETAs.

O cloro residual livre é importante para garantir que a água tratada. O cloro residual livre é importante para garantir que a água tratada. Portanto, é importante monitorar e controlar a cor na água tratada das ETAs, buscando-se manter os valores dentro dos limites estabelecidos pelas normas e legislações vigentes. Ele atua como uma barreira contra o crescimento de microrganismos ao longo do sistema de distribuição, garantindo que a água permaneça microbiologicamente segura até o ponto de consumo.

Para reduzir a dureza da água, alguns sistemas de tratamento podem empregar processos de abrandamento, como a adição de substâncias químicas que precipitam os minerais responsáveis pela dureza. Um pH adequado na água tratada é importante por várias razões. Alcalinidade: É a medida da capacidade da água neutralizadora, que pode ser influenciada pela presença de bicarbonato, carbonatos e hidróxidos.

2.2.6 Parâmetros Microbiológicos da Água Tratada nas ETAs

A presença de enterococos na água tratada pode indicar que a água está contaminada por fezes humanas ou animais. A *legionella* pode se desenvolver em sistemas de água quente e fria e é um problema comum em prédios comerciais e residenciais. A presença de *legionella* na água tratada indica a necessidade de medidas preventivas para evitar a disseminação da doença. A análise microbiológica da água tratada é realizada em laboratórios especializados e segue normas e metodologias específicas para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados (LOSCH *et al.*, 2019).

Os resultados dessa revisão bibliográfica indicam que, apesar dos avanços tecnológicos e das normas e legislações vigentes, ainda existem desafios relacionados à qualidade da água tratada, como a presença de contaminantes emergentes e a falta de tratamento adequado em algumas regiões. Assim sendo, isso ajuda a identificar possíveis variações na qualidade da água ao longo do tempo e permite a tomada de medidas preventivas antes que problemas mais graves ocorram.

As discussões apontam para a necessidade de aprimoramento dos métodos de tratamento utilizados nas ETAs, bem como a importância da atualização das normas e legislações vigentes, a fim de garantir a efetividade do controle de qualidade no tratamento da água.

Além disso, é importante considerar a participação da população na conscientização e no monitoramento da qualidade da água, bem como a necessidade de investimentos em infraestrutura e tecnologia para aprimorar o tratamento da água em regiões onde há deficiência.

3. CONCLUSÃO

É importante reiterar que o controle de qualidade é fundamental para garantir a saúde pública e a preservação do meio ambiente na realização de análises e monitoramento da qualidade da água ao longo do processo de tratamento, bem como a adoção de medidas preventivas e corretivas para garantir a eficácia do tratamento.

Além disso, foi possível identificar as principais fontes de contaminantes da água tratada estão relacionadas à atividade humana e efluentes domésticos. O tratamento da água nas ETAs é um processo complexo que envolve a utilização de tecnologias e equipamentos específicos para cada etapa.

A desinfecção, por exemplo, é uma etapa crucial para eliminação de microrganismos patogênicos e a preservação de doenças transmitidas pela água. Portanto, ações integradas entre as entidades responsáveis pelo tratamento de água, são necessárias para minimizar os impactos sobre a qualidade da água.

Por fim, conclui-se que o controle de qualidade no tratamento de água é uma atividade fundamental para garantir o acesso de qualidade e segurança da população e a preservação do meio ambiente. É necessário que haja um compromisso contínuo das autoridades responsáveis e das empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água para que sejam garantidos os padrões de qualidade estabelecidos pelas normas e legislações vigentes.

Referências

AMARAL, R. O.; CORDEIRO, M. G. Controle de qualidade da água em estações de tratamento: uma revisão sistemática. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 6, 2016.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Resolução Ana nº 925, de 6 março de 2019**. Estabelece critérios para a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Disponível em: http://www.ana.gov.br/legislacao/resolucoes/item/download/5347_78101745de01f42c1b9de6e41a1d95a6. Acesso em: 15 maio 2023.

ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 22, n. 3, p. 211-217, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: 2007. **Água tratada – Determinação de turbidez, cor aparente e cor verdadeira**. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 22 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: 1992. **Água para uso doméstico – padrões de potabilidade**. 2011. Disponível em: <https://normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/5609/identificar/visitante>. Acesso em: 25 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: 2014. **Água Potável – determinação de turbidez**. 2014. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 20 maio 2023.

BARROS, R. T. V. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Desal/UFGM, 1995.

BRASIL. Funasa. **Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados**



à um saneamento ambiental inadequado: Estudos e Pesquisas. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde – Funasa, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

COLLINS, M. R.; RODRIGUEZ, L. C.; BONIFACIO, G. P. **Water treatment:** principles and design. 3 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

CONAMA. **Resolução Conama nº 357, de 17 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 lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html> , acessado em: 16 maio 2016.

FERNANDES NETO, M. L. **Norma brasileira de potabilidade de água:** análises dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco. 2010. Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/2581/ve_Maria_de_Lourdes_ENSP_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 maio 2023.

FORTES, A. C. C.; BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 20-34, 2020.

GUERRA, L. V.; SILVA, B. D. Vigilância da qualidade da água para consumo no Estado do Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/G8pPKd5bd7dFMrfP73mr8tR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 maio 2023.

LOSCH, L. S. *et al.* Presencia de especies de Legionella en reservorios domiciliarios de agua de Resistencia Chaco, Argentina. **Revista Argentina de Salud Pública**, v. 10, n. 40, p. 19-25, 2019.

POHLMANN, P. H. M. *et al.* Tratamento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 485-492, 2015.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente e Monitorização. **Decreto-lei nº 236, de 1998.** Disponível em <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=15&sub3ref=93>. Acesso em: 20 maio 2023.

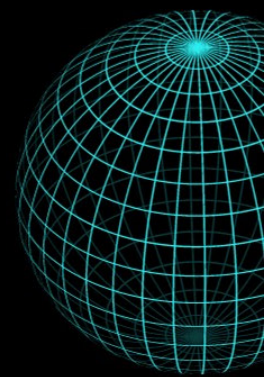
REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Publicação eletrônica da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), que publica artigos sobre tecnologia e gestão do saneamento ambiental, incluindo o tratamento da água.** 29 de set, 2017.

ROSALINO, M. R. R. **Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia o Ambiente) -Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/303714863.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2023.

SISAGUA. **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2020 Disponível em: <https://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf>. Acesso em: 30 maio 2023.

VENTURA, K. S.; VAZ, P.; NASCIMENTO, S. G.. Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 109-119, 2019.

