

Organizadores:

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



Estudos em
Engenharia
& *Inovação*
Volume 5


Pascal
Editora

2023

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

ESTUDOS EM ENGENHARIA & INOVAÇÃO

VOLUME 5

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.

386 f. : il.: (Estudos em engenharia e inovação; v. 5)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-013-5

D.O.I.: 10.29327/5326079

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 AMBIENTAL

CAPÍTULO 1	13
LOGÍSTICA REVERSA: DENTRO DO SETOR AUTOMOTIVO	
<i>Antonio Gabriel Paz Fontenele</i>	
<i>Rogério Gonçalves Lemos Neto</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 2	23
A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA O MEIO AMBIENTE	
<i>Naiza Sebastiane Martins Silva</i>	
CAPÍTULO 3	32
GESTÃO AMBIENTAL: UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL	
<i>Emerson Araújo Pires</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 4	41
OS RISCOS AMBIENTAIS DA FALTA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: PREJUÍZOS A SAÚDE PÚBLICA	
<i>Maurício de Sousa Pinheiro</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 5	52
SANEAMENTO AMBIENTAL: MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO	
<i>Kercia Priscila Ferreira Godinho</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Geiziane Oliveira Gomes</i>	
CAPÍTULO 6	62
A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS EMPRESAS	
<i>Thamara da Silva Santos</i>	
CAPÍTULO 7	74
ENERGIAS RENOVÁVEIS: MÉTODOS DE GERAÇÃO DE ENERGIAS SUSTENTÁVEIS EM ÁREAS TROPICAIS	
<i>Dyego Mafra Boaes</i>	
<i>Geiziane Oliveira Gomes</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 883

EPIDEMIOLOGIA AMBIENTAL: DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Brunna Pereira da Conceição

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 9.....91

LICENCIAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA BREVE ANÁLISE

Açucena de Maria Nina de Souza

CAPÍTULO 10101

A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS MALEFÍCIOS PARA O MEIO AMBIENTE

Lucas Waquim Gomes Garcez

SEÇÃO: ENGENHARIA CONTROLE E AUTOMAÇÃO

CAPÍTULO 11111

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO

Caio Vaz da Silva

Marcus Vinícius Costa Righetti

CAPÍTULO 12120

CONTRIBUIÇÕES DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL USANDO INTERNET DAS COISAS PARA SEGURANÇA E CONFORTO DE SEUS USUÁRIOS

Jairo Brito Moreira

CAPÍTULO 13129

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA ÁREA AUTOMOBILÍSTICA: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS

Itaan Alexsander Lima D'eca

Ana Flávia Menezes Silva

Lilian Barros Santiago

Joshiclayton Lopes Rego

CAPÍTULO 14.....137

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

Carlos Alex Pereira Maia

Joshiclayton Lopes Rego

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

CAPÍTULO 15	145
AUTOMAÇÃO COMO FERRAMENTA DE SEGURANÇA NO PÁTIO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
<i>Ana Flávia Menezes Silva</i>	
<i>Lilian Barros Santiago</i>	
<i>Joshiclayton Lopes Rego</i>	
CAPÍTULO 16	154
AS PRINCIPAIS MUDANÇAS NA AUTOMAÇÃO COM A IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	
<i>Adriano Mendes Cardoso</i>	
CAPÍTULO 17	161
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA ÁREA AUTOMOBILÍSTICA: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS	
<i>Deyvisson Barbosa Santos</i>	
<i>Ana Flávia Menezes Silva</i>	
<i>Lilian Barros Santiago</i>	
<i>Joshiclayton Lopes Rego</i>	
CAPÍTULO 18	169
AS DIFICULDADES DO AVANÇO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO BRASIL	
<i>Moisés Pinheiro Silva</i>	
<i>Marcus Vinícius Costa Righetti</i>	
<i>Joshiclayton Lopes Rego</i>	
CAPÍTULO 19	177
TECNOLOGIAS DE AUTOMAÇÃO NA INDÚSTRIA: A AUTOMAÇÃO LIGADA AS LINHAS DE PRODUÇÃO	
<i>Gustavo Brendo Costa Bastos Santos</i>	
CAPÍTULO 20	187
SMART CITIES: CONCEITOS, DESAFIOS DE IMPLANTAÇÃO, INICIATIVAS E MODELOS DE CIDADES INTELIGENTES AO REDOR DO MUNDO	
<i>Emerson Pereira Belém</i>	
CAPÍTULO 21	197
AUTOMAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	
<i>Karlyson Caio Bottentuint Gomes</i>	
CAPÍTULO 22	205
A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA BASEADO NA INTERNET DAS COISAS PARA IRRIGAÇÃO	
<i>Michael Wanderson Arouche Lima</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 23212
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM FOCO NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO

Emerson Glauber Ribeiro Junior

Hugo Alves Velozo

Wedson Jonas Barros Silva

CAPÍTULO 24221
TECNOLOGIA NO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO: USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGRICULTURA INDUSTRIAL

José de Ribamar Carvalho Lima Júnior

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

SEÇÃO: ENGENHARIA ELÉTRICA

CAPÍTULO 25234
MEDIÇÃO FASORIAL E APLICAÇÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Camila Karine Pereira Oliveira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Joshiclayton Lopes Rego

CAPÍTULO 26247
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: VANTAGENS E DESVANTAGENS

João Victor Couto Aquino

Paulo Jose Pinto Souza

CAPÍTULO 27257
A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Jonathan Vigilato de Souza

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Lilian Barros Santiago

CAPÍTULO 28267
SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA E OS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Elberth Felipe Araújo Lindozo

CAPÍTULO 29274
INDUSTRIA 4.0: A IMPORTÂNCIA DA ATUALIZAÇÃO CONTÍNUA DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA PARA ATENDER AO MERCADO DE TRABALHO

José Raimundo Ribeiro

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Tyla Ricci Mendes

CAPÍTULO 30	284
MANUTENÇÕES ELÉTRICAS: EQUILÍBRIO ENTRE GESTÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO COMO DIFERENCIAL DOS RESULTADOS NAS ORGANIZAÇÕES	
<i>Janaina dos Santos da Silva</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Lilian Barros Santiago</i>	
<i>Hugo Alves Velozo</i>	
CAPÍTULO 31	294
VEÍCULOS ELÉTRICOS COM CÉLULA DE COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO: A SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA A MOBILIDADE	
<i>Mario Moreira de Lucena</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Orlando Benício Santos</i>	
CAPÍTULO 32	302
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA	
<i>Moihsés dos Santos Alves</i>	
<i>Lilian Barros Santiago</i>	
CAPÍTULO 33	309
SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID: FERRAMENTA DE ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA	
<i>Claudio Matthaus Sá Vieira</i>	
CAPÍTULO 34	319
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: PROBLEMAS DE INTEGRALIZAÇÃO AO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	
<i>Jhon Hewlly Ferreira Pereira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 35	332
SISTEMAS DE ATERRAMENTO PARA REDES DE BAIXA TENSÃO: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES	
<i>Guilherme da Silva Garces</i>	
CAPÍTULO 36	343
A APLICAÇÃO DO CONTROLE AUTOMATIZADO NAS LINHAS HVDC	
<i>Ivo Wayverson de Assis Mota</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	

CAPÍTULO 37352
**DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÕES APLICADAS A DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉ-
TRICA PARA MELHORIA DE TAXA DE FALHAS**

João Luis de Sousa Silva

CAPÍTULO 38362
**A IMPORTÂNCIA DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FO-
TOVOLTAICAS**

Ricardo Ferreira da Silva

CAPÍTULO 39370
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL

Leanderson Oliveira Ferreira

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Arthur Silva Soares

Wellington Santos Araújo

Tyla Ricci Mendes

CAPÍTULO 40378
FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Adail Dos Santos Oliveira

ENGENHARIA AMBIENTAL



1

LOGÍSTICA REVERSA: DENTRO DO SETOR AUTOMOTIVO

REVERSE LOGISTICS: WITHIN THE AUTOMOTIVE SECTOR

Antonio Gabriel Paz Fontenele¹

Rogério Gonçalves Lemos Neto²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes³

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 MBA Logística E Negócios Sustentáveis, Faene - Faculdade de Negócios, São Luís-MA

3 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A logística reversa na indústria automotiva tem se mostrado cada vez mais importante para a redução do impacto ambiental e geração de benefícios econômicos. No entanto, a falta de engajamento do público é um problema que ainda afeta a efetividade desses programas. Muitos consumidores ainda não sabem como ou onde descartar corretamente peças e componentes de veículos usados, o que pode levar ao descarte inadequado e, conseqüentemente, à poluição ambiental. Este artigo teve como objetivo apresentar como a logística reversa beneficia o setor automotivo brasileiro com informações relevantes de trabalhos acadêmicos sobre o tema. Destacou-se a importância da participação de todos para a sustentabilidade desse setor através de uma revisão bibliográfica. Foram abordados os processos de recuperação de peças e componentes, remanufatura e rerrefino de óleos, além de dicas sobre como descartar corretamente os materiais. É essencial que todos os envolvidos, desde consumidores até empresas, sejam conscientizados sobre a importância da logística reversa automotiva e que cada um faça sua parte para contribuir com um futuro mais sustentável.

Palavras-chave: Reutilização, Remanufatura, Reuso, Rerrefino, Veículos.

Abstract

Reverse logistics in the automotive industry has become increasingly important for reducing environmental impact and generating economic benefits. However, the lack of public engagement remains a problem that affects the effectiveness of these programs. Many consumers are still unaware of how or where to properly dispose of used vehicle parts and components, which can lead to improper disposal and, consequently, environmental pollution. This article aims to present how reverse logistics benefits the Brazilian automotive sector with relevant information from academic studies on the subject, highlighting the importance of everyone's participation for the sustainability of this sector through a literature review. The article covers processes such as parts and components recovery, remanufacturing, and oil re-refining, as well as tips on proper disposal of materials. It is essential that all stakeholders, from consumers to companies, are educated about the importance of automotive reverse logistics and that each individual plays their part in contributing to a more sustainable future.

Keywords: Reuse, Remanufacturing, Reuse, Re-refining, Vehicles.

1. INTRODUÇÃO

A logística reversa no setor automotivo tem sido cada vez mais reconhecida como uma estratégia eficiente para reduzir o impacto ambiental e gerar benefícios econômicos. A reutilização, remanufatura, reuso e rerrefino de peças e óleos são processos fundamentais para a sustentabilidade desse setor. No Brasil, a logística reversa na linha automotiva consiste em um conjunto de ações que visam recuperar peças e componentes de veículos que já foram utilizados, incluindo peças defeituosas ou quebradas, peças retiradas durante a manutenção ou revisão de um veículo, veículos descartados e pneus usados. Essas ações têm como objetivo reduzir o impacto ambiental, uma vez que esse setor é responsável por uma grande quantidade de poluentes.

A importância do tema está relacionada à necessidade de reduzir o impacto ambiental causado pelo setor automotivo. A logística reversa é uma estratégia eficiente para minimizar esse impacto, além de gerar benefícios econômicos. Por meio da reutilização, remanufatura, reuso e rerrefino de peças e óleos, é possível reduzir a quantidade de resíduos e poluentes gerados pelo setor automotivo. Desse modo, a logística reversa é uma estratégia importante para promover a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

O problema proposto nesta pesquisa é a falta de conhecimento dos usuários de veículos sobre a logística reversa no setor automotivo brasileiro. Dessa forma, é importante compreender como essa estratégia é aplicada na prática e quais os resultados alcançados com a reutilização, remanufatura, reuso e rerrefino de peças e óleos. Com base nisso, a pergunta que se faz é: como a logística reversa funciona nesse setor e quais são seus impactos na cadeia produtiva e no meio ambiente?

O objetivo geral deste trabalho é apresentar como a logística reversa beneficia o setor automotivo brasileiro. Para alcançar esse objetivo, será realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema. Já o objetivo específico é descrever como a logística reversa funciona na prática, destacando a reutilização, remanufatura, reuso e rerrefino de peças e óleos no setor automotivo brasileiro.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizado a revisão bibliográfica como metodologia para coletar informações relevantes sobre o tema da logística reversa na linha automotiva.

Para isso, foi utilizado a bases de dados do Google Acadêmico dos documentos lá apresentados nos últimos 5 anos e artigos encontrados pelo buscador comum do Google também dos últimos 5 anos, com palavras-chave e frases relacionadas ao assunto em português e em inglês, como “logística reversa”, “linha automotiva sustentável”, “reutilização”, “remanufatura”, “reuso” e “rerrefino”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição de logística reversa

A logística reversa, devido aos crescentes desafios ambientais e às preocupações com o uso eficiente de recursos tem se tornado presente em muitos países e sendo engajada por muitos setores da indústria, a logística reversa é descrita como “é a área da logística



que trata, genericamente, do fluxo físico de produtos, embalagens ou outros materiais, desde o ponto de consumo até o local de origem, com o objetivo de recuperar valor ou dar destinação adequada aos resíduos gerados” (DIAS, 2005, p. 205).

Segundo um estudo realizado por Moura (2019), a implementação da logística reversa pode trazer diversos benefícios, tanto ambientais quanto econômicos. Os autores destacam que a logística reversa pode reduzir a quantidade de resíduos descartados em aterros sanitários, diminuir a extração de matéria-prima virgem e até mesmo gerar novas oportunidades de negócio para empresas que atuam na área de reciclagem e reutilização de materiais.

Além disso, a logística reversa também pode ajudar as empresas a atender às exigências regulatórias e às expectativas dos consumidores em relação à sustentabilidade. Como dizem em seu trabalho Barros, Rodrigues e Lima (2018) a justificativa para a implementação da Logística Reversa é respaldada em diversas razões, sendo duas delas especialmente relevantes. A primeira é de natureza econômica, com foco na redução de custos e na obtenção de vantagem competitiva. A segunda é de cunho socioambiental, relacionada à conscientização da responsabilidade das organizações em relação aos aspectos socioambientais

A Pirâmide apresentada na Figura 1 é visível como a sustentabilidade corporativa funciona:



Figura 1. Pirâmide da sustentabilidade corporativa

Fonte: Elkington (1997, apud BACIMA, 2009, np).

A pirâmide de sustentabilidade corporativa é uma abordagem que destaca a interconexão entre os aspectos econômicos, ambientais e sociais da sustentabilidade nas práticas corporativas. No topo da pirâmide está o crescimento econômico, como objetivo central das empresas, enquanto a responsabilidade ambiental e social constitui as bases. A responsabilidade ambiental refere-se à adoção de práticas sustentáveis para minimizar o impacto no meio ambiente, enquanto a responsabilidade social engloba ações voltadas para aspectos sociais, como direitos humanos, diversidade, inclusão e bem-estar social. A sustentabilidade corporativa está no centro da pirâmide, buscando o equilíbrio integrado desses aspectos, reconhecendo sua interconexão e importância para um modelo de negócio sustentável e de longo prazo (SILVA, 2018).

3.2 Aplicação no setor automotivo

A logística reversa no setor automotivo consiste em um conjunto de atividades voltadas para o gerenciamento dos resíduos gerados pela cadeia de produção de veículos, desde o momento da fabricação até o descarte final. É uma prática cada vez mais importante para a sustentabilidade ambiental e econômica da indústria automotiva como defende Blasco (2013).

Segundo um estudo realizado por Moura e Oliveira (2020), a logística reversa no setor automotivo tem como objetivo minimizar o impacto ambiental causado pelos resíduos gerados pela produção e descarte de veículos. O estudo destaca a importância da implementação de sistemas de logística reversa no setor, pois além de promover a sustentabilidade ambiental, também pode trazer benefícios econômicos para as empresas, como a redução de custos com matéria-prima e a otimização do processo produtivo.

De acordo com o estudo de Moura e Oliveira (2020), a logística reversa no setor automotivo envolve o gerenciamento de diversos tipos de resíduos, como resíduos sólidos, líquidos e gasosos, provenientes da fabricação, uso e descarte dos veículos. Alguns exemplos de resíduos gerados são peças automotivas descartadas, óleos lubrificantes usados, baterias e pneus inservíveis.

A implementação de sistemas de logística reversa no setor automotivo pode ser feita através de parcerias com empresas especializadas na coleta e destinação correta dos resíduos, bem como através da adoção de práticas sustentáveis de produção, como a utilização de materiais reciclados e a remanufatura de peças automotivas.

Em suma, a logística reversa no setor automotivo é fundamental para a sustentabilidade ambiental e econômica da indústria automotiva. A implementação de sistemas de logística reversa pode trazer benefícios para as empresas, bem como para a sociedade como um todo, contribuindo para a preservação do meio ambiente e o uso mais eficiente dos recursos naturais.

3.3 Operação da logística reversa

O funcionamento da logística reversa no setor automotivo pode ser exemplificado pela implementação de sistemas de remanufatura de peças, como mencionado por Oliveira (2019). Os autores Fleury e Fleury (2003), destacam que o processo de remanufatura envolve a coleta de peças usadas, sua desmontagem, limpeza, reparo e reconstrução para uma nova utilização. Neste processo, são utilizadas as mesmas especificações e materiais originais do fabricante, garantindo a qualidade e durabilidade das peças remanufaturadas.

Além disso, a logística reversa no setor automotivo pode ser implementada por meio de parcerias entre fabricantes, fornecedores, concessionárias e consumidores, como destacado por Vicente (2019). Os autores mencionam que a implementação de sistemas de logística reversa colaborativa pode gerar benefícios para todos os envolvidos, como a redução de custos com a gestão de resíduos, a otimização do uso de recursos naturais e a melhoria da imagem das empresas.

Segundo o estudo de Mello (2021), o fluxo de materiais na logística reversa no setor automotivo pode ser dividido em quatro etapas: coleta, desmontagem, remanufatura e reciclagem. A primeira etapa, coleta, consiste na recuperação dos materiais e componentes devolvidos pelos consumidores ou retirados dos veículos fora de uso. Esses materiais são encaminhados para a etapa de desmontagem.



Na etapa de desmontagem, os materiais são separados por tipo e qualidade para que possam ser destinados corretamente. Segundo Ferreira (2020), essa etapa é crítica para garantir a eficiência do processo de remanufatura e reciclagem. Nessa etapa, é possível separar os materiais que serão remanufaturados dos que serão reciclados ou descartados.

Após a separação dos materiais, os que são destinados à remanufatura passam pela etapa de remanufatura, na qual são reconstruídos e reutilizados como componentes novos. Segundo o estudo de Santos (2019), a remanufatura é uma opção econômica e ambientalmente viável para a indústria automotiva, pois permite a redução de custos e a diminuição do impacto ambiental.

Por fim, os materiais que não podem ser remanufaturados são destinados à reciclagem, na qual são transformados em matéria-prima para novos componentes. A reciclagem também é importante para reduzir a demanda por matérias-primas virgens e diminuir a geração de resíduos.

Em resumo, o fluxo de materiais na logística reversa no setor automotivo consiste na coleta, desmontagem, remanufatura e reciclagem de materiais e componentes. Esse processo é fundamental para reduzir o impacto ambiental da indústria automotiva e garantir a sustentabilidade do setor.

3.4 Fluxo de materiais

A logística reversa é um processo que visa o retorno dos materiais descartados ao ciclo produtivo, minimizando os impactos ambientais e aproveitando recursos que seriam desperdiçados. No setor automotivo, a coleta dos materiais é uma etapa fundamental desse processo.

De acordo com o estudo de Gomes (2021), a coleta dos materiais na logística reversa no setor automotivo pode ser realizada de forma direta ou indireta. Na coleta direta, as peças ou componentes descartados são recolhidos diretamente pelos fabricantes ou prestadores de serviços autorizados, que possuem uma estrutura de coleta e transporte adequada para esse fim. Na coleta indireta, os materiais são recolhidos por meio de pontos de coleta, como oficinas mecânicas, concessionárias ou revendedores autorizados, que encaminham os materiais para o fabricante ou prestador de serviços autorizado.