39



CONTROLE DE QUALIDADE NO TRATAMENTO DA ÁGUA

QUALITY CONTROL IN WATER TREATMENT

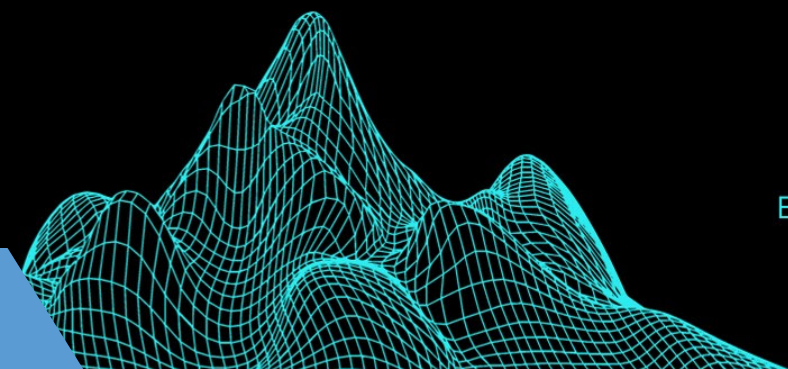
Mike Luan Ferreira da Silva¹

Orlando Benício Santos²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Os resíduos sólidos industriais são classificados em classe I, classe II, classe III e perigosos, de acordo com seu grau de risco e impacto no meio ambiente e na saúde humana. O gerenciamento adequado desses resíduos é essencial para reduzir os impactos ambientais, e a destinação correta evita a mistura de resíduos, o que poderia resultar em materiais ainda mais danosos. Tambores, contêineres, tanques e acondicionamento a granel são locais apropriados para armazená-los, e medidas de reutilização, prevenção e reciclagem devem ser implementadas, aproveitando a coleta seletiva como ferramenta para combater e controlar os resíduos. Políticas públicas mais assertivas, incluindo práticas sustentáveis, conscientização e cumprimento das regras ambientais, são de extrema importância, assim como o uso de tecnologias que inibam a criação de lixões clandestinos e reduzam o número de aterros sanitários. Em resumo, o gerenciamento adequado de resíduos sólidos industriais requer ações integradas que visem à sua correta destinação, prevenção e redução dos impactos ambientais, além do cumprimento de normas e regulamentos. Para promover uma gestão adequada, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas mais assertivas, que incluam práticas sustentáveis, conscientização e o cumprimento rigoroso das regras ambientais. A sensibilização da sociedade sobre a importância de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos é fundamental para o sucesso das iniciativas de gestão. O uso de tecnologias também desempenha um papel fundamental no manejo dos resíduos sólidos industriais, e a adoção de tecnologias que inibam a criação de locais ilegais e reduzam a necessidade de aterros sanitários é essencial para minimizar os impactos ambientais.

Palavras-chave: Destinação. Gerenciamento. Meio ambiente

Abstract

Industrial solid waste is classified into Class I, Class II, Class III, and hazardous categories based on their level of risk and impact on the environment and human health. Proper management of these wastes is crucial for mitigating environmental impacts, and correct disposal prevents the mixing of waste, which could lead to even more harmful materials. Drums, containers, tanks, and bulk storage are suitable locations for storing them, and measures such as reuse, prevention, and recycling should be implemented, utilizing selective collection as a tool to combat and control waste. Public policies that are more assertive, including sustainable practices, awareness, and compliance with environmental regulations, are of utmost importance, as well as the use of technologies that prevent the creation of illegal landfills and reduce the number of sanitary landfills. In summary, effective management of industrial solid waste requires integrated actions aimed at proper disposal, prevention, and reduction of environmental impacts, in addition to compliance with norms and regulations. To promote adequate waste management, the development of more assertive public policies is necessary, including sustainable practices, awareness, and strict compliance with environmental rules. Raising awareness among society about the importance of reducing, reusing, and recycling solid waste is fundamental for the success of management initiatives. The use of technologies also plays a crucial role in handling industrial solid waste, and the adoption of technologies that inhibit the creation of illegal sites and reduce the need for sanitary landfills is essential for minimizing environmental impacts.

Keywords: Disposal, Management, Environment.

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas que afetam a humanidade é a destinação incorreta de resíduos. Com o processo de industrialização e o aumento da produção, isso se tornou cada vez mais evidente, pelo seu consumo desenfreado. Com isso, sérios danos ao meio ambiente foram notados pela contaminação de afluentes e problemas sérios à saúde do ser humano e animais.

Compreender a propriedade de cada resíduo sólido, permitirá o tratamento de forma adequada, gerando segurança e preservação para o meio ambiente. Sendo assim, realizar a destinação final, como armazenamento e transporte de cada material, com base no grau de impacto ambiental, será de suma importância para esse gerenciamento. **É muito importante salientar que diversas vezes esses materiais são despejados em locais inadequados (como em aterros ilegais), contribuindo para a contaminação de lençõs freáticos, solos e contribuir para a degradação do meio ambiente.**

O artigo será publicado como capítulo de livro, em formato e-book, no site da Editora Pascal, eventualmente poderão ser disponibilizados em sites de editoras parceiras. Este documento está escrito de acordo com o modelo indicado para os artigos, assim, serve de referência, ao mesmo tempo em que comenta os diversos aspectos da formatação.

Observe as instruções e formate seu artigo de acordo com este padrão. Recomenda-se, para isso, o uso dos estilos de formatação pré-definidos que constam deste documento. Para tanto, basta copiar e colar os textos do original diretamente em uma cópia deste documento.

Lembre-se que uma formatação correta é essencial para o encaminhamento do seu trabalho ao Conselho Editorial para avaliação.

2. DESENVOLVIMENTO

Com a revolução industrial, o acúmulo de resíduos sólidos e a sua destinação inadequada, tem colaborado para a poluição de rio, mares, solos, além de afetar a vida do ser humano e de animais. Hoje em dia, grande parte desses materiais são recolhido e jogados em qualquer lugar, sem a sua destinação adequada. Com a Lei nº 12.305, de agosto de 2010, foram definidos a forma correta do gerenciamento dos resíduos nos municípios, possibilitando que empresas ganhassem um selo verde, assegurando o compromisso e responsabilidade com o meio ambiente (LAGE FILHO, 2013).

Os resíduos são caracterizados por: Materiais nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

São considerados também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, que apresentam algumas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível, segundo a ABNT (2004).

Os resíduos podem ser classificados: Classe I, classe II, classe III. Classe I ou perigosos, podem ser caracterizados de acordo com o Centro Internacional de Materiais e Meio Am-



biente (CIMM, 1997-2022), os resíduos podem representar perigo para a saúde pública e o meio ambiente devido às suas propriedades físico-químicas e infectocontagiosas. Para serem considerados, é necessário que possuam pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

De acordo com a ABNT (2004), a classe II de resíduos, também conhecida como não inertes, refere-se àqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I (perigosos) ou classe III (inertes) de acordo com a NBR 10004. Esses resíduos podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Conforme a ABNT (2004), são classificados como resíduos classe III aqueles que, quando amostrados de forma representativa conforme a NBR 10007 e submetidos a um teste de solubilização de acordo com a NBR 10006, não apresentam nenhum dos seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção dos padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Exemplos desses materiais incluem rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não se decompõem de forma imediata.