É importante ressaltar que, para garantir a eficiência da coleta na logística reversa no setor automotivo, é necessário que haja uma coordenação entre os diferentes atores envolvidos, como fabricantes, distribuidores, revendedores e prestadores de serviços. Segundo o estudo de Monteiro (2019), a colaboração e a troca de informações entre esses atores são fundamentais para que a coleta seja realizada de forma eficiente e econômica, garantindo a recuperação dos materiais descartados e o seu retorno ao ciclo produtivo.

3.5 Óleos na logística reversa

O refino de óleo lubrificante usado ou contaminado é uma prática importante da logística reversa no setor automotivo. Através do rerrefino, é possível recuperar o óleo usado e transformá-lo em um produto de qualidade similar ao óleo virgem, reduzindo a dependência de recursos naturais e minimizando o impacto ambiental. No entanto, há vantagens e desvantagens a serem consideradas.

Uma das principais vantagens do rerrefino é a redução do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado do óleo usado. Além disso, o rerrefino também reduz a demanda por matérias-primas virgens e diminui a necessidade de descarte de embalagens.

Segundo estudo de Lima (2021), o rerrefino de óleo lubrificante usado pode gerar uma economia de 44,4 milhões de litros de óleo virgem e uma redução de 1,3 milhão de toneladas de CO2 equivalente.

Por outro lado, o rerrefino também pode apresentar desvantagens. De acordo com Oliveira (2019), a qualidade do óleo rerrefino pode variar de acordo com a tecnologia utilizada, podendo apresentar variações em sua viscosidade, estabilidade térmica e resistência à oxidação. Além disso, o processo de rerrefino pode ser custoso e exigir alto investimento em tecnologia e equipamentos já que grande parte da contaminação vem do veículo utilizado.

De acordo com Teixeira (2002), ao utilizar motores, apenas uma pequena quantidade de óleo lubrificante é desgastada. No entanto, a troca de óleo gera uma grande quantidade de óleo “queimado” que contém óleo recuperável, aditivos, metais provenientes das partes internas do motor e materiais oxidados. Esse volume de óleo usado pode ser extremamente prejudicial ao meio ambiente se não for descartado corretamente, além de ser um desperdício de recursos valiosos que poderiam ser reaproveitados através de técnicas de logística reversa.

Portanto, o rerrefino de óleo lubrificante usado apresenta tanto vantagens como desvantagens que devem ser consideradas pelas empresas do setor automotivo ao avaliarem a viabilidade da implementação desse processo em suas cadeias produtivas.

3.6 Dificuldades

A implementação da logística reversa no setor automotivo pode ser desafiadora devido a diversas dificuldades que as empresas enfrentam. Uma das principais dificuldades segundo o autor Araújo (2014) é a necessidade de colaboração de diferentes atores da cadeia de suprimentos, como fornecedores, distribuidores e concessionárias. Além disso, a falta de padronização nos processos de recuperação e remanufatura de peças, bem como a falta de incentivos financeiros para a adoção de práticas sustentáveis, também são barreiras para a implementação da logística reversa no setor.

Um estudo de Guimarães (2019), identificou que as empresas do setor automotivo enfrentam desafios significativos para implementar a logística reversa, principalmente em relação à falta de conhecimento dos clientes sobre a importância do descarte correto de peças e materiais. Além disso, as empresas relataram dificuldades em gerenciar a coleta de materiais e no tratamento dos resíduos, assim como em garantir a qualidade das peças remanufaturadas.

Outro estudo de Coelho (2021), ressaltou que a complexidade da cadeia de suprimentos do setor automotivo também pode dificultar a implementação da logística reversa. A pesquisa apontou a necessidade de cooperação entre diferentes áreas da empresa, bem como de um planejamento cuidadoso para minimizar os custos logísticos e maximizar o valor recuperado dos materiais.

Portanto, é importante que as empresas do setor automotivo estejam cientes das dificuldades envolvidas na implementação da logística reversa e busquem soluções colaborativas e sustentáveis para enfrentá-las. A adoção de práticas sustentáveis pode trazer benefícios para o meio ambiente, para a imagem da empresa e para a economia da cadeia de suprimentos.



3.7 Funcionamento

A logística reversa é uma prática ainda pouco conhecida e explorada no setor automotivo, apesar de oferecer benefícios significativos como preços mais competitivos, gestão ambiental mais eficiente, redução de riscos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos automotivos e menor consumo de matérias-primas. Diante disso, surge a dúvida: como funciona o processo de logística reversa de peças automotivas, que leva os produtos do consumidor final de volta ao fabricante.

Para entender a essa questão, é importante destacar que a logística reversa no setor automotivo envolve a coleta e o retorno de peças e componentes usados pelos clientes finais, que são então reutilizados, reciclados ou descartados de maneira segura e sustentável. Esse processo pode ser realizado de diversas formas, dependendo do tipo de produto, das condições do mercado e da legislação local como explica o autor Sousa (2017).

De acordo com o autor Bolzan (2016) geralmente, as empresas que atuam nesse setor possuem programas de coleta e reciclagem de peças e componentes usados, muitas vezes em parceria com fornecedores e prestadores de serviços especializados. Esses programas podem incluir desde a coleta em pontos de venda ou postos de serviços autorizados até a instalação de pontos de coleta em locais estratégicos, como estações de metrô e shoppings.

Além disso, algumas empresas também oferecem incentivos aos clientes que participam do processo de logística reversa, como descontos em serviços e produtos ou brindes especiais. Essas estratégias visam aumentar a conscientização sobre a importância da reciclagem e da redução do impacto ambiental da indústria automotiva, incentivando a participação ativa dos consumidores nesse processo (BENNETI, 2018).

Em resumo, a logística reversa de peças automotivas é uma prática fundamental para a sustentabilidade do setor automotivo, que oferece benefícios ambientais e econômicos significativos. O processo envolve a coleta e o retorno de peças e componentes usados pelos clientes finais, que são reutilizados, reciclados ou descartados de maneira segura e sustentável. As empresas que atuam nesse mercado costumam oferecer programas de coleta e reciclagem, além de incentivos para a participação ativa dos consumidores nesse processo (LUCENA, 2020).

3.8 Vantagens e desvantagens

A utilização de peças remanufaturadas no setor automotivo tem se tornado cada vez mais comum no Brasil, tanto por questões econômicas quanto ambientais. Contudo, há vantagens e desvantagens associadas a essa prática como descreve Ferreira (2018).

Entre as principais vantagens das peças remanufaturadas estão a redução do custo em relação às peças novas, o que pode ser especialmente atraente para consumidores que buscam economizar na manutenção de seus veículos. Além disso, as peças remanufaturadas são geralmente de qualidade semelhante às novas, uma vez que passam por um processo de reconstrução que inclui a substituição de componentes danificados e a realização de testes para garantir seu funcionamento adequado (FERREIRA, 2018).

Por outro lado, existem também desvantagens associadas às peças remanufaturadas. Uma das principais é a falta de garantia, já que muitas vezes as peças remanufaturadas são produzidas por empresas independentes que não oferecem o mesmo nível de suporte técnico e assistência ao cliente que as montadoras. Além disso, algumas peças remanu-

faturadas podem apresentar falhas mais cedo do que as peças novas, o que pode resultar em custos adicionais para o consumidor como Mendes (2020) comenta em seu trabalho.

Segundo um estudo realizado por Barbosa e Rosa (2019) sobre o mercado de remanufatura no Brasil, as peças remanufaturadas são uma opção cada vez mais procurada pelos consumidores, principalmente em tempos de crise econômica, por oferecerem uma alternativa mais barata às peças novas. No entanto, o mesmo estudo aponta que a falta de padronização e regulação do setor pode levar a problemas de qualidade e confiabilidade das peças remanufaturadas.

Outro trabalho acadêmico relevante sobre o assunto é o estudo de Mendes (2020), que avaliou a qualidade de peças remanufaturadas utilizadas em veículos da frota municipal de São Paulo. Os resultados indicaram que as peças remanufaturadas apresentaram desempenho semelhante às peças novas, tanto em termos de durabilidade quanto de segurança.

Portanto, é importante que consumidores e empresas do setor automotivo considerem cuidadosamente as vantagens e desvantagens das peças remanufaturadas ao decidir entre utilizar peças novas ou remanufaturadas na manutenção de veículos. A falta de regulamentação e padronização do setor pode ser um fator limitante para a confiabilidade das peças remanufaturadas, mas estudos mostram que essas peças podem ser uma alternativa viável e econômica em muitos casos.

4. CONCLUSÃO

A logística reversa, remanufatura e rerrefino são práticas importantes no setor automotivo, visando lidar com resíduos e materiais de forma sustentável e responsável, contribuindo para a redução do impacto ambiental e a promoção da economia circular

As vantagens dessas práticas incluem a redução de resíduos, economia de recursos naturais, diminuição de emissões poluentes, oportunidades de emprego e renda. No entanto, também existem desafios, como o custo inicial de implementação e a garantia da qualidade dos produtos recuperados.

É fundamental a implementação de políticas públicas adequadas, o envolvimento de diversos atores da cadeia automotiva e o compromisso com práticas sustentáveis para promover a efetiva adoção da logística reversa, remanufatura e rerrefino no setor automotivo, visando contribuir para a sustentabilidade do setor e promover um modelo de negócio mais sustentável que se mostra cada vez mais necessário e participativo ao público.

Referências

ARAÚJO, J. R. Implementação da logística reversa no setor automotivo: desafios e dificuldades. **Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 2, p. 91-108, 2014.

ALMEIDA, D.; MOURA, Alex Anderson de Oliveira. **LOGÍSTICA REVERSA, Sua importância no cenário ambiental, social e econômico**. Rio Verde, 2016.

BLASCO, Julian de Souza. **Uma análise das parcerias para a realização da logística reversa de peças e componentes na cadeia de suprimentos do segmento automobilístico**. Universidade de Brasília, 2013.

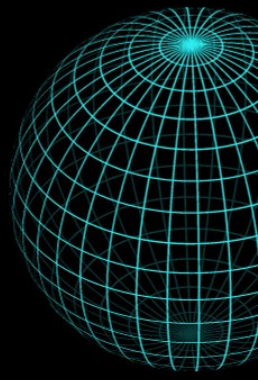
BOLZAN, Lucas; MACEDO, Marcelo Augusto Ambrozini; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Análise dos fatores críticos para implementação da logística reversa no setor automotivo. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, n. 4, p. 46-62, 2016.

BENETTI, Juliana. **Logística reversa na indústria automotiva: um estudo de caso na empresa Mercedes-**



- Benz do Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018
- COELHO, F. C. Reverse logistics in the automotive industry: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 294, p. 126173, 2021.
- DIAS, A. L. A. Logística reversa no setor automotivo: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 17, n. 4, p. 177-200, 2021.
- Ferreira, R. L., & Souza, L. C. (2018). Análise da viabilidade da remanufatura de motores no Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** (Vol. 4, No. 1, pp. 103-118).
- Gomes, A. F. Reverse logistics in the automotive industry: An analysis of the coleta seletiva program. **Sustainability**, 13(8), 2021.
- GUIMARÃES, M. P. A logística reversa no setor automotivo: uma análise sob a perspectiva dos fabricantes de veículos pesados. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 2, p. 507-527, 2019.
- LUCENA, Adriano Galindo; DA SILVA, Janaína Gomes. Logística reversa de peças automotivas: uma revisão da literatura. **Gestão & Produção**, v. 27, n. 4, p. 872-884, 2020.
- MAEDA, Willian Issao Mendes. **Remanufatura para o mercado automotivo e suas estratégias para o pós vendas de autopeças**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Mello, L. M. A proposed framework for reverse logistics in the automotive sector. **Sustainability**, 2021.
- Mendes, A. (2020). **Avaliação de qualidade de peças remanufaturadas para veículos leves: um estudo de caso em uma frota municipal**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- MOURA, L. C. S.; OLIVEIRA, A. C. A Logística Reversa no Setor Automotivo: Uma Análise Bibliográfica. **Revista de Administração da UNIFATEA**, v. 8, n. 1, p. 74-93, 2020.
- MOURA, Larissa Ramos et al. Logística reversa no setor automotivo: um estudo de caso na indústria automobilística brasileira. In: XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2018.
- Monteiro, A. M. B. Logística reversa no setor automotivo: Uma revisão integrativa da literatura. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 8(3), 716-732, 2019.
- OLIVEIRA, A. Logística reversa: uma análise das práticas de remanufatura de peças no setor automotivo. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 18, n. 2, p. 107-126, 2019.
- RIBEIRO, Milena Pereira. **Aspectos Relacionados à Logística Reversa e à Política Nacional dos Resíduos Sólidos: um Estudo de Caso Sobre a Reciclagem Automotiva no Brasil**. 2018. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- Santos, R. A. An analysis of the remanufacturing process in the automotive industry. **Journal of Cleaner Production**, 213, 244-256.2018.
- SILVA, Luiz Henrique Vieira da. **Aplicação e impactos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em grandes empresas privadas do setor industrial no Brasil**. 2021.
- Silva, A. B. A pirâmide de sustentabilidade corporativa: interconexão entre aspectos econômicos, ambientais e sociais. **Revista de Sustentabilidade Corporativa**, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2018.
- SOUSA, J. F.; FERREIRA, F. V. Logística reversa no setor automotivo: uma análise exploratória. **Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 3, p. 136-155, 2017.
- TEIXEIRA, Silvio Rainho et al. **Caracterização de resíduos produzidos em usina de re-refino de óleo lubrificante usado visando seu aproveitamento**. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México,(CDROM). 2002. p. a31.
- SZAFIR-GOLDSTEIN, CLÁUDIA; TOLEDO, GERALDO LUCIANO. MILTON CARLOS FARINA. **Remanufatura de Produto e Estratégia de Desenvolvimento de Mercado:Um estudo no Setor de Autopeças**. Universidade de São Paulo,2020.
- TOSTA, Paulo Sergio Pereira. Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, executado no sistema de logística reversa de acordo com a lei nº 12.305/10. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 14, n. 8, 2019.
- VICENTE, J. A. F. Logística reversa colaborativa: um estudo de caso no setor automotivo. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 10, n. 2, p. 3417-3430, 2019.

2

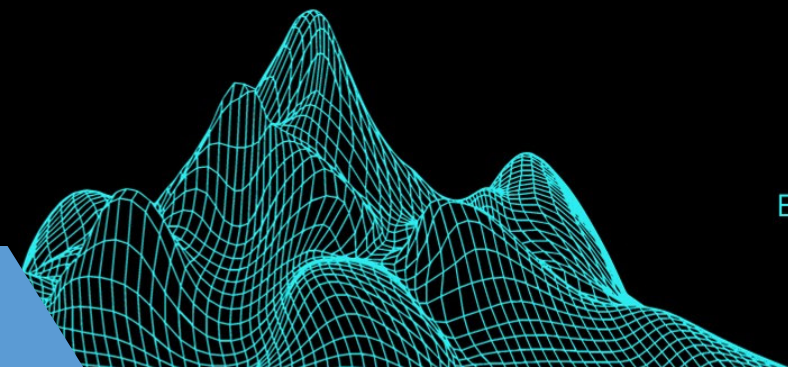


A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA O MEIO AMBIENTE

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY FOR THE ENVIRONMENT

Naiza Sebastiane Martins Silva¹

¹ Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Este artigo destaca como a relação entre natureza e tecnologia tem sido amplamente debatida pela sociedade. A preocupação sobre o uso irresponsável das tecnologias, é resultado dos impactos causados também ao meio ambiente. A pesquisa aborda, os principais tipos de tecnologia ambiental e seu importante papel na proteção e preservação ambiental, ao incrementar soluções sustentáveis para minimizar os impactos negativos da atividade humana no ecossistema e ao propor formas de consumo ecológicas. Esta revisão de literatura, descritiva e qualitativa, tem como objetivo explicar a importância da tecnologia ambiental para o meio ambiente. Verificou-se que a implementação de sistemas de energia renovável proporciona benefícios tanto financeiros quanto ambientais, pois promove formas sustentáveis de consumo. No entanto, as barreiras tecnológicas e econômicas limitam sua adoção em larga escala. Portanto, é essencial aperfeiçoar soluções ambientais e implementar políticas públicas eficientes, com investimentos em educação ambiental para conscientização e incentivo de mudança de comportamento que promova o uso responsável da tecnologia em harmonia com a natureza, para assim, alcançar o desenvolvimento sustentável e superar essas barreiras tecnológicas e econômicas.

Palavras-Chave: Preservação, Tecnologia Ambiental, Impactos Negativos, Desenvolvimento Sustentável.

Abstract

This article highlights how the relationship between nature and technology has been widely debated by society. The concern about the irresponsible use of technologies is a result of the impacts also caused to the environment. The research addresses the main types of environmental technology and its important role in environmental protection and preservation, by increasing sustainable solutions to minimize the negative impacts of human activity on the ecosystem and by proposing ecological consumption forms. This literature review, descriptive and qualitative, aims to explain the importance of environmental technology for the environment. It was found that the implementation of renewable energy systems provides both financial and environmental benefits, as it promotes sustainable forms of consumption. However, technological and economic barriers limit its large-scale adoption. Therefore, it is essential to improve environmental solutions and implement efficient public policies, with investments in environmental education to raise awareness and encourage behavior change that promotes the responsible use of technology in harmony with nature, in order to achieve sustainable development and overcome these barriers. Technological and economic.

Keywords: Preservation, Environmental Technology, Negative Impacts, Sustainable Development.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da globalização e das novas tecnologias, muitas atividades do cotidiano têm sido facilitadas, no entanto, há uma crescente preocupação com o uso excessivo e inconsciente desses recursos. Para garantir um desenvolvimento sustentável, as empresas têm investido em tecnologias ambientais, que desempenham um papel importante na proteção e preservação ambiental, além de contribuir para a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

A justificativa para este estudo é baseada pela necessidade de atender às demandas da sociedade por um ambiente mais saudável e sustentável. A população tem mostrado preocupação com as questões ambientais e espera que empresas e governos tomem medidas para proteger o meio ambiente e promover a sustentabilidade. Isso é um desafio fundamental para Engenheiros Ambientais e outras áreas e reflete a grande procura no mercado de trabalho atual. Este estudo contribui para o desenvolvimento do conhecimento na área e aborda os desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias, como as barreiras tecnológicas e econômicas que podem impedir sua adoção em larga escala.

Os problemas ambientais causados pelo consumo excessivo e descarte inadequado de materiais tecnológicos transmitem a falsa impressão de que a tecnologia não traz benefícios a natureza. Diante disso, que maneiras a tecnologia tem contribuído para a proteção e preservação do meio ambiente?

O objetivo geral deste estudo consiste em explicar a importância da tecnologia ambiental para o desenvolvimento sustentável e como objetivo específico demonstrar as principais aplicações da tecnologia ambiental.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho foi realizado por meio de uma revisão de literatura, descritiva e qualitativa. A delimitação da busca foi feita no período dos últimos 10 anos. Os locais de busca foram livros, artigos científicos e monografias. A busca dos dados ocorreu por meio das bases online Scielo – Scientific Electronic Library e do Google Acadêmico. Nos quais foram pesquisados temas referentes à energia solar, eficiência da luz LED, tratamento de água e desenvolvimento sustentável. As palavras chaves utilizadas na busca foram: ‘Tecnologia Ambiental’, ‘Preservação Ambiental’, ‘Sustentabilidade’.

2.2 Resultados e Discussão

A Revolução Industrial, ocorrida a partir do final do século XVIII, trouxe consigo uma série de mudanças significativas na sociedade, o que resultou em melhorias nas condições de vida da população e seu crescimento. No entanto, essa transformação também acarretou uma crescente demanda por bens e serviços, o que levou a uma intensificação na exploração dos recursos naturais e, conseqüentemente, a um aumento na produção de resíduos poluentes, que agravam a situação ambiental do planeta (SANTANA, 2020).

Na virada do século XIX para o XX, teve seu marco histórico na década de 1920. As inovações técnicas e organizacionais, como o telégrafo, ferrovias e navios a vapor, mudaram a



dinâmica da economia mundial. Surgiram três novas áreas de inovação: eletricidade, motor a combustão e inovações organizacionais conhecidas como “fordista-taylorista”, que introduziram novos modelos de firma e mercado (SOUZA; MONTENEGRO, 2022, p.3).

Soldera *et al.* (2023), explica que de fato, a industrialização, o consumo excessivo e o descarte inadequado de materiais têm causado impactos significativos no meio ambiente, como a poluição do ar, do solo e da água. O acúmulo de lixo eletrônico é um problema particularmente preocupante, uma vez que muitos dos componentes desses produtos contêm metais pesados e outras substâncias tóxicas que podem prejudicar a saúde humana e a biodiversidade.

De acordo com Schiochet (2018), o conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado em 1987 durante a 96ª Conferência da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), da ONU através do relatório “Nosso futuro comum”, apesar da preocupação ambiental ter crescido durante a década de 70.

O primeiro evento organizado pela conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorreu em Estocolmo na Suécia em 1972, reconheceu-se então, o relacionamento entre os conceitos de conservação ambiental e desenvolvimento industrial. A partir de então vários países buscaram formas de promover o crescimento sem destruir o meio ambiente, implantaram dispositivos que tem proporcionado maior efetividade à proteção ambiental (SANTANA, 2020).

Segundo Almeida (2022) a conscientização mundial tem impulsionado a busca por soluções mais sustentáveis e a aplicação de tecnologias mais eficientes e menos impacantes para o meio ambiente. De acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento para haver sustentabilidade ambiental não pode haver riscos para a Natureza, pois esta mantém íntegra com o ecossistema global.

De acordo com Gomes *et al.* (2022) existe uma necessidade de acesso a tecnologias ambientalmente saudáveis e sua transferência em condições favoráveis, especialmente para países em desenvolvimento. Isso pode ser alcançado por meio de medidas de apoio que promovam a cooperação tecnológica, que permitam a transferência do conhecimento técnico-científico necessário, além de fortalecer a capacidade econômica, técnica e administrativa para o uso eficiente e o desenvolvimento posterior das tecnologias transferidas.

Alguns dispositivos passaram a ser editados para dar maior efetividade à proteção ambiental. No Brasil por exemplo, o decreto-lei 1.413 de 14 de agosto de 1975, obrigou as indústrias no Brasil a adotarem medidas indicadas pelos órgãos governamentais para prevenir a poluição e contaminação do meio ambiente (SANTANA, 2020).

A Constituição Federal de 1988, também conhecida como Constituição Cidadã, reconheceu o meio ambiente como um bem fundamental e o colocou sob proteção do ordenamento jurídico. No Capítulo VI, o artigo 225 afirma que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos, bem de uso comum do povo e essencial para a manutenção de uma vida saudável (BRASIL, 1988).

Conforme Gomes *et al.* (2022) a Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para construir sociedades sustentáveis em diferentes áreas geográficas. Ela busca conciliar métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. As tecnologias ambientalmente saudáveis foram homologadas na ECO-92, no Rio de Janeiro. Elas protegem o meio ambiente ao serem menos poluentes, utilizarem os recursos de forma mais sustentável, reciclarem mais resíduos e tratam os dejetos residuais de maneira mais adequada do que as tecnologias que foram substituídas.

Sousa *et al.* (2023) enfatiza que as atividades humanas têm causado danos significa-

tivos ao meio ambiente, resultam em problemas graves como desertificação, mudanças climáticas, extinção de espécies e poluição. No entanto, esses problemas levaram a uma maior conscientização e à necessidade de desenvolvimento sustentável. Embora a tecnologia possa ter impactos negativos, ela pode ser uma ferramenta importante para combater a mudança climática e a degradação ambiental. É crucial minimizar os impactos negativos da tecnologia enquanto se aproveita de seus benefícios para criar um futuro mais sustentável e resiliente.

Muitas vezes, os termos “degradação ambiental” e “impacto ambiental” são erroneamente usados como sinônimos. No entanto, a degradação ambiental resulta da exploração insustentável dos recursos naturais pelo homem, o que leva ao esgotamento desses recursos em diferentes escalas. Isso se deve, à falta de medidas de sustentabilidade na utilização desses recursos. Portanto, o uso de tecnologias ambientais é fundamental para reduzir a degradação ambiental e alcançar o desenvolvimento sustentável. Tais práticas favorecem o crescimento econômico, evitam o esgotamento dos recursos naturais e reduzem a poluição (RUBIRA, 2016).

Para Gomes *et al.* (2022) é preciso acessar tecnologias ambientalmente saudáveis e transferi-las em condições favoráveis para países em desenvolvimento, por meio de medidas de apoio que promovam a cooperação tecnológica e permitam a transferência de conhecimento técnico-científico necessário. Existem diversas tecnologias que viabilizam a produção de energia limpa a partir de fontes alternativas, como a captação de energia de rios e mares, ventos, luz solar, biomassa, ondas e calor geotérmico.

Existem dois tipos de tecnologia Energia solar que permitem a geração de eletricidade através da luz do sol são as tecnologias de energia solar fotovoltaica e a energia solar heliotérmica ou energia solar térmica concentrada (ESPOSITO, 2013). Dias *et al.* (2017) afirmam que a energia solar é uma fonte renovável e limpa utilizada para produção de eletricidade, aquecimento de água e suprimento em áreas remotas.

A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia limpa, renovável e abundante, que não causa impactos ambientais nem emite gases poluentes. Pode ser utilizada para gerar eletricidade, aquecer água e fornecer luz natural (ESPOSITO, 2013). Dias *et al.* (2017) afirmam que entre as tecnologias limpas, o aproveitamento da energia solar é altamente eficaz na redução da dependência dos combustíveis fósseis e na emissão de gases de efeito estufa. A geração fotovoltaica solar possui baixo impacto ambiental e emissões de CO₂ nulas na produção de energia elétrica.

No Brasil, a energia solar enfrenta dois obstáculos principais que impedem sua expansão. O primeiro é a falta de conhecimento e divulgação sobre as oportunidades de geração de eletricidade solar. O segundo é o alto preço e a falta de opções de pagamento mais favoráveis. Melhorar essas questões é fundamental para impulsionar a adoção da energia solar no país. É necessário superar as barreiras atuais, como falta de financiamento, carga tributária elevada, ausência de políticas públicas e baixo conhecimento tecnológico (GREENPEACE, 2016).

As tecnologias fotovoltaicas possuem uma cadeia de valor verticalizada, com etapas de beneficiamento industrial de alto valor agregado, juntamente com serviços de instalação e montagem. Esses elementos desempenham um papel significativo no preço final dos sistemas fotovoltaicos (ESPOSITO, 2013).

Por isso, a tecnologia de painéis solares tem se tornado cada vez mais acessível e eficiente, o que tem permitido a sua adoção em larga escala em muitos países. O aproveitamento da energia solar é uma tecnologia importante porque permite a geração de energia limpa, renovável e ilimitada que pode ser utilizada para gerar eletricidade (DIAS;



SILVA; FREITAS, 2017).

O desenvolvimento da indústria fotovoltaica no país pode gerar riqueza, tecnologia e empregos. Atualmente, o potencial econômico da tecnologia fotovoltaica é pouco explorado devido à baixa inserção no mercado nacional, principalmente devido à dependência de equipamentos importados (GREENPEACE, 2016).

Os estudos realizados por Lopes e Bastos (2022) descreveram vários experimentos que testaram os sistemas fotovoltaicos com lâmpadas LED em corrente contínua, sem conversores e as principais variáveis meteorológicas que influenciam a geração de energia fotovoltaica, os resultados indicaram vantagens no uso desses sistemas, devido à economia de energia e à atratividade de investimento. Foram detalhadas as etapas, materiais e custos do ensaio.

Energia solar heliotérmicas ou energia solar térmica concentrada, tem uma limitação na geração média devido ao tamanho do projeto necessário, utiliza espelhos coletores para refletir a luz do sol em uma torre central específica. Isso aquece objetos mais altos que, por meio de expansão ou evaporação, movimentam turbinas eólicas para gerar eletricidade. São quatro tecnologias conhecidas: os espelhos parabólicos, o disco parabólico, o fresnel e a torre. (ESPOSITO, 2013).

Os materiais reciclados de acordo com Gomes *et al.* (2022) utilizar materiais reciclados é uma forma econômica e sustentável de construção. Além de serem mais baratos, também geram benefícios tributários. Exemplos incluem blocos e tijolos feitos a partir de garrafas PET, que reduzem o uso de cimento e evitam o acúmulo de resíduos.

Captação e reutilização da água: O aproveitamento da água é essencial devido à sua escassez. Tecnologias como sistemas de captação da água da chuva permitem a economia e reutilização desse recurso em atividades como descargas de sanitários, lavagem de carros, irrigação de jardins, entre outros (SILVA, 2021).

A partir da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) se tornou o órgão competente para “instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico”, foi o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 (BRASIL, 2020, p. 1).

Wetlands para tratamento de esgoto: São conhecidos como “jardins filtrantes”, é usado para descrever diversos ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano. Esses ecossistemas incluem as várzeas dos rios, os igapós na Amazônia, os banhados, os pântanos e as áreas extensas ou reduzidas com alto nível de lençol freático (FENGLER, 2017).

Os sistemas de *wetlands* construídos são amplamente adotados e utilizados em vários países para a recuperação de recursos hídricos. No Brasil, eles são principalmente aplicados e recomendados para o pré-tratamento de água em diversas finalidades, além do tratamento secundário e terciário de esgoto urbano e abastecimento de água industrial. É uma tecnologia ainda é pouco explorada no Brasil, mas é eficaz na remoção de substâncias poluentes, com as plantas, estas desempenham um papel importante através de suas raízes. São sistemas de tratamento de água que utilizam a microbiota presente no solo como filtros naturais para remover poluentes (FENGLER, 2017).

Segundo Gomes *et al.* (2022) tecnologias ambientalmente saudáveis geram poucos ou nenhum resíduo, o que pode ajudar a reduzir a poluição. Essas tecnologias incluem tanto os processos como os produtos utilizados para tratar a poluição. Portanto, é necessário utilizar tecnologias que não prejudiquem o meio ambiente e que ajudem a promover a sustentabilidade. Dias *et al.* (2017) apontam que a adoção de tecnologias limpas apresen-

ta diversas vantagens, como a redução de emissões de poluentes, o menor consumo de energia, a eliminação de resíduos e a promoção da ecoeficiência.

Dias *et al.* (2017) e Freitas e Dathein (2013) enfatizam que as energias renováveis apresentam implicações ambientais e econômicas, como a necessidade de estabelecer novas fontes de energia e o custo de produção. Houve um aumento no consumo de energia, exceto para o petróleo, entre 1980 e 2008, e as projeções indicam que essa tendência deve continuar até 2030. Apesar de ser positivo para um país em desenvolvimento, o consumo per capita de energia no Brasil ainda é baixo em comparação com o resto do mundo.

A fonte de energia mais utilizada mundialmente para a produção de eletricidade é proveniente de fontes não renováveis, como petróleo, carvão mineral e gás natural. Essa dependência tem causado preocupação com seu esgotamento e emissão de gases tóxicos e poluentes, isto inclui os gases do efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (FREITAS; DATHEIN, 2013).

Dados mostram que a porcentagem da população mundial com acesso à eletricidade aumentou de 79% em 2000 para 85% em 2012. No entanto, em 2012 ainda havia cerca de 1,1 bilhão de pessoas sem acesso à eletricidade. Além disso, em 2014, mais de 40% da população mundial, ou 3 bilhões de pessoas, ainda dependiam de combustíveis poluentes para cozinhar (IPEA, 2019).

Segundo Gaspar Filho e Santos (2022) um dos fatores que limitam a transição energética para energias limpas são os minerais utilizados na infraestrutura necessária à geração de energia. Uma sugestão indicada seria que os países façam importação de equipamentos de atores externos, para assim tornarem-se *price makers* desse segmento tecnológico. Portanto, constitui a aplicação das ciências ambientais para a proteção e conservação do meio ambiente e biodiversidade, para esta finalidade tem o objetivo prevenir ou diminuir os impactos negativos que o homem tem causado no meio ambiente.

Souza e Montenegro (2022) as empresas enfrentam obstáculos ao implementar tecnologias verdes, como riscos econômicos, custos elevados de inovação, escassez de financiamento apropriado e falta de pessoal qualificado. Esses desafios estão relacionados ao interesse público e privado em promover um ambiente favorável para o desenvolvimento e adoção de tecnologias verdes, devem considerar a disponibilidade de mercado, a necessidade de profissionais qualificados e o papel das empresas nesse contexto.

Segundo Gomes *et al.* (2022) as tecnologias ambientalmente saudáveis são sistemas totais que incluem conhecimentos técnicos-científicos, procedimentos, serviços, equipamentos e procedimentos de organização e manejo. A transferência de tecnologia deve considerar o desenvolvimento de recursos humanos e o fortalecimento institucional e técnico local, além dos aspectos relevantes para todos. As tecnologias devem ser compatíveis com as prioridades socioeconômicas, culturais e ambientais nacionais.

Gaspar Filho e Santos (2022) explicam que a insegurança energética pode surgir devido a diversos fatores, como instabilidade geopolítica, desastres naturais, terrorismo, marcos regulatórios inadequados ou falta de investimentos. Eles propõem uma abordagem quinquenal para a segurança energética, que abrange cinco dimensões: disponibilidade de energia, acessibilidade de preços, desenvolvimento tecnológico, sustentabilidade e regulação. Porém, é importante ressaltar que a tecnologia também pode ser benéfica para o meio ambiente.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê que entre 2013 e 2050 a demanda total de energia aumentará um pouco mais do que o dobro, com destaque para gás natural, eletricidade e derivados. Em dezembro de 2015, o país assumiu o compromisso com o

Acordo de Paris durante a Conferência do Clima das Nações Unidas para contribuir para a redução do aquecimento global e para evitar um aquecimento global superior a 1,5°C. Para cumprir esse acordo, o Brasil precisará reduzir as usinas a carvão e a gás e aumentar a participação das energias renováveis em sua matriz energética nos próximos anos (GREENPEACE, 2016).

Segundo Gomes *et al.* (2022) as tecnologias ambientalmente saudáveis requerem o aumento da capacidade econômica, técnica e administrativa para o uso eficiente e o desenvolvimento posterior da tecnologia transferida. Parcerias de longo prazo bem-sucedidas em cooperação tecnológica exigem treinamento sistemático e continuado e fortalecimento institucional e técnico em todos os níveis por um extenso período de tempo, com esforços comuns das empresas e governos, tanto provedores quanto receptores de tecnologia.

Lopes e Bastos (2022) relatam a eficiência da luz LED como uma alternativa tecnológica vantajosa, porque pode reduzir significativamente o consumo de energia elétrica. Estas lâmpadas consomem menos energia do que as lâmpadas incandescentes e fluorescentes, além de terem uma vida útil mais longa e duram muito mais tempo, o que significa que sua utilização pode gerar economia de energia e de recursos naturais.

Os resultados destacam que o Brasil enfrentará um aumento na demanda de energia até 2050, é necessário reduzir o uso de usinas a carvão e gás e aumentar as energias renováveis para cumprir o Acordo de Paris. Também revelam que a adoção de tecnologias ambientalmente saudáveis requer esforços conjuntos entre empresas e governos, com fortalecimento institucional e técnico.

É importante ressaltar que a tecnologia também pode oferecer benefícios significativos para o meio ambiente. Por exemplo, a tecnologia pode ser usada para desenvolver fontes de energia mais limpas e renováveis, como a energia solar e eólica, que podem reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a tecnologia também pode ser usada para desenvolver soluções de transporte mais sustentáveis, como carros elétricos e bicicletas, que podem reduzir as emissões de poluentes atmosféricos.

3. CONCLUSÃO

Este trabalho ressaltou como a tecnologia pode contribuir para a sustentabilidade e o consumo responsável. A implantação de tecnologias ambientais promove práticas sustentáveis, resultam em menor custo e emissão de poluentes na produção de energia. Portanto, é fundamental usar as tecnologias de forma responsável e consciente, mesmo que sejam consideradas limpas, a fim de aproveitar seus benefícios sem comprometer a sustentabilidade do planeta.

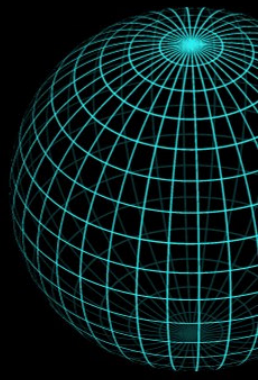
Os objetivos propostos foram alcançados de forma eficaz, fornecem um extenso catálogo de informações sobre os tipos de tecnologias, suas barreiras, importância ambiental e benefícios. No entanto, é necessário realizar estudos mais aprofundados para compreender melhor os benefícios da tecnologia, superar barreiras tecnológicas e econômicas, e desenvolver soluções mais sustentáveis.

Conclui-se que a implementação de sistemas de energia renovável é viável e vantajosa em âmbitos domésticos, industriais e agrícolas, tanto financeira quanto ambientalmente. No entanto, estudos mais detalhados são necessários para determinar os custos e benefícios específicos de cada sistema de energia renovável. É crucial uma melhor adaptação e utilização desses recursos, pois assim contribuirão positivamente para o meio ambiente e reduzirão os impactos da falta de planejamento sustentável.

Referências

- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 03 mar. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 20 mar. 2023.
- DA SILVA ALMEIDA, Edilaine Cristina *et al.* A reciclagem e a sustentabilidade na educação infantil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 8, p. 1304-1315, 2022.
- DA SILVA SOUSA, Maria Amanda *et al.* Ensino de Geografia e Educação Ambiental por meio de orquídeo. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 1, p. 342-355, 2023.
- ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 40, 2013.
- FENGLER, Ricardo Zardin *et al.* Wetlands: Uma Solução Sustentável para o Tratamento de Esgotos. **Agua Y Sociedad**, p. 37, 2017.
- FREITAS, Giovana Souza; DATHEIN, Ricardo. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.
- GASPAR FILHO, Victor; SANTOS, Thauan. Transição da Segurança Energética: energias limpas, minerais críticos e novas dependências. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.
- GOMES, Rhamael Theodorus Yohannes Oliveira Silva *et al.* Inovação Tecnológica e Jurídica aplicada ao Meio Ambiente. **Revista de Direito, Inovação, Propriedade Intelectual e Concorrência**, v. 8, n. 1, 2022.
- GREENPEACE. **Alvorada: Como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil**, 2016.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. O que mostra o retrato do Brasil? **Cadernos ODS**, 2019.
- LOPES, Matheus Chaves; BASTOS, Adriana Teixeira. Energia solar à luz da sustentabilidade: uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados *Spell, Scopus, Scielo e Web of Science* entre os anos de 2016 a 2020. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 7, n. 6, p. 147-177, 2022.
- RUBIRA, Felipe Gomes. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 134-150, 2016.
- SANTANA, Ana Carolina Francischeti; LIRA, Luíza Erislaynny Santos. Ecologia e Sustentabilidade. **Revista Extensão**, v. 4, n. 2, p. 161-168, 2020.
- SCHIOCHET, Ricardo Oselame. A Evolução do Conceito de Marketing “Verde”. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 15, n. 7, 2018.
- SILVA, Eduardo Gomes; SANTANA, Otacílio Antunes. Captação e Reutilização da Água como Estratégia Sustentável. **Divers**, V. 13, N. 2, P. 240-253, 2021.
- SOLDERA, Mariana Oliveira *et al.* **Estratégias para o Gerenciamento Sustentável de Resíduos Eletrônicos: Estudo de caso na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás**. 2023.
- SOUZA, Vitória Laboury Rodrigues de; MONTENEGRO, Rosa Livia. **Inovação tecnológica ambiental: uma análise sobre o desempenho das firmas brasileiras**, 2022.