A gestão e o gerenciamento de resíduos são de suma importância para a segurança e preservação do meio ambiente. De acordo com Lima (2002), o gerenciar de forma adequada cada resíduo, deverá ser realizado com responsabilidade, afinal a destinação desses materiais pode ser feita de formas distintas. Sendo assim, os resíduos não devem ser armazenados juntos, para que não haja possíveis danos ao meio ambiente. Com a sua mistura, poderá resultar em um material ainda mais perigoso.

Recomendo-se realizar a sua separação (classe II e III) em tambores, contêineres, ou mesmo em tanques e a granel ABNT (2004). Para o armazenamento desses materiais, é necessário seguir alguns requisitos: “Sistema de isolamento tal que impeça o acesso de pessoas estranhas e sinalização de segurança e de identificação dos resíduos ali armazenados” ABNT (2004). É importante salientar que existe uma diferença entre resíduos e rejeitos. Os resíduos após sofrer descarte, podem ser reutilizados, formando uma nova matéria-prima com diversas finalidades.

RECIPIENTES	USADO PARA:
TAMBORES METÁLICOS DE 200 LITROS	Resíduos sólidos sem características corrosivas
BOMBONAS PLÁSTICAS DE 200 OU 300 LITROS	Resíduos sólidos com características corrosivas ou semi-sólidos em geral
BIG-BAGS PLÁSTICOS	São sacos, normalmente de polipropileno trançado, de grande capacidade de armazenamento, quase sempre superior a 1 m ³
CONTÊINERES PLÁSTICOS, PADRONIZADOS NOS VOLUMES DE 120, 240, 360, 750, 1.100 E 1.600 LITROS	Resíduos que permitem o retorno da embalagem
CAIXAS DE PAPELÃO, DE PORTE MÉDIO, ATÉ 50 LITROS	Resíduos a serem incinerados

Figura 1. Esquematisação do acondicionamento de resíduos sólidos industriais

Fonte: NASCIMENTO (2017)

De acordo com a norma ABNT NBR 13.221/200 (2010), que trata do transporte de resíduos sólidos, é fundamental estabelecer diretrizes para a execução dessa atividade de forma adequada:

O transporte dos resíduos sólidos precisa ser realizado por meio de equipamentos que

obedeçam às regulamentações;

Durante o transporte, o equipamento deve estar em segurança para que não haja qualquer tipo de vazamento ou derramamento do resíduo;

Durante o transporte, o resíduo precisará ser muito bem protegido, caso haja qualquer problema, não aconteça qualquer tipo vazamento nas vias públicas;

Os resíduos não podem fazer parte do mesmo transporte de alimentos, medicamentos ou qualquer produto que seja destinado ao ser humano ou animais;

Durante o transporte dos resíduos sólidos, é de suma importância atender à legislação ambiental (federal, estadual ou municipal.);

A descontaminação dos resíduos deve ser realizada em locais autorizados pelo órgão de controle ambiental.

De acordo com (MONTEIRO, 2001). o tratamento de resíduos sólidos domiciliares também é um mecanismo essencial para o reduzir a quantidade de lixo, realizar o reaproveitamento e praticar a separação do lixo para o processo de reciclagem. Papel esse, que é prestado pela própria população como ferramenta de conscientização, ele explica ainda que o processo de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, trará inúmeras vantagens:

- Auxilia na preservação dos recursos naturais;
- Por conta da redução do lixo, haverá economia no transporte desses materiais;
- Permitindo o crescimento de empregos e o aumento da renda dos trabalhadores;
- Reciclar é conscientizar a população para ajudar o meio ambiente

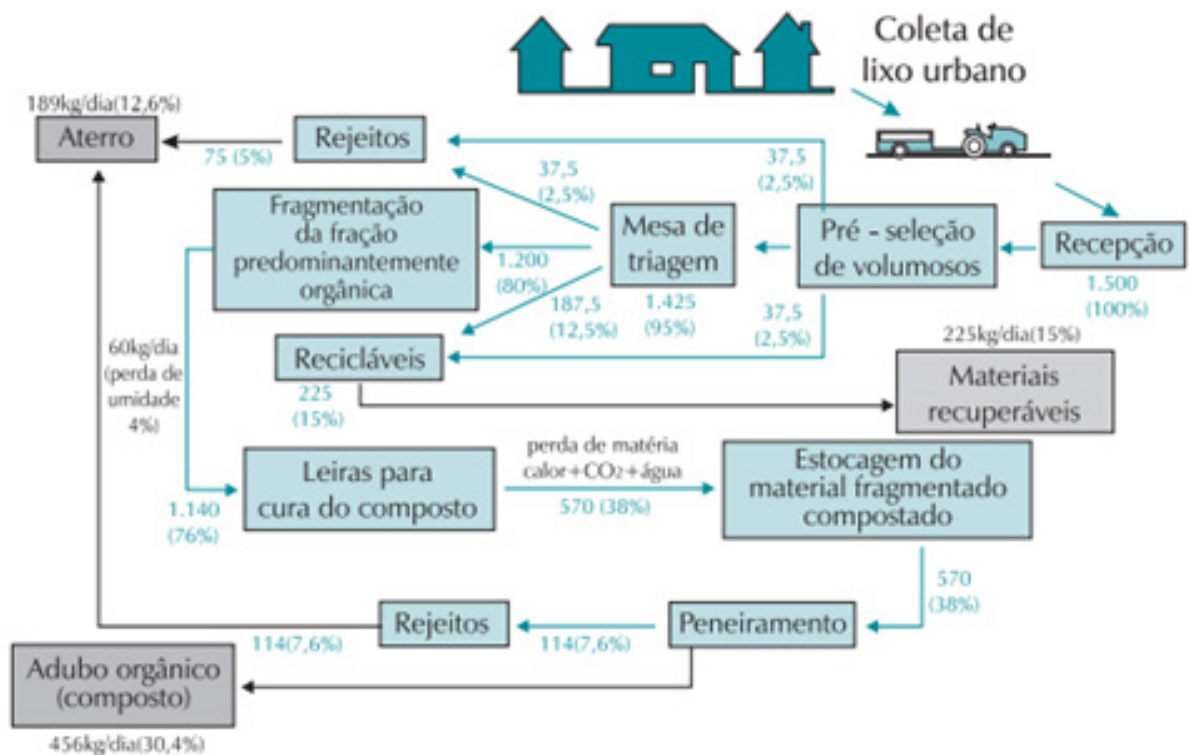


Figura 2. processo de reciclagem de resíduos sólidos domésticos

Fonte: MONTEIRO (2001)

A disposição adequada dos resíduos sólidos domiciliares recomenda-se que seja re-

alizada em aterros. Tendo como principais depósitos os tipos: Aterros sanitários e aterros controlados.

Com o crescimento das grandes cidades, surge um desafio significativo relacionado à coleta e destinação dos resíduos.