3

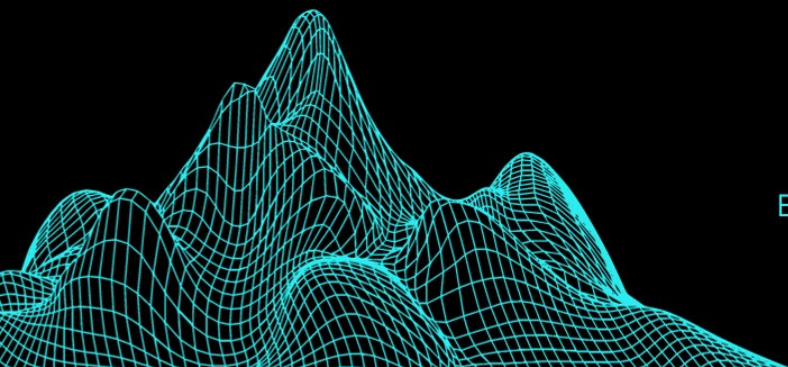


GESTÃO AMBIENTAL: UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL *ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: A SUSTAINABLE SOCIETY*

Emerson Araújo Pires¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Este artigo discutiu a importância da gestão ambiental na redução dos impactos ambientais e na melhoria da qualidade de vida da população e do ecossistema. O estudo abordou a necessidade de conciliar desenvolvimento econômico com preservação e responsabilidade social. Teve como objetivo destacar os benefícios da sustentabilidade na sociedade, com ênfase na educação ambiental e estratégias de exploração sustentável dos recursos naturais, destacou-se os impactos negativos das atividades humanas, e a importância de práticas de conservação, redução de emissões e proteção da biodiversidade. Tratou-se de uma revisão bibliográfica, descritiva e qualitativa. Portanto, o desenvolvimento sustentável deve ser visto de uma perspectiva abrangente, com aplicação de programas de educação ambiental, e estratégias públicas direcionadas para a exploração dos recursos naturais de maneira sustentável. Sendo assim, a gestão ambiental tem como motivo principal orientar a sociedade a cooperar com o ecossistema, com medidas produtivas para construir uma cidade de responsabilidade sustentável, e garantir um equilíbrio entre a procura e a disponibilidade dos recursos, que leva a contribuir para a melhoria na relação da população com o ecossistema presente.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Desenvolvimento Sustentável, Meio Ambiente, Educação Ambiental.

Abstract

This article discusses the importance of environmental management in reducing environmental impacts and improving the quality of life for both the population and the ecosystem. The study addresses the need to reconcile economic development with preservation and social responsibility. With the aim of highlighting the benefits of sustainability in society, with an emphasis on environmental education and strategies for sustainable exploitation of natural resources, it emphasizes the negative impacts of human activities and the importance of conservation practices, emission reduction, and protection of biodiversity. It is a bibliographic, descriptive, and qualitative review. Therefore, sustainable development should be viewed from a comprehensive perspective, with the implementation of environmental education programs and public strategies aimed at sustainable resource exploitation. Thus, the main purpose of environmental management is to guide society in cooperating with the ecosystem through productive measures to build a city with sustainable responsibility, ensuring a balance between resource demand and availability, which contributes to improving the relationship between the population and the present ecosystem.

Keywords: Environmental Management, Sustainable development, Environment, Environmental education.



1. INTRODUÇÃO

A busca por uma sociedade sustentável é uma pauta frequente na mídia atual. Para alcançá-la é necessário adotar práticas e técnicas de Gestão ambiental com atitudes e propostas voltadas para a redução dos impactos ambientais antropogênicos que afetam a preservação do planeta. Portanto, a gestão sustentável é um modelo de gestão empresarial que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a manutenção ambiental e a responsabilidade social.

A justificativa para este estudo foi baseada na constatação de que as atividades humanas causam impactos cada vez maior no meio ambiente, o que tem colocado em risco a vida na Terra. Diante dessa realidade, é fundamental discutir esses temas de forma clara e objetiva, a fim de promover uma maior conscientização sobre a importância da sustentabilidade e da gestão ambiental. Além disso, este estudo contribui significativamente com a sociedade e o meio acadêmico, e fornece informações valiosas que podem ser utilizadas como referência para pesquisas futuras e tomada de decisões nos âmbitos profissionais. Ademais, ao trazer à tona a necessidade de implementação de práticas sustentáveis e a conscientização da sociedade sobre a proteção ao meio ambiente, este estudo poderá influenciar positivamente as políticas públicas e as ações individuais em prol da sustentabilidade.

Diante dos impactos significativos gerados pelas ações humanas, como desmatamento, poluição dos rios e oceanos e mudanças climáticas, a gestão ambiental tornou-se um tema central na sociedade moderna. Nesse contexto, surgiu o questionamento: a sociedade consegue tratar a gestão ambiental de maneira consciente em seu cotidiano, sem gerar grandes impactos na natureza?

Sendo assim, a proposta neste artigo é de essencial importância, o objetivo geral deste estudo foi discutir os benefícios da utilização da sustentabilidade na sociedade em geral e seu objetivo específico foi de relatar a falta de gestão ambiental e sua consequência para o ser humano.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica, por representar uma pesquisa qualitativa e descritiva. Os dados foram feitos a partir de registros disponíveis em livros, artigos científicos, monografias etc. Foram pesquisados temas referentes ao desenvolvimento sustentável, a degradação ambiental e as práticas de sustentabilidade. A busca dos dados ocorreu também através das bases online por meio da Scielo – *Scientific Electronic Library* e do Google Acadêmico. A delimitação da busca deu-se no período dos últimos 10 anos. Em síntese, com base na leitura e interpretação do material pesquisado, houve a descrição conforme os objetivos específicos estabelecidos para o estudo. As palavras chaves utilizadas na busca foram: ‘Gestão Ambiental’, ‘Impactos Ambientais’, ‘Educação Ambiental’.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento sustentável é objeto de amplo debate, pois se relaciona à interação entre a natureza e a qualidade de vida humana, em aspectos tanto econômicos quan-

to políticos. De acordo com o artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), é garantido a todos o direito a um ambiente saudável, o que impõe a necessidade de se preservar o meio ambiente como uma questão urgente na vida cotidiana e agilidade na adoção de medidas para enfrentar os desafios atuais do mundo.

Segundo Feil e Schreiber (2019) a sociedade depende da dimensão material dos recursos naturais para a sua existência, porém, as atividades humanas ameaçam seu bem-estar e provável existência. Isso significa, que a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais, como água, ar, solo, energia, são fundamentais para a manutenção das atividades e da vida em geral. Logo, é essencial, estilos mais amenos de exploração, pois, é importante um equilíbrio entre o necessário e práticas mais respeitosas a natureza, o que ajuda a desenvolver uma sociedade mais consciente.

Conforme Vargas (2002), a participação da população é fundamental para atingir o desenvolvimento sustentável, mas as políticas públicas carecem de investimentos que são necessários para promover uma responsabilidade ambiental efetiva. Portanto, é importante que os governos invistam e incentivem a participação ativa da população, bem como em recursos e infraestrutura necessários para que essas políticas sejam implementadas com sucesso. Além disso, é essencial que os indivíduos assumam a responsabilidade pelas suas escolhas diárias e se engajem em iniciativas locais que promovam a sustentabilidade.

Assim, é fundamental empregar indicadores que considerem as dimensões ambiental, social, econômica e institucional para a análise da sustentabilidade do país. Além disso, políticas públicas que visem à compreensão da realidade nacional devem ser adotadas. Nesse sentido, destaca-se a relevância de uma abordagem abrangente da sustentabilidade, que leve em consideração múltiplos aspectos e a interconexão entre eles. (IBGE, 2015)

É imprescindível que se respeitem as ações de preservação, tendo em vista que tanto os seres humanos quanto a natureza serão beneficiados com isso. É essencial entender que tudo está interligado, e qualquer alteração terá consequências para todos. Com essa consciência, os seres humanos podem empenhar-se para reduzir os impactos e fortalecer sua relação com o ecossistema, o que representa uma excelente oportunidade para se aproximar e respeitar a natureza.

Nesse contexto, Pereira *et al.* (2016) ressaltam a importância da sustentabilidade para garantir que as atividades e ações da sociedade não prejudiquem o futuro das próximas gerações. O desenvolvimento sustentável é visto como um processo que deve ser integrado com a cooperação entre o ser humano e a natureza. Dessa forma, é possível buscar uma melhor qualidade de vida sem comprometer a proteção ambiental, para isso, é importante que haja um comprometimento da comunidade, pois a sustentabilidade é responsabilidade de todos.

Enfatiza-se também a importância de equilibrar as necessidades presentes com a conservação dos recursos naturais para garantir um futuro sustentável para as próximas gerações. Logo, propor ideias de sustentabilidade é de extrema importância. Entretanto, é fundamental utilizar metodologias de fácil compreensão, com o propósito de alcançar um grande número de participantes. É necessário ter a capacidade de absorver e prosseguir com o aprendizado obtido através de informações didáticas. O poder público deve ser um aliado no combate à degradação ambiental, por meio de campanhas, ações concretas e investimentos de longo prazo. Assim, é possível minimizar os impactos e cooperar para soluções construtivas.

De acordo com a Lei 6.938/81, Artigo 3º, Inciso II, a degradação ambiental é expressa na alteração adversa das características do meio ambiente. Deste modo, todas as atividades humanas podem ser consideradas alterações no meio, embora nem todas tenham a



mesma consequência. A degradação ambiental tem um efeito imenso na vida de todos, seja por meio de modificações na localidade ou na alteração da qualidade de vida tanto do ser humano quanto de animais e plantas. Essa mudança deve afetar a todos sem qualquer distinção, embora grupos mais vulneráveis estejam mais suscetíveis, como as pessoas mais pobres ou aquelas que residem em áreas de risco (BRASIL, 1981).

Como afirma Louzada (2013), os impactos ambientais gerados pela atividade humana afetam o meio físico-biológico e socioeconômico, comprometem os recursos naturais e a saúde humana, podem causar desequilíbrios ambientais no ar, na água e no solo. Assim, é necessário que se assumam a responsabilidade de entender e analisar qual é a melhor solução para reduzir tais impactos, para minimizar as modificações no ambiente. Contudo, constata-se que nem todos possuem essa consciência e preocupação, o que indica uma grande distância entre a realidade ambiental e a percepção das pessoas.

A falta de tratamento adequado dos resíduos sólidos leva à degradação ambiental e consequente poluição das águas. Isso gera impactos negativos, como o aumento de doenças endêmicas causadas pela contaminação da água, solo e ar. Infelizmente, muitas pessoas ainda descartam resíduos em locais inadequados por falta de conscientização. Em 2021, mais de 130 mil pessoas foram internadas no Brasil devido a doenças transmitidas pela água (DATASUS, 2021).

Nesse contexto, cabe a contribuição do SNIS (2021), quando afirma que quase 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto, o que aumenta a probabilidade de contaminação na região. Sem investimento adequado em tratamento de esgoto, o meio ambiente, a fauna e a flora são prejudicadas, além da sociedade como um todo. Portanto, é essencial investir na melhoria do saneamento básico para garantir a saúde e qualidade de vida da comunidade.

Nessa perspectiva é importante ressaltar que, o impacto ambiental pode desequilibrar as relações construtivas do ambiente e superar sua capacidade de absorção. Quando o ambiente não se recupera de uma grande importunação, caracteriza-se como impacto, pois o ecossistema não volta à sua condição original. Mesmo uma pequena mudança pode desencadear um grande desequilíbrio no meio ambiente. Portanto, qualquer mudança pode ocasionar uma grande importunação e causar enorme prejuízo, alterando a composição do ambiente e contribuindo para sua degradação, investimentos em reparação dos danos podem reduzir ou eliminar a transformação causada pela atividade humana e devolver o ambiente ao seu estado original (KRAEMER *et al.*, 2013).

No entender de Sartori *et al.* (2014), a sustentabilidade refere-se à capacidade de resistir ou se adaptar às mudanças, enquanto o desenvolvimento sustentável é um caminho para atender às necessidades da população a longo prazo. Para alcançar esse objetivo, é necessário despertar maneiras mais racionais e empáticas de interagir com a natureza, com foco e determinação em respeitar e propor ideias concretas. Somente através da integração de todos, é possível implantar os ideais do crescimento sustentável na sociedade.

A garantia do direito a cidades sustentáveis, requer a implantação de medidas efetivas para reduzir a poluição do ar, da água e do solo. Além disso, é fundamental estimular a consciência ambiental das pessoas e investir em espaços verdes, saneamento básico e moradias adequadas, para promover a satisfação e o bem-estar da sociedade. Essas ações devem ser realizadas de forma a não interferir negativamente na natureza e a proporcionar empregos dignos e saúde adequada para todos. A destinação correta dos resíduos também é crucial, motivo pelo qual a coleta seletiva deve ser ampliada no Brasil, pois está presente em apenas 74% dos municípios brasileiros. (BRASIL, 2001; ABRELPE, 2021)

Dentro dessa esfera de conhecimento, Behling, Gil e Carlan (2015) evidenciam a ne-

cessidade de sensibilizar o público por meio de ações de conscientização, a fim de estimular sua participação e impulsionar o senso de responsabilidade e dedicação em relação ao meio ambiente. Para alcançar um futuro mais responsável ecologicamente, é indispensável propor a participação da comunidade. Dessa forma, será possível reduzir os impactos e aumentar as atitudes positivas em relação ao meio ambiente. Com a participação da comunidade, poderá ser alcançado um resultado expressivo e satisfatório, além de cumprir o dever de cuidar e proteger a biodiversidade.

Segundo Silva *et al.* (2019), a conscientização sobre a importância da preservação da natureza deve ser incentivada desde a infância, através do ensino de temas relacionados ao meio ambiente. Por isso, é fundamental que a sustentabilidade seja incorporada à prática escolar, a fim de que a comunidade possa compreender as adversidades ambientais, como a degradação, e assim questionar e minimizar os problemas de natureza ambiental. Portanto, o conhecimento e o estudo são fundamentais para a adoção de métodos eficazes na resolução de desafios, tornando a busca pelo resultado mais fácil na prática. Além disso, esses processos garantem que a sociedade possa adquirir o conhecimento necessário para a implementação de práticas sustentáveis.

Faz necessário enfatizar que Lima (2013) destaca que a satisfação ambiental deve ser o padrão a ser alcançado, e que o comprometimento ambiental deve considerar os fatores ecológicos, sociais e econômicos. Ou seja, é necessário levar em conta tanto os aspectos ambientais quanto os sociais e econômicos. Investimentos na sociedade são fundamentais para alcançar o verdadeiro significado de satisfação. Isso inclui investimentos em moradias adequadas, oferta de empregos, saneamento básico e orientação correta sobre a preservação ambiental. Tudo isso é fundamental para ajudar na preservação e na transformação do planeta.

A infraestrutura para garantir a urbanização necessita de planejamento e gestão adequados, já que o aumento populacional pode potencializar os limites da natureza. A falta de planejamento pode afetar e prejudicar a todos, pois as necessidades da sociedade e do ambiente devem ser conciliadas de modo a obter uma constância entre o crescimento econômico e a preservação de um ambiente saudável (FERREIRA, 2015; SOUZA; MAFRA, 2014).

Struchel e Menezes (2019) destacam que é fundamental que uma cidade sustentável saiba equilibrar suas demandas, cuidar e conservar seus parques e florestas, além de restaurar as áreas degradadas. Isso requer uma gestão ambiental forte e uma sociedade estruturada e organizada. Assim, não se pensará apenas no ecossistema, mas também nos indivíduos que habitam as cidades, visando proporcionar condições mais acolhedoras e respeitadas, além de garantir a preservação do meio ambiente e conciliar oportunidades de emprego com o bem-estar. Dessa forma, será possível trilhar um caminho viável rumo ao desenvolvimento ecológico.

No entanto, Souza e Gouvêa (2019), apontam que para alcançar essa proposta, é necessário implantar a ideia de responsabilidade socioambiental e construir políticas que englobem ética, justiça social, educação de qualidade e promovam relações de respeito com todos, além de consolidar a defesa do meio ambiente. Deste modo, Fiorello (2019) argumenta que educar ambientalmente é incentivar o princípio da solidariedade, fixar a consciência ecológica e tornar a população guardiã da natureza. Assim, a proposta é trazer a educação mais próxima e presente em todos.

De acordo com Ferreira (2011), a educação ambiental visa desenvolver no ser humano conhecimento, habilidades e atitudes direcionadas para a preservação do meio ambiente. Dessa forma, o cidadão passa a ter novos conceitos e pensamentos, formando uma consciência inovadora e compreendendo a importância de se educar para a cooperação no uso



dos recursos naturais.

Dessa forma, é fundamental que se invista em uma educação ambiental de qualidade para que a população possa compreender a importância da preservação do meio ambiente e da gestão ambiental. Com o conhecimento adquirido, é possível colocá-lo em prática, o que resulta em uma experiência positiva para a sociedade como um todo. Além disso, é preciso enfatizar a importância da adoção de práticas sustentáveis e conscientes, que trarão benefícios tanto para o meio ambiente quanto para as pessoas. Com isso, é possível minimizar os prejuízos decorrentes da falta de sustentabilidade e conscientizar a população sobre a necessidade de preservar o planeta para as futuras gerações.

Com base na problemática apresentada, os artigos selecionados para o estudo destacam a grave situação do saneamento básico no Brasil, que afeta quase 100 milhões de pessoas sem acesso adequado à coleta de esgoto e ao tratamento de resíduos sólidos. Isso tem gerado contaminação do meio ambiente e problemas de saúde pública, como demonstrado por dados alarmantes, como mais de 130 mil internações por doenças de veiculação hídrica apenas em 2021 (SNIS, 2021; DATASUS, 2021)

Os resultados destacam a importância da participação da população na busca por um desenvolvimento sustentável para redução de impactos e desperdícios ambientais. Além disso, aponta-se que é fundamental haver diálogo e integração das necessidades na vida cotidiana para alcançar esse objetivo. No entanto, as políticas públicas ainda precisam de investimentos para promover uma responsabilidade ambiental efetiva, e apoiem a utilização adequada dos recursos naturais, com o objetivo de minimizar os impactos negativos e fomentar o uso responsável dos mesmos. Ressalta-se, portanto, a necessidade urgente de investir em saneamento básico e conscientizar a população sobre a importância da preservação ambiental para garantir uma vida saudável e sustentável para todos.

4. CONCLUSÃO

Em síntese, a promoção do desenvolvimento sustentável e do saneamento básico são medidas essenciais para garantir um futuro saudável e equilibrado para todos. A crescente preocupação com a devastação ambiental e as mudanças climáticas, bem como a evidência de seus impactos negativos na saúde e bem-estar das pessoas, tornam a ação nesse sentido uma prioridade urgente. É fundamental que a sustentabilidade seja vista de forma integrada, levando em conta as dimensões ambientais, sociais e econômicas.

Este trabalho alcançou seus objetivos de forma clara e eficaz. Foram apresentados diversos estudos que demonstram os benefícios das práticas sustentáveis, desde a gestão de recursos naturais até a redução da poluição. Através desta revisão, foi possível perceber a importância da implementação de políticas públicas para garantir o saneamento básico em todo o país. No entanto, é importante destacar que este trabalho apresenta apenas uma visão geral sobre o assunto e há espaço para estudos mais aprofundados em relação aos benefícios das práticas sustentáveis e sua implementação em diferentes contextos.

Conclui-se, que é necessário agir rapidamente para minimizar esses impactos negativos e garantir um futuro sustentável para todos. Evidencia-se o saneamento básico por ser uma questão crítica no Brasil, a sua ausência está levando à contaminação ambiental e prejuízos à saúde da população. É fundamental que as empresas e governos adotem uma abordagem mais sustentável em suas atividades.

Referências

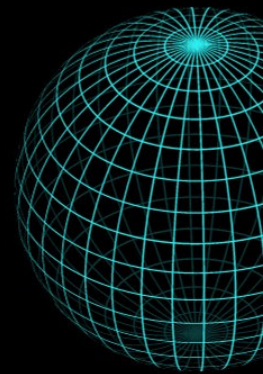
- Associação Brasileira de Empresas de Limpezas Públicas e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br>. Acesso em 22 de mar. 2023.
- BEHLING, G. M.; GIL, R. L.; CARLAN, F. A. Um panorama da constituição da educação Ambiental enquanto campo no Brasil. In: KUSS, A. V *et al.* (Orgs). **Possibilidade metodológicas para pesquisa em educação ambiental**. Pelotas: Editora e cópias Santa Cruz, 2015. p. 14-24.
- BRASIL, lei nº 6938 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em 11 mar. 2023.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 03 mar. 2023.
- BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 de julho de 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm Acesso em 22 mar. 2023.
- DATASUS (Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde). Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- FEIL, A. SCHREIBER, D. (2019). Análise dialógica dos níveis, dimensões e indicadores de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Vol. 6, p. 317 – 333.
- FERREIRA, L. J. C. **Educação Ambiental: abordagens no ensino fundamental**. Monografia. (Graduação em Ciências Biológicas). Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas, 2011.
- FERREIRA, Manuela Barros Pedreira. **Cobertura da terra como indicador de qualidade ambiental urbana: estudo aplicado ao município de Curitiba – PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- FIORELLO, Celso, A. P. **Curso de direito Ambiental Brasileiro**. 19. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf> Acesso em: 5 abr. 2023.
- KRAEMER, M. E. P.; BEHLING, G.; REBELO, H. M.; GOEDE, W. Gestão Ambiental e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2013.
- LIMA, Valeria. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. 2013. Tese (programa de pós-graduação em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.
- LOUZADA, A. **Gestão Ambiental, conceitos e definições**. 2013.
- PEREIRA, W. SIEBRA, A. SILVA, K e VASCONCELOS, D. (2016). Evidenciação dos indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva de análise ao Modelo Triple Bottom Line de Gestão: Estudo de caso de uma empresa do setor alimentício listado na BM&FBvespa. Simpósio internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade.
- SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Uma taxonomia no campo da literatura. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 1 – 22, 2014.
- SILVA, K. P. M; SILVA, K. P. M; CANEDO, K. de O; RAGGI, D. G; SILVA, J. G. F da. Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma preocupação necessária e continua na escola. **Revista de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 68-80, mar. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2670/1638>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/es>. Acesso em 13 mar. 2023.
- SOUZA, José F. Vidal; GOUVÊA, Claudiana Rosa. A função social da empresa frente aos princípios da sustentabilidade e da cooperação ambiental. **Revista de direito e sustentabilidade**. Goiânia, v. 5, n. 1, Jan/Jul., 2019.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de; MAFRA, Julieta Rauna. A sustentabilidade e o ciclo do bem estar: o equilíbrio dimensional e a ferramenta da avaliação ambiental estratégica. **Nomos: Revista do Programa**

de Pós-graduação em Direito da UFC, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 345 – 366, Jul/dez. 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/nomos/article/view/1227/1191>. Acesso em: 25 mar. 2023.

STRUCHEL, Andréa Cristina de Oliveira; MENEZES, Rogério. **Gestão Ambiental para cidades sustentáveis**. Oficinas de textos, 2019.

Vargas E. Rio+10: parcerias entre Brasil e Alemanha para o desenvolvimento sustentável, In: Hofmeister W, editor. **Rio+10 = Joanesburgo. Rumos ao desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer; 2002. p.11-15.

4



OS RISCOS AMBIENTAIS DA FALTA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: PREJUÍZOS A SAÚDE PÚBLICA

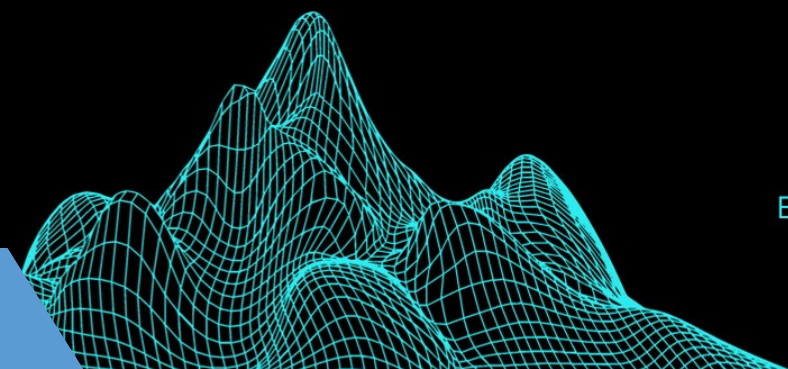
THE ENVIRONMENTAL RISKS OF POOR SANITATION: DAMAGE TO PUBLIC HEALTH

Maurício de Sousa Pinheiro¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A destinação dos efluentes líquidos que advém de residências e indústrias são um dos principais fatores que tem causado transtornos no cotidiano da população. A falta de tratamento de esgoto acarreta riscos, poluição das águas, morte de organismos aquáticos, doenças hídricas e desequilíbrio ecológico. Este artigo teve como objetivo descrever os impactos ambientais causados pela ausência de sistemas de esgoto, bem como os riscos e impactos que afetam a saúde pública, através de uma revisão de literatura. Neste trabalho, abordou-se os microrganismos patogênicos vinculados a água contaminada, os riscos e prejuízos para população e ao meio ambiente. Os resultados obtidos demonstraram que a implementação de medidas adequadas requer um considerável investimento em saneamento, infraestrutura e capacitação, também devem-se levar em consideração as condições econômicas da população local. Estas medidas podem proporcionar benefícios a longo prazo que incluem a melhoria da qualidade da água, preservação do meio ambiente, redução de doenças relacionadas à água e o desenvolvimento sustentável das comunidades afetadas. Portanto, é fundamental reconhecer que o esgoto sanitário contém substâncias prejudiciais que precisam ser estudadas e tratadas, a fim de promover o bem-estar do meio ambiente e a preservação dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Esgoto, Doenças, Desequilíbrio, Riscos e Impactos.

Abstract

The destination of liquid effluents that come from residences and industries is one of the main factors that has caused problems in the daily life of the population. The lack of sewage treatment leads to risks, water pollution, death of aquatic organisms, water diseases, and ecological imbalance. This article aimed to describe the environmental impacts caused by the absence of sewage systems, as well as the risks and impacts that affect public health, through a literature review. In this work, we approached the pathogenic microorganisms linked to contaminated water, the risks and damages to the population and the environment. The results obtained showed that the implementation of adequate measures requires a considerable investment in sanitation, infrastructure, and training, and the economic conditions of the local population must also be taken into consideration. These measures can provide long-term benefits that include improved water quality, preservation of the environment, reduction of water-related diseases, and the sustainable development of the affected communities. Therefore, it is critical to recognize that sanitary sewage contains harmful substances that need to be studied and treated in order to promote environmental well-being and the preservation of aquatic ecosystems.

Keywords: Sewage, Diseases, Imbalance, Risks and Impacts.

1. INTRODUÇÃO

A destinação inadequada dos efluentes líquidos provenientes de residências e indústrias constitui-se como um dos principais desencadeadores de transtornos no cotidiano da população. O descarte de esgoto irregular e sem o tratamento prévio representam um perigo para o meio ambiente e para a saúde pública, pois, as substâncias químicas e orgânicas presentes nos efluentes líquidos contaminam o solo, os corpos hídricos superficiais e freáticos, proporcionam a proliferação de microrganismos patogênicos, que comprometem a vida aquática, a flora, a fauna local e também a saúde humana.

A justificativa para este estudo é baseada na necessidade de compreender e abordar os problemas ambientais e de saúde pública decorrentes do despejo irregular de esgoto sanitário e industrial em corpos hídricos. Este estudo contribuirá para a sociedade e o meio acadêmico, pois, através destas informações e identificação das principais fontes de contaminação, será possível promover a conscientização e envolver as comunidades na busca por soluções sustentáveis de saneamento, a fim de garantir a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas implementados.

A falta de acesso a sistemas adequados de esgoto sanitário é um desafio significativo em muitas partes do mundo, especialmente em áreas urbanas de países em desenvolvimento. Essa ausência de infraestrutura básica de saneamento traz consigo uma série de problemas, incluem riscos ambientais e para a saúde pública. Para combater essa situação, é essencial adotar uma abordagem abrangente, que aborde diferentes aspectos relacionados à ausência de esgoto sanitário. Nessa perspectiva, surge a seguinte problemática: como diminuir os problemas decorrentes da falta de esgoto sanitário e seus riscos ambientais e para a saúde pública?

De modo geral, este trabalho teve como objetivo descrever os impactos ambientais causados pela ausência de sistemas de esgoto, bem como os riscos e impactos que afetam a saúde pública. O objetivo específico é descrever os problemas causados pela falta de esgoto sanitário.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Neste trabalho o tipo de pesquisa realizado foi uma Revisão de Literatura, qualitativa e descritiva. A delimitação da busca foi feita no período dos últimos 10 anos. Os dados foram desenvolvidos a partir de registros disponíveis em livros, artigos científicos e monografias. A busca dos dados ocorreu também através das bases online: Capes, Google Acadêmico e Scielo. As palavras-chave utilizadas para fazer a busca foram: “esgoto sanitário”, “riscos à saúde” e “riscos ambientais”.

2.1 Resultados e Discussão

Desde os primeiros assentamentos urbanos, a importância do saneamento básico e sua relação direta com a saúde humana têm sido uma preocupação constante. O saneamento básico abrange quatro áreas fundamentais: coleta de resíduos sólidos, limpeza das vias públicas, controle de águas pluviais, tratamento de esgoto e fornecimento de água



potável à população. Em outras palavras, o saneamento básico desempenha um papel crucial na prevenção de doenças e na melhoria da qualidade de vida dos indivíduos. Esses aspectos destacam a importância do saneamento básico na promoção de um ambiente saudável e de políticas que visem melhorá-lo, estas são essenciais para garantir a saúde e o bem-estar das comunidades. No entanto, sua ausência ou falta de gerenciamento pode resultar em diversos problemas ambientais, além de possibilitar a propagação de várias doenças, tais como diarreia, cólera, hepatite A, entre outras (OLIVEIRA, 2019; QUEIROZ, 2018).

Em qualquer parte do mundo, fica evidente a ligação entre a falta de saneamento ou a presença de soluções sanitárias precárias e a propagação de doenças. Os dejetos humanos são conhecidos por serem veículos de microrganismos patogênicos responsáveis por diversas enfermidades, como febre tifoide, diarreias infecciosas e esquistossomose (QUEIROZ, 2018).

De acordo com as normas NBR 9648, o esgoto doméstico é caracterizado como o descarte líquido proveniente do uso da água para fins de higiene e necessidades fisiológicas humanas. Já o esgoto sanitário é composto pelo lançamento líquido resultante da combinação do esgoto doméstico, industrial, águas de infiltração e a contribuição pluvial parasitária (ABNT, 1986).

As propriedades do esgoto doméstico podem ser classificadas em três categorias distintas: propriedades físicas, propriedades químicas e propriedades biológicas. As propriedades físicas referem-se à matéria sólida presente no esgoto, sua temperatura, odor, cor e turbidez. As propriedades químicas englobam os poluentes orgânicos e inorgânicos encontrados no esgoto. Por fim, as propriedades biológicas estão relacionadas à presença de bactérias, fungos, protozoários e vírus no esgoto (JORDÃO; PESSÔA, 2014; LEÃO *et al.*, 2018).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 430, o descarte de esgoto irregular e sem tratamento prévio é considerado prejudicial ao meio ambiente e à saúde pública. Essa prática pode resultar na contaminação de corpos hídricos, como rios, lagos e oceanos, bem como do solo e das águas subterrâneas. A presença de matéria orgânica e substâncias químicas no esgoto cria condições favoráveis para a proliferação de microrganismos patogênicos, o que representa um risco para a saúde humana e dos ecossistemas aquáticos (BRASIL, 2011).

Uma forma de avaliar a qualidade da água é através da análise de seus parâmetros físicos, químicos e biológicos. Esses parâmetros podem sofrer alterações devido a diversos fatores, como: influências ambientais, geológicas, mudanças na vegetação, nos ecossistemas terrestres e aquáticos. No entanto, a principal causa de alteração é a atividade humana, que exerce um impacto significativo nos corpos hídricos. Isso ocorre devido às modificações no uso e ocupação do solo, bem como ao lançamento de grandes cargas poluentes (GLÓRIA *et al.*, 2017).

A maioria dos parâmetros utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) são indicadores de contaminação resultantes do descarte de esgotos domésticos. Esses parâmetros incluem a temperatura, odor, cor, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total (PT), coliformes fecais, coliformes totais, coliformes termotolerantes, sólidos dissolvidos totais (SDT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e turbidez (ANA, 2017; HORDONES 2022).

De acordo com Castro (2014), a temperatura do efluente desempenha um papel crucial no controle da velocidade e eficiência das reações químicas, principalmente em efluentes altamente concentrados. Se o efluente líquido apresentar uma temperatura excessivamente elevada, torna-se necessário resfriá-lo antes de ser descartado no corpo hí-

drico, a fim de evitar danos ao ecossistema local. Além disso, a análise do pH também é de suma importância para prevenir impactos negativos na flora e fauna do corpo hídrico. Isso se deve ao fato de que muitas espécies de plantas e animais serem sensíveis a variações extremas de acidez ou alcalinidade na água.

Segundo Hordones (2022), o potencial hidrogeniônico (pH) é uma medida que indica se uma solução é ácida, neutra ou básica. Esse valor é determinado através do cálculo do produto iônico da água. No qual determina-se um $\text{pH} < 7$ (solução ácida), $\text{pH} = 7$ (solução neutra) e $\text{pH} > 7$ (solução básica).

A norma brasileira NBR 9648, trata do estudo e conceituação de sistemas de esgoto sanitário. Na qual define que o esgoto é o estado da água após ter incorporado diversas impurezas domésticas e/ou industriais. Estas impurezas são de diversos tipos e origens, a maior parte delas são nocivas ao ser humano e ao meio ambiente. Essa norma determina a definição de esgoto doméstico, esgoto industrial, água de infiltração, contribuição pluvial parasitária e outros (ABNT, 1986).

Segundo Fernandes *et al.* (2019), o esgoto doméstico apresenta características variáveis que dependem da região, número de habitantes, clima, cultura, infiltração e outros fatores. Esses efluentes possuem uma alta concentração de nitrogênio e fósforo, o que desperta preocupações em relação ao fenômeno da eutrofização nos corpos hídricos receptores. O esgoto doméstico é gerado pelo uso da água nas residências e pode ser classificado em dois tipos: as águas provenientes das bacias sanitárias, conhecidas como águas negras, e as águas resultantes de lavagens, tanques, chuveiros e pias, denominadas águas cinzas.

Para Oliveira (2019) o esgoto industrial é basicamente a água que foi utilizada em processos industriais e que será despejada em corpos hídricos, mas o despejo tem que estar de acordo com os padrões de lançamento estabelecidos. É necessário analisar a caracterização do ambiente onde ocorre o despejo de esgoto, como também o tipo de produção industrial e as substâncias presentes no efluente.

Bertolino *et al.* (2018) afirma que a água de infiltração se refere as águas que se infiltram no subsolo e que adentram nas canalizações através de imperfeições nos condutos. Já a contribuição pluvial parasitária está relacionada ao escoamento de água superficial que é absorvida pelo sistema de coleta de esgoto sanitário. Ressalta-se, portanto, a importância de separar as águas pluviais e as de esgoto, isto diminui a sobrecarga do sistema de coleta de esgoto e não desperdiça a água da chuva que pode ser enviada para estações de tratamento de água.

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de acordo com o Art. 1º da Resolução nº 001/86, define como Impacto Ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas. Essas alterações podem afetar direta ou indiretamente: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; uma biota; as condições estéticas e sanitárias; e a qualidade dos recursos ambientais. Portanto, para uma melhor compreensão, é importante que a comunidade tenha conhecimento sobre os problemas de saúde e ambientais relacionados ao despejo irregular de esgoto. (BRASIL, 1986).

Oliveira (2015) em sua pesquisa sobre as deficiências dos Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) afirma que avaliar os Impactos Ambientais é essencial para saber a extensão dos danos ambientais causados pelo esgoto. O EIA é um documento utilizado no planejamento ambiental que avalia e delimita a área de impactos ambientais, o outro documento é o RIMA, este é recomendado para instalação de

empreendimentos que possam causar ou alterar o estado original do meio ambiente do local. Ambos os documentos são elaborados por profissionais especializados, que sejam responsáveis pela obra ou por uma empresa de consultoria de técnicas ambientais.

Todos esses fatores citados estão diretamente relacionados principalmente ao cotidiano das comunidades rurais, estas necessitam de estruturas e investimento em saneamento. Cerca de 31 milhões de brasileiros vivem na zona rural, dessa parcela apenas 22% dos habitantes têm acesso ao saneamento básico, e 5% dos habitantes não possuem um local para fazer suas necessidades, portanto, sem banheiro, a alternativa é fazer ao ar livre o que significa despejo de fezes e urinas diretamente no meio ambiente (EMBRAPA, 2013; OLIVEIRA, 2019).

Hordones (2022), descreve que a vazão do esgoto também é um fator relevante e que precisa ser destacado. O cálculo da vazão é composto por fórmulas e etapas diferentes, e deve ser levado em consideração que o despejo irregular de esgoto não é fixo, ou seja, o volume da vazão pode variar por hora, dia ou mês, e ainda ser influenciado pelos horários de pico e pela quantidade de água da chuva.

A norma brasileira NBR 9649/86 estabelece o valor de 0,8 como coeficiente de retorno, que representa a relação entre o volume de água consumido e o volume de esgoto produzido. Além desse coeficiente, existem outros elementos a serem considerados no cálculo da vazão do efluente, tais como o coeficiente de variação da vazão, as taxas de infiltração, os cálculos das vazões de esgoto, as vazões de infiltração, as vazões industriais, as vazões de contribuição populacional e o cálculo das taxas de contribuição linear. Dimensionar os tubos de coleta de esgoto, é um processo regulamentado pelas normas técnicas. Cada um desses elementos possui definições e fórmulas específicas que são utilizadas para auxiliar no cálculo da vazão do efluente (BRASIL, 1986).

É necessário, portanto, deixar claro que qualquer forma de alteração que prejudique o meio ambiente está sujeita a penalizações de acordo com o nível do dano causado, é estabelecido pela Lei 6.938/81, os princípios do poluidor pagador, e objetiva responsabilizar o poluidor pelos danos ambientais que suas ações causaram (OLIVEIRA, 2019).

Segundo Quevedo e Paganini (2011) o despejo de efluentes de esgoto causa diversas modificações na estrutura dos corpos hídricos. Inicialmente, pode-se observar alterações na coloração da água e no odor do local. Em seguida, ocorre o processo de eutrofização, que é caracterizado pelo aumento da carga orgânica, como fósforo e nitrogênio, no corpo hídrico. Isso contribui para a proliferação excessiva de algas, que bloqueiam a luz solar e prejudicam a fotossíntese nas regiões mais profundas do rio.

A proliferação de algas e bactérias leva à diminuição da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO/DQO) e causa a morte de organismos aeróbicos. Além disso, as bactérias são responsáveis pelo mau odor liberado durante a decomposição da matéria orgânica. No momento em que os níveis de oxigênio se tornam ainda mais baixos, o processo de decomposição continua, mas é realizado por bactérias anaeróbicas, que intensificam ainda mais o mau cheiro (QUEVEDO; PAGANINI, 2011).

Além disso, o despejo de esgoto afeta negativamente o ambiente aquático, pois cada uma das espécies presentes em um corpo hídrico passa por milhares de anos de adaptação para sobreviver em um determinado local. Um exemplo desse impacto é a morte de peixes, causada pelo constante despejo de lixo e efluentes de diferentes origens, industriais e domésticos. Durante o período de chuvas essa situação pode ser agravada. (MOREIRA *et al.*, 2013; MOREIRA *et al.*, 2016).

As principais doenças de veiculação hídrica, que podem ser contraídas por ingestão,

contato com a pele, ou por contato oro-fecal, são: a gastroenterite, a cólera, a febre tifoide, hepatite A e E, poliomielite, leptospirose, amebas, giardíase, conjuntivite, otite. os principais sintomas são: diarreia, desidratação, presença de sangue nas fezes, febre alta, dor no corpo, inchaço na região do abdome. Doenças transmitidas por contato com fezes são helmintos e tênia (FERREIRA, 2016).