Destinar corretamente esses materiais, possibilitará um grande salto para a conscientização e preservação. Porém, é necessário políticas públicas para que isso seja realizado de forma assertiva, pois o Brasil ainda apresenta grandes problemas referente a destinação desses materiais, que acabam sendo jogados em locais inapropriados.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, caso o país continue com o mesmo tratamento de destinação desses resíduos, apenas em 2060 será efetivo. (ABRELPE, 2012).

Segundo Monteiro (2001) um dos principais problemas associados a esses materiais é a sua destinação final. Infelizmente, devido à sua visibilidade, muitas vezes é negligenciado o controle e a preocupação com o meio ambiente. O sistema de limpeza urbana acaba depositando esses materiais sem qualquer tipo de supervisão adequada, resultando na criação de inúmeros “lixões” a céu aberto, causando impactos diretos na saúde humana, nos animais e em diversos problemas ambientais, como a contaminação dos lençóis freáticos.

Situação do destino final nas regiões brasileiras					
REGIÕES	LIXÕES	ATERROS SANITÁRIOS	ATERROS CONTROLADOS	USINAS	OUTROS
Norte	89,70	3,67	3,99	2,58	0,06
Nordeste	90,67	2,25	5,45	0,74	0,89
Centro-Oeste	54,05	13,10	27,00	5,02	0,83
Sudeste	26,58	24,62	40,48	4,41	3,91
Sul	40,72	51,97	4,91	0,98	1,42
Brasil	49,27	23,33	21,90	3,00	2,50

Figura 4. Destinação final de resíduos

Fonte: MONTEIRO (2001)

O destino final dos resíduos sólidos em aterros sanitários tem aumentado. No ano 2012, por exemplo, 58% dos municípios brasileiros que ainda tinham resíduos em seus aterros sanitários, o que corresponde a 2.213 municípios que utilizavam aterros sanitários para a disposição final. No entanto, 1.579 dos 5.564 municípios brasileiros ainda dispõem em lixões, e 1.773 em aterros controlados (ABRELPE, 2012).

3. METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica de trabalhos publicados nos últimos vinte anos em dissertações, livros e artigos científicos escolhidos por meio de pesquisas nas seguintes bases de dados (Google acadêmico, Scielo, Portal da Capes etc.).

O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 20 anos. As palavras-chave empregues na busca serão: “resíduos sólidos”, “descarte”, “gerenciamento”, “meio ambiente”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com o seu grau de periculosidade. Segundo CIMM, a classe I oferece risco à saúde pública e ao meio ambiente, por conta das características apresentadas por esses materiais, podendo ser inflamável, com propriedades corrosivas, além da toxicidade e o seu grau de patogenia. A classe II também é conhecida por não inerte. Logo, apresentam em suas propriedades, como a combustão e ainda são solúveis em água, segundo a ABNT (2004).

Segundo Lima (2002) é de suma importância que o gerenciamento desses resíduos aconteça de forma adequada, compreendendo suas características e destinação final. O armazenamento de cada material deverá ser realizado de forma separa, para que não haja prejuízo ao meio ambiente.

Observou-se uma grande preocupação em relação a questões ambientais, por isso foi necessária criar uma classificação para compreender como a destinação dos resíduos sólidos industriais estavam sendo realizados, criando assim, grupos específicos chamado: Perigosos e não perigosos.

O anexo 1 mostra a classificação dos resíduos, necessário para identificar corretamente um resíduo, a primeira etapa é determinar sua origem. Em seguida, é importante verificar se o resíduo se enquadra nos anexos A ou B, que definem sua classificação. Caso não seja possível fazer essa identificação, é crucial analisar se o material é inflamável, corrosivo, tóxico ou patogênico. Essa análise permitirá identificar e classificar os resíduos de acordo com seu grau de periculosidade.

A Figura 1 ilustra as diferentes formas de acondicionar os resíduos sólidos industriais. Inicialmente, temos tambores metálicos com capacidade de 200 litros, destinados apenas a materiais não corrosivos. As bombas plásticas são utilizadas para armazenar resíduos corrosivos ou semissólidos em geral. Big-bags oferecem grande capacidade de armazenamento, quase superior a 1m³. Os contêineres plásticos são empregados quando é possível reutilizar as embalagens. Por fim, os resíduos sólidos que podem ser facilmente incinerados são armazenados em caixas de papelão de até 50 litros.

A Figura 2 ilustra o fluxograma do processo de reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Inicialmente, ocorre o recolhimento do lixo, seguido pela etapa de triagem, na qual os materiais são classificados como recicláveis, orgânicos ou rejeitos que serão destinados a aterros. No caso dos materiais identificados como recicláveis, eles passam pelo processo de reaproveitamento. Já os materiais orgânicos têm a opção de serem transformados em adubo, enquanto os rejeitos são descartados adequadamente.

A figura 3 ilustra a situação preocupante da destinação de resíduos nas diferentes regiões do Brasil. É crucial observar um grave problema relacionado aos lixões em todo o território nacional. Diante desse cenário, torna-se evidente que além dos desafios enfrentados, como a propagação de doenças, há também dificuldades na implementação de aterros sanitários que atendam aos requisitos estabelecidos. Além disso, é essencial que haja projetos ambientais específicos para transformar esses locais em unidades de tratamento de resíduos, ao invés de simples depósitos de materiais.

A coleta seletiva é um serviço essencial para a saúde pública, pois permite o recolhimento e a reciclagem dos materiais, além de reduzir os impactos ambientais. Além disso, a coleta seletiva é uma fonte de trabalho e renda para muitas famílias. No entanto, é fundamental conscientizar a população sobre a importância desse processo e engajá-la nesse trabalho coletivo.



5. CONCLUSÃO

Ao longo desta pesquisa, foram abordados de maneira abrangente os principais aspectos relacionados aos resíduos sólidos industriais, incluindo suas características, impactos ambientais e as melhores práticas de gerenciamento. Inicialmente, foram apresentadas as classificações dos resíduos, permitindo uma compreensão mais profunda das necessidades de tratamento e dos impactos associados ao descarte inadequado.

No decorrer do estudo, foram discutidas diversas estratégias para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, com ênfase na importância da reciclagem e na exploração das etapas envolvidas na destinação final dos materiais. Além disso, foram identificados e analisados os principais desafios enfrentados nesse processo, ressaltando a necessidade de abordagens mais eficientes para controlar e reduzir os impactos ambientais.