Segundo Oliveira *et al.* (2015) existem ainda os microrganismos termotolerantes que vivem no intestino de animais de sangue quente (Seres Humanos) elas são chamadas Coliformes fecais e Coliformes totais, são responsáveis por causar doenças gastrointestinais e são indicadores de qualidade da água, sua presença indica contaminação da água por fezes.

De acordo com Sales *et al.* (2015), várias pesquisas têm evidenciado a presença de coliformes em locais inusitados e contrários às normas de saúde em bares e locais de comercialização de alimentos. É necessário, portanto, que estes estabelecimentos adotem medidas adequadas de higiene e segurança alimentar, a fim de garantir a qualidade dos produtos oferecidos e proteger a saúde dos consumidores.

De acordo com Leão *et al.* (2018), a falta de saneamento adequado e condições insalubres no ambiente de trabalho são fatores favoráveis a presença de enteroparasitas e coliformes termotolerantes. Um exemplo disso foi a constatação destes microrganismos nas mãos de manipuladores de alimentos de um hospital estudado. As amostras foram coletadas por meio do método de esfregaço e examinadas ao microscópio, o que revelou resultados positivos para coliformes termotolerantes e protozoários intestinais. Esses achados ressaltam a importância de medidas rigorosas de higiene pessoal e manipulação correta de alimentos, visa-se assim evitar a contaminação cruzada e proteger a saúde dos pacientes.

Segundo Sales *et al.* (2015), é possível encontrar coliformes termotolerantes, que são indicadores de contaminação fecal, ou coliformes totais em amostras de estabelecimentos de comercialização de alimentos. Isso ressalta a importância de adotar medidas rigorosas de boas práticas na fabricação e manipulação de alimentos. A presença desses microrganismos pode levar a infecções e intoxicações alimentares, representam risco para os consumidores. Portanto, é fundamental garantir a qualidade e segurança dos alimentos por meio de um controle adequado e da adoção de medidas preventivas.

Segundo Leão *et al.* (2018) os resultados alcançados pelas pesquisas servem como um alerta aos profissionais responsáveis pela manipulação de alimentos, enfatiza a importância dos cuidados com a higiene pessoal, a higienização adequada do local de trabalho e a implementação de medidas preventivas mais eficazes. Além de colocar em risco a própria saúde, esses profissionais contribuem para a disseminação de microrganismos patogênicos. Assim, é fundamental adotar práticas que promovam a segurança alimentar e a saúde dos consumidores.

Castro (2014) e Hordones (2022), abordam as variáveis que podem dificultar os processos, são as propriedades químicas e físicas do esgoto, com destaque as Ph e Temperatura do efluente de esgoto, que podem prejudicar o sistema de coleta e dificultar o tratamento em ETEs, foi observado que é necessário fazer o monitoramento do comportamento desses indicadores que serão o reflexo dos hábitos da população entorno do sistema de coleta, que pode variar em número e densidade.

De acordo com Hordones (2022), ao preparar o efluente, devem ser removidos as partes sólidas, para um tratamento subsequente em estações de tratamento. Nas explicações fornecidas, é ressaltada a importância de cuidados com a temperatura, especialmente no caso de efluentes industriais produzidos a quente. A variação de temperatura prejudica o

processo e elimina as bactérias monogênicas, que são sensíveis a alterações térmicas, mas desempenham um papel crucial na remoção de carbono orgânico. Essas bactérias utilizam hidrogênio e criam espaço para outras bactérias fermentarem compostos orgânicos.

Oliveira *et al.* (2013) abordou a poluição hídrica em rios, onde os trechos mais baixos sofrem com a poluição causada pela urbanização e industrialização, além da taxa alta de poluentes há presença de metais pesados que são prejudiciais à saúde por causar intoxicação. Foi constatado a degradação do meio ambiente aquático, mortes de peixes, além de contaminar a bacia hidrográfica o que dificulta o tratamento de água e o abastecimento público.

De acordo com Bertolino *et al.* (2018), uma forma de reduzir a sobrecarga do sistema de coleta de esgoto é separar a água da chuva do efluente de esgoto. Isso implica na criação de tubulações distintas para coletar águas pluviais e esgoto. Essa abordagem traz benefícios para o processo de tratamento de água, pois reduz a vazão que aumenta no instante em que a água de chuva e o esgoto são misturados no sistema de coleta durante períodos chuvosos.

Os fatores citados acima precisam estar de acordo com as normas para evitar transtornos para população com alagamentos e doenças hídricas, e para o meio ambiente ser menos afetado por impactos ambientais. O EIA/RIMA determinam as diretrizes principais, mas precisam serem postos em prática para ter valor (OLIVEIRA, 2015).

Logo que a vazão limite dos sistemas de coleta é excedida, ocorre o transbordamento do esgoto, o que resulta na poluição hídrica, pois esse esgoto é descarregado em corpos d'água. No entanto, no momento que a poluição é causada por um poluidor específico que tem conhecimento de suas ações, esse poluidor é sujeito às diretrizes do princípio do poluidor pagador. Isso significa que o poluidor é responsável por arcar com os custos associados à poluição ambiental que causou, com o objetivo de minimizar os danos ambientais resultantes (OLIVEIRA, 2019).

A presença de fósforo nas águas de abastecimento e os impactos dos detergentes fosfatados na qualidade e disponibilidade de água para a população. Esses elementos, juntamente com o nitrogênio, estão diretamente relacionados ao fenômeno da eutrofização em rios, o qual é provocado pelo despejo inadequado de esgoto. É importante ressaltar que efluentes provenientes de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios contêm quantidades significativas de fósforo. Além disso, em áreas rurais, durante períodos de chuva, há um carregamento significativo de fósforo dos solos para os corpos d'água (HORDONES, 2022).

Leão *et al.* (2018) e Abreu *et al.* (2011) encontraram coliformes e enteroparasitas em locais inusitados, como as mãos dos manipuladores de alimentos em hospitais e carne moída, respectivamente. Os coliformes termotolerantes vivem no intestino de animais de sangue quente e são liberados no meio ambiente através de fezes. As contaminações podem estar relacionadas ao uso de água contaminada nas etapas de lavagem dos alimentos, e as condições precárias do ambiente, o que representa um alto risco para a saúde.

Bertolino *et al.* (2018) discutem a possibilidade de utilizar a água da chuva como uma alternativa ao esgoto sanitário, o que pode fornecer informações relevantes sobre a utilização de água de chuva em sistemas separadores de esgoto. Embora não se foque diretamente na solução dos problemas decorrentes da falta de esgoto sanitário, pode fornecer informações relevantes sobre a utilização de água de chuva em sistemas separadores de esgoto.

Jordão e Pessôa (2014) se concentram especificamente no tratamento de esgotos

domésticos, abordam os processos e tecnologias disponíveis para tratar o esgoto. Assim como, Oliveira (2019) descreve a situação do esgotamento sanitário em áreas rurais específicas. Ambos, transmitem informações importantes sobre os desafios enfrentados nessas áreas e possíveis abordagens para melhorar o acesso ao saneamento e que facilitam a compreensão dos aspectos técnicos envolvidos na mitigação dos problemas decorrentes da falta de esgoto sanitário.

Os resultados destacam a importância da conscientização sobre os padrões de potabilidade e realização de análise da água utilizada para consumo ou lavagem de alimentos periodicamente, pois, a água no instante em que sai das estações de tratamento, está adequada para consumo, mas pode haver contaminação por esgoto sanitário ao longo do transporte através da infiltração, esgotos clandestinos ou por imperfeições nas tubulações e que afetarão a qualidade e produção de alimentos. Além disso, os resultados obtidos demonstraram que a implementação de medidas adequadas requer conscientização, políticas públicas, um considerável investimento em saneamento, infraestrutura e capacitação, também devem-se levar em consideração as condições econômicas da população local.

Os autores mencionados têm em comum o tema central de seus estudos, que é o saneamento básico, mais especificamente o tratamento de esgoto sanitário. Cada autor aborda diferentes aspectos relacionados ao tema, mas todos têm como objetivo contribuir para a compreensão e solução dos problemas decorrentes da ausência de saneamento básico, especialmente no que diz respeito ao tratamento do esgoto sanitário.

3. CONCLUSÃO

A falta de acesso à informação afeta especialmente a parcela da população que não possui conhecimento sobre as consequências de ingerir água e alimentos contaminados por esgoto, além das doenças relacionadas à água. Essas pessoas são as mais afetadas, pois não têm consciência dos perigos que enfrentam. Durante a pesquisa, foram discutidas as diretrizes do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), as características das reações que ocorrem no esgoto, a eutrofização (processo de enriquecimento excessivo de corpos hídricos com nutrientes) e os microrganismos patogênicos relacionados à água e à eutrofização.

Além disso, a ausência de saneamento adequado e a propagação de doenças é universal, independe da localização geográfica. A importância de investir em saneamento básico para promover um ambiente saudável e prevenir doenças é amplamente reconhecida.

Os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados. No entanto, é importante reconhecer as limitações do estudo devido à disponibilidade de dados abrangentes sobre o tema. Portanto, há espaço para pesquisas futuras que possam aprofundar o entendimento sobre soluções que minimizem as consequências ambientais e de saúde pública. A população também deve buscar meios alternativos ou criar tecnologias que minimizem os danos causados pelo despejo de esgoto irregular. Além de incentivar pesquisas contínuas que explorem soluções inovadoras para minimizar com os impactos ambientais e atualizações para lidar com os problemas causados pela ausência de esgoto sanitário.

Portanto, para minimizar os danos ambientais e reduzir o número de casos de pessoas afetadas por água contaminada por esgoto, é essencial tratar o efluente antes de ser despejado no meio ambiente. É importante buscar a ajuda de especialistas para rever a situação dos corpos hídricos junto aos órgãos ambientais responsáveis, ou utilizar tecnologias mais acessíveis e eficientes para o tratamento do esgoto antes de sua disposição final.



Referências

- ABREU, Cassiana Ometto de; MERLINI, Luiz Sérgio; BEGOTTI, Ivan Lazzarim. Pesquisa de Salmonella spp, Staphylococcus aureus, coliformes totais e coliformes termotolerantes em carne moída comercializada no município de Umuarama-PR. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 14, n. 1, 2011.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica. 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário -Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- BRASIL. **Lei Federal nº 6938**, de 31 de agosto de 1981. Instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília: DOU, 1981.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais da avaliação de impactos ambientais. Brasília: DOU, 1986.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: DOU, 2011.
- BERTOLINO, Murilo; KONDAGESKI, Jonas Heitor; WEINSCHUTZ, Regina. Água de chuva domiciliar no esgoto separador absoluto. **Revista DAE**, v. 66, n. 213, p. 100-108, 2018.
- CASTRO, Sônia Marlene Oliveira de. Otimização de reator semi-contínuo piloto para tratamento de efluentes por oxidação química com reagente de Fenton. 2014.
- EMBRAPA. **Saneamento básico rural**. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>. Acesso em: 09 abr. 2023.
- FERNANDES, José Wanderson de Andrade et al. Quantitativo de águas cinzas e negras em banheiros de um centro universitário em Maceió-Alagoas. **Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada-UNG-Ser**, v. 2, n. 1, p. 5-8, 2019.
- FERREIRA, Patrícia da Silva Figueiredo et al. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista internacional de ciências**, v. 6, n. 2, p. 214-229, 2016.
- GLORIA, Lucivania Pereira; HORN, Bruna Carolina; HILGEMANN, Maurício. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água-IQA. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, 2017.
- HORDONES, Nayara Cristina de Oliveira. **Avaliação da qualidade da água por meio de Índices Numéricos**: Um estudo de caso do córrego Brejo Alegre em Araguari (MG). 2022. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1087 p, 2014.
- LEÃO, Renata Campos et al. Ocorrência de enteroparasitos e coliformes termotolerantes nas mãos de manipuladores de alimentos de um hospital de ensino. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, p. 211-215, 2018.
- MOREIRA, Rodrigo M. e Andreza de M. e Moraes, Thiago V. **Análise da qualidade dos efluentes gerados pela estação de tratamento de esgoto do município de Rio Verde – Goiás**. 2013.
- MOREIRA, Taina Dantas; MEDEIROS, Samuel Lucas Santos; BECKER, Helena. **Causa da mortandade de peixes no Açude Santo Anastácio**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, 2016.
- OLIVEIRA, Alexandre José de; SANTOS, Maria C. H.G; ITAYA, Nair M; CALIL, Ricardo M. Coliformes Termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. **Atas de Saúde Ambiental - ASA (ISSN 2357-7614)**, v. 3, n. 2, p. 24-29, 2015.
- OLIVEIRA, Lourenço Algemiro de; HENKES, Jairo Afonso. Poluição hídrica: poluição industrial no Rio dos Sinos-RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 186-221, 2013.
- OLIVEIRA, Miriam Alves de. **Análise do acesso ao esgotamento sanitário e abastecimento de água na zona rural da cidade de Água Nova**. 2019.
- OLIVEIRA, Nathália Barbosa. **Principais deficiências nos estudos de impacto ambiental EIA/RIMA**. 2015. 21 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) -Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2015.

QUEIROZ, E. S. **Lagoa de Estabilização:** Um Olhar Ambiental, Funcional E Estrutural, No Município De Alto Alegre-Rr. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, 113 Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Fortaleza, 2018.

QUEVEDO, Claudia Maria Gomes de; PAGANINI, Wanderley da Silva. O impacto das atividades urbana e agrícola para aumento da concepção de fósforo nas águas: estudo de caso sobre o rio Tietê. **Anais**, 2011.

SALES, Willian Barbosa et al. Ocorrência de Coliformes Totais e Termotolerantes em pastéis fritos vendidos em bares no centro de Curitiba-PR. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, v. 10, n. 1, p. 77-85, 2015.





5

SANEAMENTO AMBIENTAL: MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO

*ENVIRONMENTAL SANITATION: IMPROVING THE QUALITY OF LIFE OF THE
POPULATION*

Kercia Priscila Ferreira Godinho¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Geiziane Oliveira Gomes²

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O crescimento populacional e industrial reforçou a necessidade crescente de investimentos em políticas de controle ambiental. As infraestruturas urbanas enfrentam sérios problemas que geram preocupações globais com o desenvolvimento sustentável, o que resultou em iniciativas da ONU e da sociedade civil. Alguns desses problemas incluem desertificação, mudanças climáticas, extinção de espécies e poluição. Este artigo teve como objetivo descrever a relação entre os impactos socioambientais e o saneamento ambiental através de uma revisão de literatura, qualitativa e descritiva. Foram abordadas informações relevantes de trabalhos acadêmicos sobre o tema, como as medidas para promover os serviços adequados, garantir seu acesso universal, promover inclusão social e reduzir desigualdades. Os resultados obtidos demonstraram que para que haja implementação de soluções sustentáveis eficientes é necessário esforços contínuos e investimento em políticas integradas com abordagens intersetoriais, educação ambiental e conscientização da população. Assim, será possível enfrentar esses desafios e garantir um ambiente de qualidade para as gerações futuras.

Palavras-chave: Desenvolvimento, Saneamento, Preservação, inclusão, Ambiental.

Abstract

Population and industrial growth has reinforced the growing need for investments in environmental control policies. Urban infrastructure faces serious problems that generate global concerns for sustainable development, which resulted in initiatives by the UN and civil society. Some of these problems include desertification, climate change, species extinction and pollution. This article aimed to describe the relationship between socio-environmental impacts and environmental sanitation through a literature review, qualitative and descriptive. Relevant information from academic works on the subject was addressed, such as measures to promote adequate services, ensure their universal access, promote social inclusion and reduce inequalities. The results obtained showed that in order to implement efficient sustainable solutions, it is necessary to continuously make a continuous effort and investment in integrated policies with intersectoral approaches, environmental education and public awareness. Thus, it will be possible to face these challenges and ensure a quality environment for future generations.

Keywords: Development, Sanitation, Preservation, inclusion, Environmental.



1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial fortaleceram a aplicação de investimentos públicos em políticas de controle ambiental. O saneamento ambiental é um conjunto de serviços de política social e pública que se tornou uma das áreas mais importantes para a garantia da qualidade de vida da população e preservação da natureza.

A justificativa para este estudo é baseada pela importância de abordar as questões críticas sociais relacionadas ao saneamento ambiental que têm um impacto direto na promoção da saúde da população. Este estudo contribuirá para a sociedade e o meio acadêmico, pois, através destas informações e identificação das principais causas dos problemas ambientais, poderá auxiliar engenheiros e outros profissionais a desenvolver estratégias para formulação de políticas públicas e tecnologias avançadas. Além da conscientização da população sobre a importância da preservação do meio ambiente.

O Saneamento Ambiental apresenta-se, portanto, como uma soma de medidas públicas e investimentos que buscam minimizar as questões socioambientais e aprimorar as condições ambientais. Diante dos graves problemas socioambientais gerados pelas infraestruturas das cidades, como questões sociais e impactos ao meio ambiente, quais impactos socioambientais são combatidos pelo saneamento ambiental e como são remediados?

O objetivo geral deste artigo foi descrever a relação entre os impactos socioambientais e o saneamento ambiental; o objetivo específico, foi apontar o Saneamento Ambiental como meio de impedir a proliferação de doenças e sua importância na preservação do meio ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Neste trabalho o tipo de pesquisa realizado foi uma Revisão de Literatura, qualitativa e descritiva. A delimitação da busca foi feita no período dos últimos 10 anos. Os dados foram desenvolvidos a partir de registros disponíveis em livros, artigos científicos e monografias. A busca dos dados ocorreu também através das bases online: Scielo, Capes, Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas para fazer a busca foram: “impactos socioambientais”; “saneamento ambiental”; “meio ambiente”.

2.2 Resultados e Discussão

Após a Revolução Industrial no final do século XVIII, houve uma melhoria nas condições de vida da população e da demanda por bens e serviços, intensificou-se a exploração dos recursos naturais e a produção de resíduos poluentes (SANTANA, 2020). O crescimento da população urbana nos séculos XIX e XX, resultou na concentração de pobreza, deslocamento social e crime nas cidades, eventos ocasionados pela falta de planejamento urbano e da infraestrutura adequada, isso afetou negativamente a saúde da população, o que resultou na proliferação de doenças infectocontagiosas (RIBEIRO, 2015).

Os resíduos industriais gerados pelas fábricas ao processar matérias-primas poluem o ambiente, liberam gases tóxicos como monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado e dióxido de carbono. Esses poluentes afetam negativamente os seres hu-

manos, as plantas e os animais, além de contribuírem para a formação das chuvas ácidas (SILVA, 2014).

Segundo um estudo realizado por Caldeira e Garcia (2015) as condições sanitárias dos cortiços do século XIX, representavam o excesso populacional das cidades, que tinham baixos índices de salubridade e qualidade de vida, e também das que não contavam com grandes investimentos governamentais para abordar o problema da habitação popular.

Durante a transição dos séculos XIX para XX, ocorreram mudanças técnicas e organizacionais que incluíram o telégrafo, as ferrovias e os navios a vapor, que mudaram a economia mundial e deram origem a novas áreas de inovação, como a eletricidade e o motor a combustão (SOUZA; MONTENEGRO, 2022).

A ascensão do tema do desenvolvimento sustentável se deu em meio às evidências de desequilíbrio ecológico e desigualdades sociais. As atividades humanas causaram grandes problemas ambientais como: desertificação, mudanças climáticas, extinção de espécies e poluição. Este fato aumentou a preocupação com o meio ambiente e a necessidade de desenvolvimento sustentável, o que resultou em iniciativas da ONU e da sociedade civil (SOUSA *et al.*, 2023; GALLO; SETTI, 2014).

A diferença entre crescimento econômico e desenvolvimento econômico, é que o primeiro se concentra exclusivamente no aumento da riqueza e produção econômica, sem levar em consideração as implicações sociais e ambientais, enquanto o segundo busca um crescimento econômico equilibrado, que respeite e promova o bem-estar social e a preservação ambiental. Enquanto muitos países buscam o enriquecimento a todo custo, o desenvolvimento econômico busca alcançar a prosperidade econômica de forma sustentável e responsável (TOMELERI; CAMPOS; MORETE, 2013).