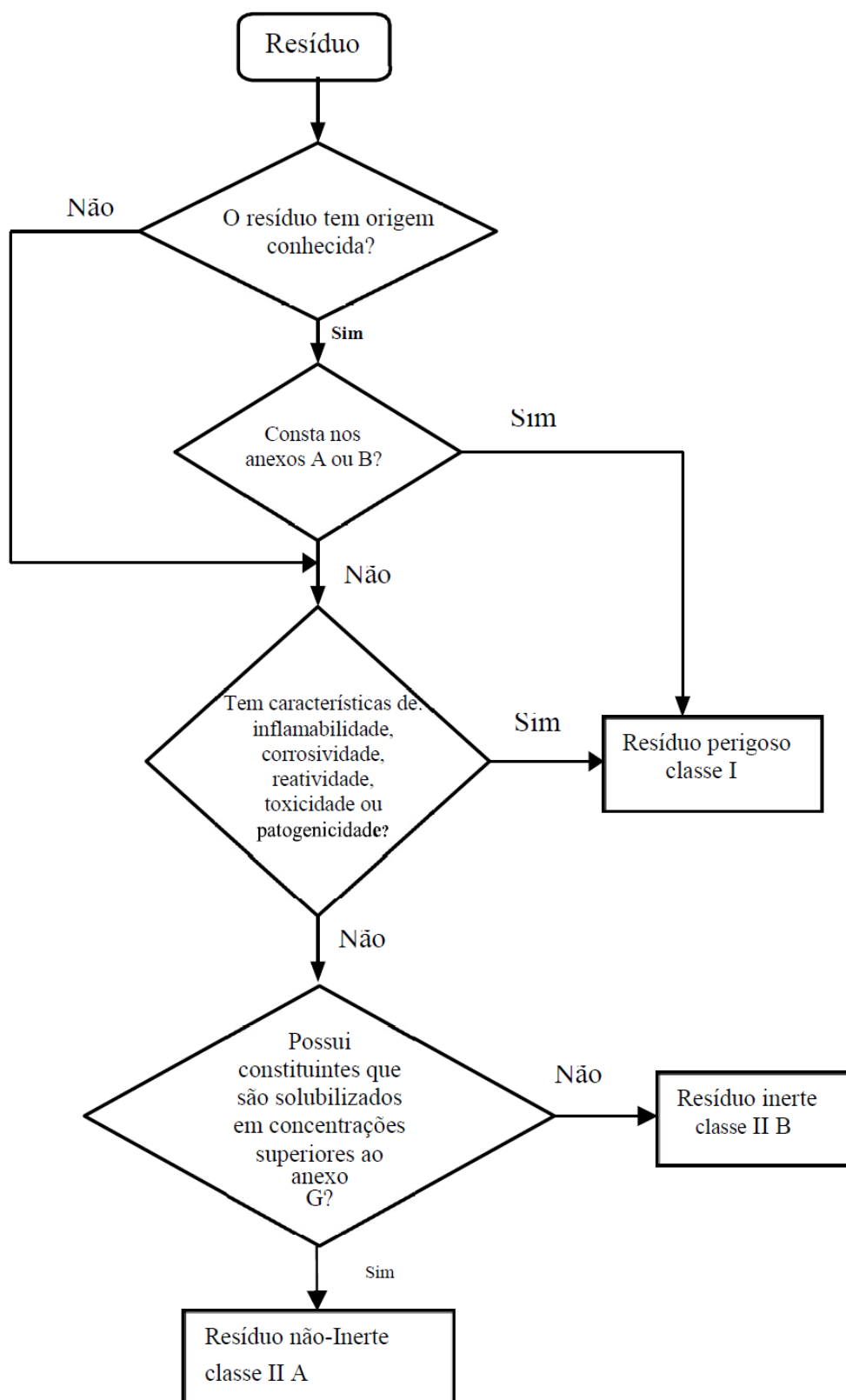
Uma proposta interessante para trabalhos futuros é investigar tecnologias inovadoras para o tratamento e a reciclagem de resíduos sólidos industriais, buscando alternativas mais viáveis e sustentáveis. Além disso, é fundamental realizar estudos de caso em diferentes setores industriais, a fim de compreender as particularidades e desafios específicos enfrentados por cada um. Essas pesquisas contribuirão para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes no gerenciamento dos resíduos sólidos industriais.

Em conclusão, esta pesquisa abordou de maneira clara e abrangente os principais pontos relacionados aos resíduos sólidos industriais. Compreender suas características, impactos ambientais e utilizar as melhores práticas de gerenciamento são cruciais para mitigar os problemas ambientais resultantes. No entanto, há desafios a serem superados e oportunidades de pesquisa futura para buscar soluções mais sustentáveis e eficientes no controle e manejo adequado dos resíduos sólidos industriais.

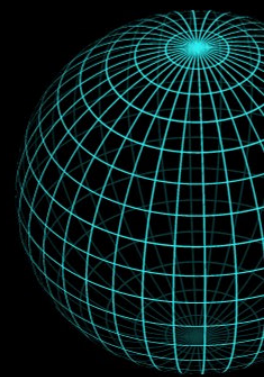
Referências

- ABRELPE. O descaminho dos lixos. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva/>>. Acesso em: 4 nov. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2010.
- 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, DF, de 03/08/2010, pág. nº 3.
- MONTEIRO, J. H. P.; et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 01/06/2023.
- LAGE FILHO, F.A. – comunicação pessoal, 21/11/2013.
- LIMA, J. D. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. João Pessoa: ABES, 2002.
- NASCIMENTO, Geizimara Nazaré Oliveira do. Resíduos Sólidos Industriais. São João del-Rei, 2017. Disponível em: <<https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/coqui/TCC/Monografia-TCC-Geizimara.pdf>>. Acesso em: 01/06/2023.

Anexo 1



40



PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

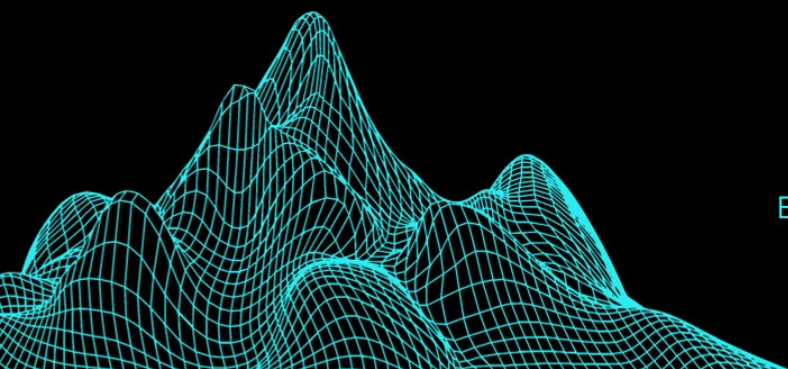
PRODUCTION OF BIOFUELS FROM SOLIDWASTE

Naiany Silva de Lima Sousa¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Produção da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A temática relacionada à poluição tem tomado destaque nas últimas décadas, por decorrência da crescente atividade comercial, ou seja, consumismo descontrolado, assim sendo, há a necessidade de alternativas limpas para essa problemática. Na busca por soluções surgem às fontes de energias renováveis, os biocombustíveis. O artigo analisou a importância da produção dos bioetanol, biodiesel, vantagens e desvantagens, e os diversos resíduos utilizados na produção como: resíduos agrícolas, florestais, resíduo industriais, resíduos orgânicos, resíduos animais entre outros. A metodologia adotada nessa pesquisa foi a revisão bibliográfica, a qual é caracterizada pelo levantamento de referências teóricas já publicadas organizadas em livros, teses, artigos e dissertações. Os resultados positivos alcançados apontam ações que utilizadas levaram a conscientização das autoridades competentes há investirem naquilo que trará benefícios para realidade ambiental, como por exemplo, produção limpa, baixa emissão de gases poluentes, alternativa aos combustíveis fósseis, diminuição dos efeitos da poluição. Além disso, há contribuição para o desenvolvimento social e econômico. São ganhos ambientais e econômicos proveniente da utilização de fontes renováveis.