O desenvolvimento sustentável tornou-se um tema cada vez mais relevante devido às evidências de desequilíbrio ecológico e desigualdades sociais. Diversas iniciativas foram lançadas pela ONU e pela sociedade civil, como as Conferências de Estocolmo, Rio de Janeiro-Eco 92, Johannesburg e Rio+20, assim como o Fórum Global, Fórum Social Mundial, Cúpula dos Povos e a Agenda pós-2015 (GALLO; SETTI, 2014).

Essas transformações tiveram um impacto significativo nos negócios do século XXI. No Brasil, esses desafios representam riscos e oportunidades, com políticas públicas voltadas para questões socioambientais, como a Política Nacional de Mudança do Clima e as metas de redução de gases de efeito estufa estabelecidas no Acordo de Paris (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018).

Em 1972, a ONU realizou sua primeira conferência sobre meio ambiente e desenvolvimento, em que reconheceu a importância de equilibrar a conservação ambiental com o desenvolvimento industrial. Desde então, muitos países estão em busca de maneiras de crescer economicamente sem prejudicar o meio ambiente, desenvolveram dispositivos de proteção ambiental (SANTANA, 2020).

O conceito sobre meio ambiente é global e envolve um equilíbrio entre os diversos elementos da natureza como a fauna, a flora, o ar, a água e os seres humanos. De acordo com a Lei Federal nº 6.938/1981, em seu artigo 3º, I, o meio ambiente é definido como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permitem, abrigam e regem a vida em todas as suas formas (LOUZADA, 2013; BRASIL, 1981).

Gallo e Setti (2014), afirmam que a Agenda pós-2015 representa um avanço em relação à Agenda do Milênio, pois, a sua implantação abre possibilidades para uma nova forma de produção e organização social. As tecnologias e abordagem utilizadas têm potencial explicativo para analisar a consistência dos projetos e aprofundar análises das dimensões

e parâmetros utilizados. Isso fornece subsídios para a tomada de decisão e formulação de políticas, programas e projetos que promovam territórios sustentáveis e saudáveis, além de auxiliar no monitoramento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Segundo Rubira (2016), o termo impacto ambiental é comumente associado a efeitos negativos no meio ambiente, mas isso é um equívoco. Impactos ambientais também podem ser positivos, como uma obra de contenção de voçoroca, que visa garantir a estabilidade e contenção de tal feição erosiva. Já os impactos negativos são responsáveis pela degradação ambiental e diminuição da capacidade produtiva de um ecossistema.

Entre os principais impactos ambientais negativos decorrentes da urbanização nas grandes cidades, estão: o acúmulo de lixo em terrenos baldios, que favorecem a proliferação de ratos e insetos. Além disso, o depósito de resíduos a céu aberto em lixões tem consequências negativas, como a transmissão de doenças, o odor intenso e a contaminação dos lençóis freáticos com chorume. Outros impactos incluem o congestionamento de veículos, a escassez de áreas verdes, o aumento da temperatura com a formação de “ilhas de calor”, a poluição do ar e as chuvas ácidas, bem como a impermeabilização do solo urbano e enchentes (SILVA, 2014, p. 8).

De acordo com a Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, a degradação ambiental é definida como a degradação da qualidade ambiental e a alteração adversa das características do meio ambiente, conforme estabelecido em seu artigo 3º, inciso II (BRASIL, 1981).

Segundo Rubira (2016), a degradação ambiental ocorre devido à exploração insustentável dos recursos naturais pelo homem, o que resulta no esgotamento desses recursos em diferentes escalas. Isso ocorre porque as atividades humanas não levam em conta medidas de sustentabilidade na utilização desses recursos, o que altera os ecossistemas.

Para Louzada (2013), a degradação ambiental não é apenas causada pela ação antrópica, mas também pode ser de origem natural. No entanto, a forma de degradação que mais preocupa as sociedades é a causada pela atividade humana, que impacta negativamente recursos naturais, saúde humana e o meio sociocultural.

Segundo Alves (2016), os conflitos socioambientais revelam as diversas maneiras de exploração dos recursos naturais, especialmente pelos grupos sociais mais poderosos. Essas formas incluem a apropriação dos bens de uso comum das comunidades tradicionais que dependem desses recursos e a poluição causada por certos métodos de produção que afetam os recursos naturais utilizados pelas comunidades locais.

Saneamento é o conjunto de medidas que visa promover a saúde e melhorar a qualidade de vida da população, além de facilitar a atividade econômica, por meio da preservação ou modificação das condições do ecossistema, a fim de prevenir doenças (FERREIRA; GARCIA, 2017).

É importante ressaltar que, embora o conceito de saneamento ambiental no Brasil inclua os quatro serviços mencionados acima, o acesso à água potável e ao tratamento de esgotos são considerados os serviços mais básicos e essenciais para garantir a saúde pública. Por essa razão, o termo «básico» é utilizado para descrever esses serviços em particular (FERREIRA; GARCIA, 2017).

Para Louzada (2013), é preciso regulamentar a atividade humana para evitar desequilíbrios ambientais no ar, nas águas e no solo. Entre as formas mais conhecidas de degradação ambiental estão a desestruturação física, como a erosão dos solos, poluição e a contaminação.

Um estudo de Lima (2013) destaca o saneamento ambiental como um indicador de análise da qualidade ambiental urbana, enfatiza a necessidade de planejamento e gestão integrados para garantir o acesso a serviços de saneamento. Portanto, para analisar a qualidade ambiental, é necessário definir quais indicadores ambientais usar e incluir aqueles que representam os principais aspectos da cidade. Um desses indicadores é o saneamento ambiental, que inclui infraestrutura como abastecimento de água, energia elétrica, esgotamento sanitário, coleta de lixo e pavimentação das vias públicas.

Assim, Siqueira *et. al.*, (2017) argumentam que a falta de saneamento ambiental adequado pode levar a um aumento nos gastos públicos e privados com tratamentos de doenças relacionadas à água e ao saneamento inadequados. Portanto, investir na universalização do saneamento ambiental pode trazer benefícios econômicos ao reduzir os custos associados à saúde da população. Além disso, a melhoria do saneamento ambiental também pode trazer outros benefícios, como a redução da poluição e o aumento da qualidade de vida das pessoas.

A falta de saneamento básico e a precariedade dos serviços estão fortemente correlacionadas com questões de saúde pública e degradação ambiental. Esses fatores contribuem significativamente para a incidência de infecções gastrointestinais de origem infecciosa presumível. A redução do saneamento básico no Brasil é uma preocupação séria, pois este é um direito fundamental assegurado pela Constituição e essencial para a saúde e bem-estar da população. A ausência de serviços adequados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais pode levar a doenças e afetar a qualidade de vida das pessoas (FERREIRA; GARCIA, 2017).

É possível observar que o saneamento se tornou cada vez mais relevante em termos de evolução social, jurídica, cultural e econômica. No entanto, ainda há muito trabalho a ser feito no que diz respeito ao saneamento ambiental, que engloba medidas de prevenção da disseminação de doenças e higiene. É importante que o saneamento seja visto como uma questão coletiva, de modo que a dignidade humana e a proteção da natureza sejam efetivamente alcançadas. Nesse sentido, fica claro que o saneamento é um dever do Estado e um direito social integrante de políticas públicas e sociais (TOMELERI; CAMPOS; MORETE, 2013).

Ribeiro (2015) afirma que investir em soluções de saneamento básico é uma medida imprescindível para assegurar um ambiente saudável e seguro para as pessoas. Além disso, é importante considerar a preservação ambiental e avaliar a saúde urbana e a qualidade ambiental urbana, que envolvem quatro aspectos fundamentais: o espacial, o biológico, o social e o econômico. Portanto, é fundamental que sejam tomadas medidas efetivas para garantir o saneamento básico adequado, a fim de promover o bem-estar da população e o equilíbrio ambiental.

Segundo Caldeira e Garcia (2015) as regiões com baixo PIB per capita podem receber ajuda estatal para implementar sistemas sanitários eficazes, mas as medidas de saneamento domiciliar são fortemente influenciadas pela situação financeira da família. Assim, com o aumento da renda, a prioridade é direcionada para investimentos em infraestrutura sanitária, a fim de melhorar a qualidade de vida.

De acordo com Tomeleri, Campos e Morete (2013), a sustentabilidade é essencial para garantir um ambiente saudável para as gerações futuras, mas raramente é alcançada de forma espontânea. É necessário que o Estado intervenha para promover o desenvolvimento sustentável.

Para reduzir a deficiência de saneamento básico no Brasil, é necessário que o governo



investida em infraestrutura adequada e eficiente, além de políticas públicas para promover o acesso aos serviços de saneamento para todas as camadas da população, que sejam incorporadas as comunidades mais carentes e vulneráveis. É preciso também conscientizar a população sobre a importância da preservação do meio ambiente e da gestão adequada dos resíduos (FERREIRA; GARCIA, 2017).

Gallo e Setti (2014), afirmam que o desenvolvimento sustentável se tornou um tema importante e relevante porque há evidências crescentes de desequilíbrio ecológico e desigualdades sociais que mostram que o atual modo de produção e consumo é insustentável. Isso significa que a maneira que os produtos são fabricados e consumidos atualmente causam impactos negativos no meio ambiente e na sociedade, e é preciso buscar alternativas mais sustentáveis para garantir um futuro saudável e justo para todos.

Alves (2016) explica que os impactos gerados por determinados modos de produção podem afetar negativamente os recursos naturais utilizados pelas populações tradicionais. Assim, destaca que os conflitos socioambientais envolvem disputas pelo acesso e uso dos recursos naturais, e que as populações tradicionais são frequentemente prejudicadas por ações de atores sociais mais fortes.

Dessa forma, De Paula Ferreira e Garcia (2017) afirma que, o serviço de saneamento básico, da mesma forma que a saúde e a educação, exerce uma influência direta e visível na vida das pessoas. Discutem também a relação entre saneamento básico, meio ambiente e dignidade humana. No qual destacam a necessidade de garantir acesso a serviços de saneamento para todos. Isso ocorre também porque as questões relacionadas às práticas de saneamento estão ligadas à habitação, alimentação, saúde e condições de trabalho, ou seja, afetam todas as áreas essenciais da existência humana.

Alves (2016) enfatiza nas injustiças socioambientais e na interferência na saúde das populações. Ressalta a importância do saneamento ambiental como meio de minimizar esses impactos e afirma que os conflitos socioambientais envolvem diferentes maneiras de utilizar os recursos naturais. Estes, muitas vezes são dominados por atores sociais mais fortes e seu surgimento é devido à subtração de bens de uso comum das populações tradicionais que dependem desses recursos naturais para sua subsistência.

Por sua vez, Alves e Dos Santos (2017) discutem a natureza das injustiças e conflitos socioambientais e como eles surgem. Aponta-se a importância de abordagens interdisciplinares e participativas no saneamento ambiental. Discute-se também, sobre as políticas ambientais e o sistema de licenciamento do Estado, em que, a prática comum de impor medidas mitigatórias ou compensatórias em projetos econômicos impactam negativamente o meio ambiente ou a população, sem abordar as raízes do problema.

Caldeira e Garcia (2015) revisam a situação do saneamento ambiental no Brasil, enfatizam a necessidade de políticas públicas efetivas para melhorar a qualidade de vida da população e proteger o meio ambiente. Embora haja uma relação direta entre desenvolvimento socioeconômico e saneamento ambiental, é importante evitar a suposição de que a melhoria econômica resulta automaticamente em uma melhor qualidade ambiental e vice-versa.

Gallo e Setti (2014) enfatizam a importância da abordagem intersetorial e da consideração de diferentes escalas para promover o desenvolvimento sustentável, englobados o saneamento ambiental. Eles sugerem que o desenvolvimento sustentável pode ser alcançado ao buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental e a justiça social. Jacobi (2013), por sua vez, aborda temas urbanos relacionados à sustentabilidade, como transporte, planejamento e uso do solo, saneamento e infraestrutura básica. Enfatiza a importância do planejamento urbano integrado e de soluções inovado-

ras, inclusive o saneamento ambiental.

Nessa perspectiva é importante ressaltar que Tomeleri, Campos e Morete (2013) discutem a essencialidade do saneamento ambiental para a vida humana e a proteção do meio ambiente, destaca a importância da participação da comunidade e da integração de diferentes setores. Considera-se, portanto, que o poder público pode incentivar políticas sustentáveis, mas muitas vezes falha na execução. Já as empresas privadas têm recursos e interesse em investir em desenvolvimento sustentável, enquanto as ONGs possuem ideias, mas frequentemente enfrentam a falta de recursos para promovê-las. Assim, esses setores podem trabalhar em conjunto para alcançar um futuro mais sustentável.

Nesse Contexto, Souza (2016) analisa os impactos ambientais relacionados às perdas de água em redes de distribuição, destaca a importância de políticas e tecnologias que promovam o uso eficiente de recursos hídricos. Ressalta, que com a elaboração de programas ambientais para o uso racional da água a partir da educação ambiental, haverá redução do consumo de água. Também menciona a conscientização coletiva, que é uma ação cada vez mais utilizada por várias Companhias de abastecimento para informar a população sobre o real valor da água.

Souza e Montenegro (2022), por sua vez, discutem sobre a inovação tecnológica ambiental e seu impacto no desempenho das empresas brasileiras, ressaltam a importância da inovação para promover o desenvolvimento sustentável e o saneamento ambiental. Descreveram o processo de inovação ambiental em empresas brasileiras, os fatores que motivaram a implementação de novas tecnologias, os principais obstáculos e os setores que mais inovaram. A análise de componentes principais identificou três processos inovativos: incentivo do governo, redução de impacto e ganho empresarial.

Os resultados destacam a importância do saneamento ambiental na melhoria da qualidade de vida das populações, na prevenção de doenças e do meio ambiente, no qual destaca-se o combate a problemas socioambientais, como injustiças, conflitos, degradação ambiental e perda de recursos naturais. Foram apresentadas as diversas formas de como o saneamento ambiental pode remediar esses impactos, anexo as ações de implantação de sistemas de tratamento de água e esgoto, a gestão adequada de resíduos sólidos, a promoção de educação ambiental e a adoção de práticas sustentáveis em diversas áreas.

Observa-se que, cada autor aborda o saneamento ambiental de uma perspectiva específica, seja no contexto de injustiças socioambientais, políticas públicas, planejamento urbano, gestão integrada, uso eficiente de recursos hídricos, inovação tecnológica ou participação comunitária. São apresentados em comum, o fato de discutirem o saneamento ambiental como um importante aspecto para a proteção do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população. No entanto, cada um dos autores tem um enfoque específico em sua abordagem.

Em uma visão geral, enfatiza-se a relação entre saneamento ambiental, dignidade humana e desenvolvimento sustentável, a importância da participação da comunidade, da consideração de diferentes escalas e da intersectorialidade para promover soluções efetivas. Aborda-se questões específicas relacionadas ao uso eficiente de recursos hídricos, inovação tecnológica e impactos ambientais em áreas urbanas e industriais. Em conjunto, esses textos reforçam a importância do saneamento ambiental como um tema central para a promoção da sustentabilidade e da justiça socioambiental.



3. CONCLUSÃO

O saneamento ambiental tem papel importante na resolução dos problemas socioambientais decorrentes das infraestruturas urbanas. Algumas das muitas medidas eficazes para remediar os impactos ambientais são: a coleta e o tratamento adequado dos resíduos sólidos, o fornecimento de água potável, o gerenciamento adequado das águas pluviais, tratamento de esgoto, a ampliação da cobertura de serviços públicos, a inovação tecnológica ambiental, as políticas integradas, a conscientização da população e as abordagens intersetoriais.

É importante destacar que as comunidades mais vulneráveis são as mais afetadas pela ausência de serviços de saneamento básico adequados. Portanto, garantir o acesso universal a esses serviços é essencial para reduzir as desigualdades e promover uma maior inclusão social. Estes impactos são significativos para o desempenho de empresas para promover o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida da população.

Apesar de apresentar algumas limitações, devido a abrangência de dados disponíveis, os objetivos deste estudo foram alcançados. A abordagem adotada obteve várias respostas sobre o tema, porém, deixa-se espaço para novas pesquisas pois, estes desafios estão em constante evolução. Recomenda-se também que os estudos futuros aprofundem a análise dos impactos socioambientais específicos das infraestruturas urbanas em diferentes regiões, para uma compreensão melhor das relações de causa e efeito.

É importante incentivar estas pesquisas científicas e aprimorar as abordagens existentes sobre saneamento ambiental, para enfrentar esses desafios de maneira eficaz e econômica. Isso exigirá a colaboração de diferentes setores e a participação ativa da população. Pois, somente por meio de esforços contínuos, implementação de soluções sustentáveis, investimento e educação pode-se enfrentar os desafios e garantir um ambiente de qualidade para as gerações futuras.

Referências

ABDEL-AAL, R.E.; AL-GARNI, Z. Forecasting Monthly Electric Energy Consumption in ALVES, Stevam Gabriel. Injustiças socioambientais e interferências na saúde de populações localizadas na área do Complexo Industrial Portuário de Suape. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2016.

ALVES, Stevam Gabriel; DOS SANTOS, Solange Laurentino. Injustiças e Conflitos Socioambientais: O que são e como surgem? **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 216-226, 2017.

BRASIL, **lei nº 6938** de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em 10 mar. 2023

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 10 mar. 2023

CALDEIRA, Ricardo Siqueira; GARCIA, Ricardo Alexandrino. Panorama do Saneamento Ambiental Brasileiro: Revisões e Perspectivas. **Cadernos do Leste**, v. 15, n. 15, 2015.

DE PAULA FERREIRA, Mateus; GARCIA, Mariana Silva Duarte. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Revista**, v. 2, n. 3, p. 12, 2017.

GALLO, Edmundo; SETTI, Andréia Faraoni Freitas. Território, intersetorialidade e escalas: requisitos para a efetividade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4383-4396, 2014.

JACOBI, Pedro Roberto. São Paulo metrópole insustentável—como superar esta realidade? **Cadernos Metrôpole**, v. 15, n. 29, p. 219-239, 2013.

LIMA, Valéria. Saneamento Ambiental como indicador de análise da qualidade ambiental urbana. **Caderno**

Prudentino de Geografia, v. 2, n. 35, p. 65-84, 2013.

MAGALHÃES, Regina; VENDRAMINI, Annelise. **Os impactos da quarta revolução industrial**. 2018

RIBEIRO, Helena; VARGAS, Heliana Comin. Urbanização, globalização e saúde. **Revista USP**, n. 107, p. 13-26, 2015.

RUBIRA, Felipe Gomes. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 134-150, 2016.

SILVA, Jose Adailton Barroso et al. A urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE**, v. 2, n. 2, p. 197-207, 2014.

SIQUEIRA, Mariana Santiago et al. Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, p. 795-806, 2017.

SOUZA, Deyvison Luiz Andrade de. **Análise dos impactos ambientais relacionados às perdas de água em rede de distribuição**: estudo de caso em Olinda/PE. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SOUZA, Vitória Laboury Rodrigues de.; MONTENEGRO, Rosa Livia. **Inovação tecnológica ambiental**: uma análise sobre o desempenho das firmas brasileiras, 2022.

TOMELERI, Desirée Bahls; CAMPOS, Tatiane Ribeiro; MORETE, Vânia Senegalia. Saneamento ambiental e sustentabilidade: essencialidade à vida humana e à proteção do meio ambiente. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 14, n. 2, 2013.