Palavras-chave: Poluição. Bioetanol. Biodiesel. Fontes Renováveis. Sustentabilidade

Abstract

The theme related to pollution has been highlighted in the last decades due to the growing commercial activity, that is, uncontrolled consumerism; therefore, there is a need for clean alternatives to this problem. In the search for solutions, renewable energy sources, biofuels, have emerged. The article analyzed the importance of bioethanol and biodiesel production, advantages and disadvantages, and the various residues used in production, such as agricultural and forestry residues, industrial residues, organic waste, and animal waste, among others. The methodology adopted in this research was the bibliographic review, which is characterized by the survey of theoretical references already published in books, theses, articles and dissertations. The positive results achieved point to actions that were used to raise the awareness of the competent authorities to invest in what will bring benefits to the environmental reality, such as clean production, low emission of pollutant gases, alternative to fossil fuels, reducing the effects of pollution. Furthermore, there is a contribution to social and economic development. These are environmental and economic gains from the use of renewable sources.

Keywords: Pollution. Bioethanol. Biodiesel. Renewable Sources. Sustainability



1. INTRODUÇÃO

A cada fase da atividade humana há a produção de resíduos, desde os mais simples até os de última geração, que variam de acordo com os métodos de produção e práticas de consumo. No entanto, a crescente atividade industrial tem contribuído de forma significativa para os problemas gerados pelo consumismo, assim, a qualidade de vida das gerações futuras. Essas alterações trouxeram consequências desastrosas para a sobrevivência da vida em toda a biosfera, em razão disso, os impactos ambientais como desmatamentos, caça predatória, crescimento urbano, queimadas entre outros. Outro ponto que precisa ser levantado é a emissão de gases poluentes como consequência, diminuição da qualidade do ar, diminuição da velocidade da fotossíntese nas plantas, efeitos nocivos na natureza em grande escala, ou seja, chuvas ácidas, aquecimento global e a destruição da camada de ozônio. Essas atitudes trazem sérios danos aos seres humanos, causando diversos tipos de poluição, prejudicando assim, todo ecossistema.

Neste cenário, o uso dos resíduos torna-se uma opção promissora para produção de biocombustíveis, como pontos positivos baixa emissão de poluentes, fonte renovável, produção mais limpa, sustentabilidade global evitando a degradação do meio ambiente, recaíndo sobre o homem o compromisso de torna o mundo mais sustentável. Diante desse contexto, o objetivo desse artigo tem o intuito de abordar a produção de biocombustíveis a partir dos resíduos, compreendendo ações que minimizem esses impactos ambientais.

Para elaboração do presente trabalho foi utilizado à revisão bibliográfica em base de dados acessível ao público em geral, organizados em livros, artigos, teses, redes eletrônicas e dissertações. O problema enfrentado é a crescente poluição atmosférica nos centros urbanos e o descarte incorreto dos resíduos acarretando diversos tipos de contaminação. A escolha do tema em estudo tornou-se assertiva, pois há prosseguimento ao ciclo de vida, ou seja, minimização dos problemas ambientais, como: diminuição do dióxido de carbono, utilização dos combustíveis renováveis, produção agrícolas entre outros, embora que, ainda falte conciliação dos interesses econômicos, sócias e ambientais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para elaboração do presente trabalho foi utilizado a revisão bibliográfica apoiou-se em base de materiais secundários acessível ao público em geral, organizados em livros, artigos, teses, dissertações, selecionados através de busca das seguintes bases de dados: Scielo, Google acadêmico, Elsevier. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos quatro anos. A busca por livros foi realizada no site da biblioteca Pitágoras. As palavras-chaves para a busca foram: “resíduos sólidos”, “biocombustíveis a partir dos “resíduos”, “combustíveis sustentáveis”, “sustentabilidade ambiental” “. Todos os termos pesquisados foram em português, sendo que, as plataformas serviram-me de base de informações para compreensão da produção do biocombustível a partir dos resíduos.

2.2 Resultados e Discussão

De acordo com Lima (2013, p.02) a poluição alcança diretamente o ar, a água e o solo, e também impede o desenvolvimento da fauna e flora como consequência a degradação do meio ambiente. Isso significa que a poluição atinge o ecossistema na sua naturalidade, cujos recursos que o integram estão dispostos no art. 3º, inciso V, da Lei nº6938/81, como:

“a atmosfera, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora” (BRASIL, 1981).

Na atualidade, as mídias têm dado grande destaque aos danos decorrentes da degradação ambiental, pois estudos comprovam consequências de várias formas, como: a poluição atmosférica, poluição híbrida, poluição do solo, poluição sonora e as vibrações.

Outro fator notável é o desenvolvimento tecnológico aliado ao consumo exagerado que aumenta a geração de resíduos e o torna mais diversificado, acarretando complexidade, pois, são gerenciados de uma única forma, não sendo levado em consideração suas características e particularidades, tornando cada vez mais frequente a ocorrência de dados ambientais.

É significativa a intensidade e a frequência dos impactos relacionados à falta de gestão adequada dos resíduos sólidos exemplo disso é o depósito de resíduos a céu aberto conhecido como lixões. A Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que em quatro anos após a promulgação da Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010) não poderão ser mais encaminhados resíduos sólidos para os lixões.

Diante dessas vertentes negativas em relação ao meio ambiente, as buscas por energias renováveis como substitutos vem sendo amplamente estudada (MOTA; MONTEIRO, 2013) o aproveitamento dos recursos naturais de maneira correta é o mais importante passo para que possamos inverter esse quadro (PORTAL, 2001). A procura por combustíveis renováveis tem sido pauta de discussões no Brasil (MENEZES, 2014) esse interesse por fontes renováveis favorece significativamente, suavizando as emissões de dióxido de carbono (CO_2). Essas fontes de energia renovável se regeneram, são inesgotáveis, pois os recursos naturais utilizados têm essa capacidade (PORTAL, 2001).

Os biocombustíveis podem ser definidos como todo combustível de origem biológica, não fósseis, que pode ser produzido a partir da matéria prima renovável. Na visão de (CASCONI, 2007) os biocombustíveis produzidos a partir da transformação como, por exemplo: resíduos florestais, agrícolas, resíduos agrícolas e florestais, resíduos indústrias e resíduos animais entre outros, sendo obtidos de diferentes processos térmicos, químicos, bioquímicos, diferentes matérias-primas cana de açúcar, mandioca, milho, beterraba, trigo e processos fermentativos, sendo, éter, etanol, butanol, **etílico**, butil e outros produtos químicos (BALAT; BALATE, 2009).

As matérias orgânicas, ou seja, as biomassas mais conhecidas são cana-de-açúcar, soja, milho, beterraba, semente de girassol, madeira e celulose, fonte renováveis que produzem os combustíveis bioetanol, biodiesel, e o biogás todos de origem biológica.

O bioetanol, combustível renovável produzido a partir dos resíduos agroindustriais, como o bagaço de cana. Segundo Agência Nacional de Petróleo (ANP), (2019) o etanol ou álcool etílico, tem característica de um combustível, obtido pela combinação de açúcares, tendo como resultado uma substância química que tem a seguinte fórmula $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ em sua composição. Encontrado nos estabelecimentos como etanol anidro (ERA) ou etanol etílico hidratado (AEHR), contendo leves diferenças na fórmula, tendo o ERA etanol anidro, 0,4% de água em seu volume e o AEHR etanol etílico hidratado 4,9% (ANP, 2019).

Para (DEMIRBAS, 2005) o bioetanol pode ser produzido mediante o processo de conversão termoquímica da matéria, essa transformação produz gás de síntese (H_2 hidrogênio e CO monóxido de carbono) sendo conduzido por fermentadores especiais por meio dos microrganismos específicos.

No processo de produção do etanol o pré-tratamento é realizado em reator com ácido, hidrólise branda, em que há a quebra da estrutura cristalina da fibra no bagaço de cana e a reabilitação de açúcares com facilidade de hidrolisar, em seguida, acontece à



deslignificação, na qual a lignina, complexo que dá resistência à fibra, com a ação de microrganismos que é protegida pela celulose, no entanto, apresenta bloqueio no processo fermentativo (AMARAL, 2010). Fermentação é a próxima etapa no qual o líquido obtido no tratamento ácido é rico em açúcares o qual é fermentado pela levedura *Pichia stipitis*, o sólido proveniente da celulose também passa por tratamento, processo de sacarificação por meio de enzimas fermentadas pela levedura, o fungo utilizado também no processo da fabricação do pão. Diluição etapa final. Os dois líquidos provenientes da fermentação são destilados e o processo do produto é o etanol.

O etanol é o principal biocombustível no Brasil, produzido através da cana-de-açúcar, que tem em seu ciclo (corte e plantio) reunindo-se em enormes plantações (CERQUEIRA, 2010).

Nos Estados Unidos o etanol é produzido a partir dos grãos milho, soja, beterraba entre outros, ou seja, são os recursos renováveis utilizado, sendo assim, a cana-de-açúcar não é a única fonte do etanol (CERQUEIRA, 2010)

Para se produzir o bioetanol à fermentação é uma das etapas, onde a matéria-prima amilácea, passa por um processo de hidrólise enzimática a altas temperaturas para ser quebrado em açúcares e polissacarídeos, esse solvente, é então fermentado por levedura na qual a obtenção do produto final, o etanol (SANCHES; CARDONA, 2008).

O processo varia dependendo da matéria-prima, para resíduos açucarados, não necessita da quebra do amido em açúcares, pois já tem açúcar na solução, nesse caso a biomassa passa por extração e por difusão ou pressão. E quando se trata de biomassas celulósicas a trituração, seguida, de uma hidrólise ácida ou enzimática é antecedida a fermentação dos açúcares. A etapa de fermentação ocorre igualmente para todos os casos (BNDS; CGEE, 2008).

Uma das vantagens que pode ser considerada é que o combustível etanol é renovável, quando há produção, há também diminuição do efeito estufa (BORJESSON, 2009) o etanol não entra na lista dos responsabilizados pela emissão dos poluentes (CERQUEIRA, 2010).

A produção do etanol cresce no Brasil. Os países que mais produzem são o Brasil e os Estados Unidos com um percentual de 85% de etanol mundial (GAZZONI, 2010)

Uma das desvantagens é a necessidade de desmatar áreas florestadas levando a perda da biodiversidade, pois há a necessidade de vastas áreas de plantio de sua matéria-prima, o aproveitamento abusivo causa o empobrecimento do solo, a mudança do cultivo é outro problema, pois a agricultura tradicional deixa de ser produzida para dá lugar ao cultivo das matérias primas do etanol, gerando insegurança alimentar (AMARAL, 2010).

O biodiesel (ésteres monoalquilo) combustível de queima limpa, derivado de fontes renováveis é primeiramente obtido do girassol, amendoim, mamona, semente de algodão, podendo ser obtido também a partir de gordura animal, obtidas em matadouros e óleo já utilizado em frituras. Essa alternativa resolve dois problemas ambientais, reduz a poluição atmosférica e aproveita os resíduos sendo uma opção para os combustíveis tradicionais (PORTAL, 2001).

Nas palavras de (ALVES, 2010) o biodiesel é um combustível compostos por monoalquilésteres de cadeia longa, ácidos graxos, produzido através de fontes renováveis que atende as especificações da Agência Nacional de Petróleo, derivado de óleos vegetais como girassol, mamona, soja, babaçu e demais oleaginosas, gorduras animais, sua produção é um processo químico que remove a glicerina do óleo.

Segundo a Resolução da ANP nº7/2008 o biodiesel é um combustível produzido a partir da soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso, ou seja, óleo vegetal, essas espécies são encontradas no Brasil, no entanto o óleo in natura atende as especificações estabelecidas. Para se tornar compatível com os motores a diesel precisa de um processo químico chamado de transesterificação.

Para (AQUINO, 2012) o biodiesel pode ser produzido por vários processos, os principais são transesterificação, esterificação, e a pirólise, sendo que, a transesterificação é o mais utilizado nas indústrias devido o seu grau de eficiência, além disso, os óleos vegetais, óleos residuais, gorduras animais e ou microalgas são validos nesse procedimento. No decorrer do processo geram-se resíduos e coprodutos, reutilizados em outras tarefas, tornando a síntese do combustível mais suportável possível.

A utilidade do biodiesel, como combustível reduz a emissão na atmosférica em 20% de enxofre, 98% de gás carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos, 26,8% de material particular e 4,6% de óxido de nitrogênio em relação ao óleo diesel mineral (DANTAS, 2004). Para (HOLLANDA, 2004) como consequência há uma produção em crescimento e o uso de biodiesel em diversos países Europeus, Alemanha, França destaca-se na fabricação.

A reação química de um óleo vegetal com álcool na presença de um catalisador é a transesterificação. Na transformação, obtém-se o éster metílico ou etílico (denominado biodiesel) conforme o álcool usado e a glicerina. Durante o processo a transformação do óleo vegetal em biodiesel, a glicerina compõe cerca de 20% da molécula de óleo vegetal e como principal constituindo é o glicerol, removida e substituída pelo álcool, deixando o óleo mais fino e reduzido sua viscosidade (MEIRELLES, 2003).

Para (CORREIA; CAITANO, 2005) o biodiesel apresenta baixo risco de explosão, facilidade de transporte e armazenamento, que necessita de uma fonte de calor, superior a 1.500°C, vantagem de ordem técnica. Outro aspecto favorável destaca-se pelo aumento da oferta de oleaginosas, sendo um importante insumo para a indústria de alimentos e ração animal, também funciona como fonte de nitrogênio para o solo.

Segundo (ALISHALA, 2019) o biodiesel é um biocombustível de fonte renovável e produz 70% menos gases causadores do efeito estufa, não tóxico, igualada ao combustível fóssil, degradando-se quatro vezes mais rápida, tem ação lubrificante, aumentando a vida útil do motor, pois elimina todo tipo de sujeira deixada no motor. Outro benefício é que funciona direitinho em motores que trabalham com petróleo sem necessidade de ajustes ou modificações, além disso, possui propriedades superiores de cetanos, melhorando a qualidade de combustão do motor. (CORDEIRO et al, 2011)

Para redução de 2,5 toneladas de dióxido de carbono presentes na atmosfera é necessária uma tonelada de biodiesel, reduzindo significadamente consequências do efeito estufa (FREITAS; PENTEADO, 2006).

Um das maiores desvantagens ao biodiesel estão na questão econômica. A representação mais simples de uma usina de produção do biodiesel torna-se inviável as comunidades agrícolas, devido ao alto custo, esses valores representam maiores obstáculos para sua comercialização. Outro ponto a ser analisado, é o custo do óleo diesel no Brasil, que é um dos menores no mundo. Para possibilidade de competição do novo combustível com o óleo diesel mineral, seria a isenção de impostos e taxas para a cadeia produtiva (PARENTE, 2003).

É possível a redução da emissão de vários gases nocivos na atmosfera, pois os recursos naturais estão sendo utilizados de forma correta, aliviando os aterros sanitários, além disso, com a produção dos biocombustíveis, há incremento nas economias locais e regio-

nais tanto na etapa agrícola como na indústria de bens e serviços, pois há novos postos de trabalho no campo direto ou indireto, milhares de famílias serão beneficiadas principalmente agricultores do semiárido brasileiro há benéficos tanto no aspecto social, ambiental e econômico.

Portanto as ações que podem contribuir significadamente para o crescimento da produção de biocombustíveis é o investimento em pesquisas nessa área específica, conscientização e atitudes, como leis punitivas para as autoridades e cidadão comum que negligenciarem aquilo que é exigido, políticas públicas atuando em questões relativas à legislação, educação, uma mesma linguagem entre os setores públicos, privados, garantindo autonomia na sua produção. Empresas investindo em projetos que possibilitem a utilização dos seus próprios resíduos em outros processos ou até mesmo dentro da empresa. Essa nova mentalidade demonstra uma relação respeitosa e harmoniosa consigo mesmo, com os outros e com o meio ambiente.

3. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que é possível a utilização dos resíduos para a produção do bioetanol e o biodiesel, sendo que há diferenciação no processo de fabricação e nos resíduos utilizados. É evidente as vantagens, pois, há uma diversidade de matéria-prima renováveis, e o aproveitamento está ligado a diminuição do CO₂, energia limpa, que evita os impactos ambientais. Ao ser utilizados os resíduos sólidos para a produção de biocombustíveis dois problemas ambientais são reduzidos, a poluição atmosférica e os resíduos. Percebe-se ainda que a mudança de mentalidade na sociedade como um todo, faz-se necessário, partindo da base, pesquisas que incentivem a restauração do ambiente natural e a valorização das culturas sustentáveis, políticas públicas voltadas para a conscientização ambiental, entendendo valores, discutindo ideias e construindo valores sólidos, uma comunicação eficiente entre o setor público e privado, assim sendo, terá exemplos de sucesso, pessoas capacitadas, ideias inovadora que acreditam que é possível encarar a problemática com a possibilidade de mudança.

Referências

- ANP - **AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS**. Etanol. 2016
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010^a. Institui a Política de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/ato2007-010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 10 de abr. 2022.
- BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente e instituiu o sistema nacional do meio ambiente- SISNAMA. **República Federativa do Brasil** Brasília, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em 18 abr. 2022.
- Carvalho, Carla Toscano. **Avaliação e análise da utilização de resíduos para produção de biocombustíveis**. 2022. P.1-71. Trabalho de Conclusão de curso.
- Cavalcanti, L; Oliveira, D; Azevedo, P. **Tratamento de resíduos da indústria de biocombustível**. Salvador: Universidade Federal de Educação Ciências e Tecnologia da Bahia. Anuais de Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol.7: Congestos, 2019.
- GAZZONI, D.L. **Álcool: Etanol Brasileiro**. Disponível em <http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>. Acesso em 15 abr. 2022
- Gomes, C; Sampaio, J. **Biocombustíveis á caminho de uma sociedade de reciclagem**. Revista eletrônica de Direito Público, Lisboa. V.04. nº02. p.389-418, 2017.

Júnior, L; Kaminski, M; Kazak, R. **Bioetanol, Biodiesel e Combustíveis: Perspectivas para o futuro.** Repositório do Conhecimento do IPEA. Universidade Federal, dezembro.2009. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br>.

Klein, K; Araújo, E. **Produção de Biodiesel através da utilização de rejeitos de metanol gerados por laboratório de controle de qualidade em indústrias do polo farmacêutico da cidade de Anápolis.** IBEAS Instituto brasileiro de Estudos Ambientais. Goiânia. 2012.

Lima, Rosimeire Midori Suzuki Rosa. **Poluição, resíduos sólidos e meio ambiente.** São Paulo; Pearson Education do Brasil, 2013.

Menezes, C; Fidalgo, J; Silva, T. **Produção de biodiesel a partir de óleos residuais de fritura: sustentabilidade e maior demanda energética.** Revista de divulgação do projeto da universidade Petrobras e IF Fluminense. v.1p.279-283, 2010.

Menezes, Jeane; Denise de Souza (Org.) et al. **Biocombustíveis: Perspectivas do desenvolvimento sustentável.** 1.ed. Araújo SE: Criação Editora, 2019.

Ribeiro, Daniel Veras. **Resíduos sólidos problema ou oportunidade.** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

Silva, K; Chagas, K; Cruz, M. **Produção de biocombustíveis a partir de resíduos vegetais, etanol, biodiesel e hbio.** Revista de divulgação do projeto Universidade Petrobras IFF. Fluminense. v.2 n.1, p. 183-189,2012.



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: 978-65-6068-015-9

BR



9 786560 680159