**A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS
EMPRESAS**

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN COMPANIES

Thamara da Silva Santos¹

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A preocupação com o desenvolvimento sustentável, presente no dia a dia de toda a população, tem forçado as organizações a adotarem um novo estilo de gestão e transparência com seu público de interesse, combinando a divulgação da eficiência econômica com justiça social e a responsabilidade ambiental. A relação empresa-meio ambiente tem sido, ao longo da história, bastante conflitante. Entretanto, o fortalecimento do debate ambiental, pressões políticas, sociais e econômicas estão, cada vez mais, desencadeando uma mudança na conduta ambiental das empresas. Diante desse contexto o objetivo geral desta pesquisa foi apresentar informações sobre a importância da sustentabilidade nas empresas e sua contribuição com os recursos naturais. O método utilizado foi o de revisão de literatura, acrescido de um estudo qualitativo a busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores (SciELO) Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia (REEC). Conclui-se que a adoção da gestão ambiental é essencial para uma empresa por diversos motivos, em primeiro lugar porque associa a imagem da empresa à preservação ambiental, agrega valor às imagens das marcas e produtos.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Gestão Ambiental. Práticas Sustentáveis.

Abstract

The concern with sustainable development, present in the daily life of the entire population, has forced organizations to adopt a new style of management and transparency with their stakeholders, combining the dissemination of economic efficiency with social justice and environmental responsibility. The company-environment relationship has been, throughout history, quite conflicting. However, the strengthening of the environmental debate, political, social and economic pressures are, more and more, triggering a change in the environmental conduct of companies. Given this context, the general objective of this research was to present information about the importance of sustainability in companies and its contribution to natural resources. The method used was that of literature review, plus a qualitative study. The search was carried out using the following search engines (SciELO) Google Scholar, Revista Eletrônica de Engenharia (REEC). It is concluded that the adoption of environmental management is essential for a company for several reasons, firstly because it associates the company's image with environmental preservation, adds value to the images of brands and products.

Keywords: Sustainable Development. Environmental management. Sustainable Practices.



1. INTRODUÇÃO

As empresas que preservam recursos naturais, ganham retorno financeiro, sendo que o ambiente é fonte do patrimônio para sua própria empresa e ao mesmo tempo atua na sociedade com bens do serviço. Além disso, uma boa administração dos recursos naturais garante o uso sustentável para que futuras gerações também tenham acesso aos recursos. No entanto, nem todas as empresas praticam este tipo de gestão ambiental.

Por isso, compreende-se que muitas empresas apresentam dificuldades para desenvolver programas de gestão ambiental, assim, espera-se que as informações levantadas nesta pesquisa possam despertar para a importância deste programa, além de auxiliar os empreendedores na implementação de medidas adequadas, para uma produção sustentável.

Diante desse contexto, justifica-se que esse trabalho buscou entender a importância da gestão ambiental para as empresas, onde com um planejamento adequado pode-se otimizar a produção, contribuindo com o desenvolvimento sustentável. A responsabilidade ambiental pode trazer a essas organizações a conscientização aos empreendedores e colaboradores, sobre o uso dos recursos naturais sem maiores danos à sociedade e ao ambiente.

Nota-se que os problemas ambientais são consequências da falta de gestão na produção e no inadequado gerenciamento urbano. Mesmo com a legislação desenvolvida para garantir o correto gerenciamento dos recursos naturais, alguns empreendedores ainda não se adequam a este sistema. Desse modo, indaga-se: qual é importância da sustentabilidade ambiental nas empresas?

O objetivo geral deste trabalho é apresentar informações sobre a importância da sustentabilidade nas empresas e sua contribuição com os recursos naturais. Através dos objetivos específicos, pretende-se conceituar sustentabilidade ambiental explicitando sua importância nas organizações; mostrar como a responsabilidade ambiental é fundamentada por ferramentas da legislação e organizações, para a preservação do ambiente e apontar os benefícios do programa de gestão ambiental para as organizações empresariais.

Com base no que foi apresentado, busca-se ao longo desse estudo, encontrar respostas para tais inquietações expostas nessa pesquisa. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*, *Google Acadêmico*, *Revista Eletrônica de Engenharia (REEC)* dentre outros, envolvendo a temática discutida. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2013 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos vinte anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade ambiental nas organizações

Segundo a abordagem de Lange, Busch e Delgado-Ceballos (2013) sustentabilidade vem da palavra latina “*sustentare*”, que significa sustentar, apoiar, manter em bom estado,

manter, resistir. Dessa forma, a sustentabilidade é tudo aquilo que pode ser apoiado, portanto, pode ser definida como uma abordagem empresarial que considera os aspectos econômicos de forma equilibrada e holística, a sociedade e o meio ambiente para trazer benefícios de longo prazo para as gerações futuras e partes interessadas.

Segundo Almeida (2013), para as organizações se manterem sustentáveis e competitivas devem buscar a ecoeficiência em todas as suas ações e decisões, produzir mais e melhores produtos, reduzir a poluição e utilizar menos recursos naturais, além de ser socialmente responsável a realidade custará a vida útil da empresa.

A sustentabilidade também faz parte da conversa e ouvir as pessoas é um elemento chave e fundamental para que as organizações consigam implementar esta nova política necessária à sua sobrevivência. Almeida (2013) afirmou que se deve levar em consideração as opiniões e expectativas dos stakeholders, ou seja, instituições, indivíduos, funcionários e suas famílias, consumidores, fornecedores, comunidades e demais empresas com as quais interagem.

Segundo Silveira (2013), a busca pelo desenvolvimento sustentável deve, sem dúvida, gerar inovação organizacional, e as empresas precisam reformular produtos, tecnologias, processos e modelos de negócios para mudar a situação competitiva. A necessidade de inovação criada pelo desenvolvimento sustentável.

Almeida (2013) acrescentou que empresas de qualquer tamanho têm a responsabilidade de descobrir novas formas de produzir bens e serviços que criem maior qualidade de vida com menos recursos naturais.

A sustentabilidade organizacional segundo Araújo *et al.* (2016) são ações realizadas pelas organizações para promover programas sociais e reduzir o impacto ambiental e manter-se economicamente viável no mercado. Os mesmos autores afirmam que uma organização ecologicamente sustentável é aquela que atua de forma socialmente responsável, atendendo aos interesses das partes interessadas que influenciam ou são afetadas por suas atividades.

Lange, Busch e Delgado-Ceballos (2014) acrescentam que buscar a sustentabilidade não é necessário nem financeiramente viável, como muitos empreendedores e organizações acreditam, e que pensar e agir de forma sustentável pode reduzir custos e aumentar a receita, como base para a inovação, vemos a sustentabilidade como diferencial competitivo para as organizações, proporcionando maior eficiência e ganhos de desempenho por meio da inovação.

No entanto, Lameira *et al.* (2013) em seu estudo com 205 empresas brasileiras listadas mostram que seus resultados mostram que é possível identificar organizações com comportamentos sustentáveis que têm melhor desempenho financeiro e menor risco, portanto, pode-se concluir que uma maior sustentabilidade é fortemente associado à gestão ótima, indicando que a sustentabilidade tem valor para as organizações.

Nessa linha, Wals e Schwarzin (2015) afirmam que a sustentabilidade vem das pessoas envolvidas na organização, que é importante aprender os conceitos envolvidos na sustentabilidade e que a educação dos funcionários é fundamental, e confirma a visão de Oliveira *et al.*, (2015) em seu estudo apresentam cinco princípios necessários para uma melhor implementação da sustentabilidade nas organizações.

- Estimular a iniciativa voluntária dos profissionais da organização;
- Engajar e envolver profissionais voltados para a sustentabilidade no planejamento estratégico;



- Desenvolvimento e implementação de indicadores estratégicos, táticos e operacionais (nas áreas social, econômica e ambiental);
- Estabelecer processos internos para envolver diferentes níveis no desenvolvimento de metas e objetivos estratégicos relacionados à sustentabilidade organizacional;
- Criar um vínculo entre programas de desenvolvimento profissional e engajamento profissional na sustentabilidade organizacional (OLIVEIRA *et al.*, 2015, p. 89).

No entanto, reconhece-se que o elo mais fraco desse desenvolvimento sustentável é a dimensão social e que há necessidade de maior interação entre ‘meio ambiente’ e ‘sociedade’, principalmente no que se refere à sua base teórica e analítica (LEHTONEN, 2014).

Para alcançar esse tipo de sustentabilidade em uma organização, tudo tem que ser bom, e o bem financeiro exige também o bem social e ambiental. Confirmando que Careon e Silva (2015) realizaram um estudo com 32 micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo - SP, constataram que a dificuldade em implementar o conceito de sustentabilidade reside principalmente nos laços sociais, que é o maior problema e a principal motivo são os funcionários. A falta de compreensão do conceito de sustentabilidade, além da falta de interesse e percepção de que é um trabalho desnecessário por não afetar os resultados financeiros da organização, aponta para a necessidade de educar os funcionários e todas partes interessadas ao implementar a abordagem.

2.2 Legislação ambiental nas organizações

Atualmente, pode-se dizer que a maioria dos países, independentemente da situação econômica, possui algum tipo de legislação ambiental. No entanto, muitos conjuntos potenciais de relações sociais/naturais não são considerados no processo de formulação de políticas públicas (GONÇALVES; ALVES, 2013).

No que diz respeito ao estabelecimento do direito ambiental na história do Brasil, além dos registros coloniais, a literatura tem como marco o período Vargas. e uso dos recursos naturais, tendo em vista a urbanização e a industrialização da sociedade brasileira (CUNHA; COELHO, 2008).

O período pós-1970 marca as preocupações ambientais modernas no Brasil, propondo a promulgação de uma instituição legal mais elaborada e, embora ainda marcado por motivações desenvolvimentistas, outras influências dos debates ambientais nacionais e internacionais da época surgiram. e expandir.

No período posterior a 1973, a gradual formação do sistema governamental de órgãos ambientais foi gradualmente institucionalizada por meio da criação em 1973 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Secretaria Especial do Meio Ambiente do IBAMA – SEMA, 1989, 1993 Ministério do Meio Ambiente, 2001 Agência Nacional de Águas – ANA e 2007 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.

Além dessa estrutura institucional, foram estabelecidas extensas instituições legais. A implantação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) com a promulgação da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 trouxe ao país uma abordagem mais formal dos temas ambientais. Essa lei institucionaliza o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Licenciamento Ambiental (IMPERIANO, 2017). Como tal, esta lei representa um importante

marco histórico nas questões ambientais.

O ambientalismo é um dos novos movimentos sociais impulsionados pelo processo de redemocratização que o país passou a partir da década de 1980, e teve destaque na constituição de 1988. A Constituição Federal (CF) tem um capítulo inteiro dedicado a tratar das questões ambientais, que impõe leis a todos, desde o poder público até a comunidade, incluindo empresas públicas e privadas (SAMPAIO, 2018).

Portanto, as corporações baseadas em princípios constitucionais e morais básicos devem atuar de forma a impactar as estruturas sociais, políticas, econômicas e ambientais da sociedade, tendo assim as funções socioambientais estipuladas pela constituição (OLIVEIRA, 2016).

Hermanns (2015), comentando sobre as questões ambientais no Brasil na década de 1990, comentou que esse período pode ser visto como uma fase de institucionalização dos temas ambientais, sempre em processo de discussão, debate e participação dos diversos setores envolvidos. As mudanças na legislação e o aumento da necessidade de maior responsabilidade corporativa foram fatores de destaque no final dos anos 1990 (FURTADO, 2013).

Ressalte-se que a Conferência do Rio, realizada em 1992, reuniu a comunidade mundial, Chefes de Estado, sociedade civil e representantes do setor produtivo para debater e deliberar sobre questões ambientais, entendidas à época como desenvolvimento e meio ambiente. Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento sustentável está na agenda mundial como eixo prioritário de debate e princípio regente da relação entre sociedade e meio ambiente (LIMA, 2013).

Para Rocco (2009), a recente elaboração de políticas públicas ambientais no Brasil, principalmente após a entrada em vigor da Constituição Federal de 1988, aponta para um modelo descentralizado de gestão ambiental envolvendo governo, grupos sociais e econômicos. Ele adicionou:

Nesse sentido, as corporações, até recentemente consideradas as eternas culpadas da qualidade ambiental, passam a ser entendidas como aliadas vitais na construção de uma governança participativa, através da perda gradual do Estado por meio da cooperação com o poder público e a sociedade civil organizada. de qualidade de vida. Hoje, a legislação ambiental incentiva o empresário a participar da implementação de políticas públicas ambientais. Por exemplo, temos a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, e a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Águas e a Política Nacional de Águas, Sistema de Gestão de Recursos e Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (ROCCO, 2019, p. 87).

Outra importante regulamentação ambiental é a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 2018, que segundo Kleba (2013, p. 36) “tem um papel preventivo de extrema importância”. O Código da Cidade de 2001 e, mais recentemente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 também fazem parte desse amplo corpo de leis. Consequentemente, a legislação ambiental brasileira está em constante atualização com o objetivo de preencher os espaços existentes e contribuir para a redução dos impactos ambientais (SAMPAIO, 2015).

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização não governamental fundada em Genebra, na Suíça, em 1946, que abrange mais de 100 países, incluindo o Brasil representado pela ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (AS-



SUMPÇÃO, 2014). visa orientar a padronização dos aspectos ambientais de qualquer organização, utilizando sistemática para implementar, monitorar, avaliar, auditar, certificar e manter sistemas de gestão ambiental para reduzir e eliminar os impactos ambientais. ambiente

A certificação ISO 14001 é uma ferramenta muito importante nas atividades das organizações que buscam obter maiores lucros e um mercado mais competitivo, por meio da qual buscam estabelecer normas e regulamentações ambientais de acordo com os padrões exigidos para a realização de transações comerciais. Callado (2017), segundo este autor, muitas organizações optam por custos e investimentos mais elevados, que trazem para si um retorno mais rápido em termos de economia e alta disponibilidade dos bens e serviços prestados (CALLADO, 2017).

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) pode ser definido como as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para implementar e manter a política ambiental de uma organização (VALLE, 2013). Segundo este autor, o objetivo é definir e identificar abordagens que possam resolver problemas ambientais através da possibilidade de crescimento organizacional, buscando melhores abordagens e resultados para o ambiente.

2.3 Benefícios e dificuldades para implantação da gestão ambiental

As práticas de gestão ambiental são reconhecidas como importantes ferramentas para a melhoria da qualidade da relação entre a sociedade e o meio ambiente. Theodoro *et al.* (2014) definem amplamente a gestão ambiental como:

[...] é um conjunto de ações que envolvem políticas públicas, setores produtivos e a sociedade voltadas para o uso racional e sustentável dos recursos ambientais, o que inclui políticas, jurídicas, administrativas, econômicas, científicas, tecnológicas e outras instâncias de geração e representação da informação (THEODORO *et al.*, 2014, p. 9).

Com a integração das variáveis ambientais ao processo decisório de uma organização, torna-se fundamental a adoção de princípios de gestão ambiental como estratégia para a manutenção e continuidade do negócio (QUEIROZ *et al.*, 2018). Castro e Almeida (2015) aprenderam que as empresas precisam incorporar planos de gestão ambiental adequados em seu planejamento (todos os níveis, estratégico, tático e operacional) para alinhar os objetivos ambientais com os objetivos corporativos para que possam efetivamente se engajar nas questões ambientais.

A decisão de uma empresa em adotar a gestão ambiental pode ser desencadeada por fatores externos e internos. Alguns exemplos de forças externas incluem governos, legislação ambiental, concorrência internacional, oportunidades de negócios “verdes”, consumidores públicos, pressão das partes interessadas, instituições financeiras, movimentos ambientais e o próprio mercado. No que diz respeito às forças internas, os principais exemplos são reduções no consumo de energia e/ou água, redução de custos e substituição econômica de insumos (OLIVEIRA, 2015).

Dias (2016) destacou que o nível de competitividade entre as firmas é resultado de uma combinação de fatores como: custo, qualidade do produto, prestação de serviços diferenciados, etc. Os benefícios gerados pela gestão ambiental potencializam esses fatores e ajudam as organizações a obter uma vantagem competitiva.

O Quadro 1, adaptado de North (2013), ilustra algumas vantagens que as organizações passam a obter ao adotarem uma gestão ambiental voltada ao processo de suas atividades.

ECONÔMICOS	ESTRATÉGICOS
<p>CUSTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - economia devido a redução de água, energia e outros insumos; - reciclagem, venda e aproveitamento de resíduos e diminuição de efluentes; - redução de multas e penalidades. <p>INCREMENTO DE RECEITAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - aumento da contribuição marginal dos produtos verdes que podem ser vendidos a preços maiores; - maior participação de mercado devido a inovação de produtos; - novos produtos para o mercado; - aumento da demanda de produtos verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> - melhoria da imagem da empresa; - renovação do portfólio de produtos; - aumento da produtividade; - alto comprometimento pessoal; - melhoria nas relações de trabalho; - melhoria e criatividade para novos desafios; - melhoria na relação com o ambiente externo (governo, comunidade e ambientalistas); - acesso ao mercado externo; - melhor adequação aos padrões ambientais.

Quadro 1. Benefícios gerados pela gestão ambiental

Fonte: North (2013)

Epelbaum (2014) adverte que esses benefícios nem sempre são homogêneos para todas as organizações. Notavelmente, os ganhos são maiores em organizações com maior capacidade de poluir, pois essas organizações podem mudar seus sistemas de produção para ajudar a aumentar a produtividade. A gestão ambiental em relação aos aspectos econômicos permite a identificação dos custos ambientais decorrentes das atividades e processos organizacionais. Dessa forma, as empresas podem estabelecer planos de ação e mecanismos de controle que visam mitigar ou eliminar tais custos, aumentando decisivamente a eficiência com que a empresa utiliza os recursos, fator fundamental para o acúmulo de riqueza.

Assim, é possível alavancar a estratégia competitiva da empresa e garantir o cumprimento de seu papel social por meio de uma atuação responsável. Assim como a sociedade adota os requisitos de responsabilidade e atribuições que suas leis estabelecem para as corporações, também o fazem as oportunidades. A gestão eficaz torna possível identificar oportunidades de investimento rentáveis onde parece haver apenas demanda e despesa.

De acordo com Klassen e McLaughlin (2016), de uma perspectiva estratégica, a literatura sugere que as empresas devem considerar o impacto ambiental de produtos e processos de fabricação, bem como as regulamentações ambientais, e as empresas devem tomar iniciativas em tecnologia e gestão ambiental.

Klassen e McLaughlin (2016) citam ainda que a gestão ambiental é parte importante da estratégia funcional, principalmente da estratégia operacional, e como parte da estratégia corporativa, afeta o desempenho ambiental, que passa a ser observado e avaliado pelo mercado quando se torna de conhecimento público. Ao alterar os componentes da gestão ambiental, o desempenho financeiro é afetado pela economia de custos e ganhos de mercado.

Essa visão é corroborada por Reis (2013), que argumenta que o desempenho ambiental (que os autores acreditam estar correlacionado com o resultado provável do impacto ambiental de uma empresa monitorado por um SGA certificado) está diretamente relacionado ao desempenho financeiro (que o autor correlaciona com o desempenho de uma empresa). impacto ambiental) para aumentar a receita e reduzir custos).

Segundo Reis (2013), um SGA com estrutura sistemática é recorde de redução de custos pela eliminação ou minimização de desperdícios e/ou aumento de receita pela melhoria da imagem corporativa, mercado e melhor aceitação de seus produtos. Por outro lado, se a empresa tiver um bom desempenho financeiro e aumentar o desempenho ambiental, os recursos financeiros irão fluir para o suporte e manutenção do SGA, criando assim um segundo recorde, que pode gerar novas melhorias no desempenho ambiental.

Para Porter e Linde (2018), os vários exemplos de redução de custos e oportunidades de redução da poluição são a regra e não a exceção, e que, em geral, os esforços para reduzir a poluição e maximizar os retornos seguem os mesmos princípios básicos, incluindo o uso eficiente de recursos, substituindo materiais mais baratos e eliminando atividades desnecessárias.

Por outro lado, a implantação de um sistema de gestão ambiental possui alguns fatores que dificultam seu desenvolvimento em uma organização. No Quadro 2 estão relacionadas a maioria das dificuldades encontradas na literatura.

DIFICULDADES	DEFINIÇÕES
Recursos econômicos	Falta de recursos para aquisição de tecnologias para adequar os processos para minimizar os impactos causados durante o processo produtivo.
Legislação	Dificuldades de implementação de procedimentos de avaliação periódica e de adequação a constantes variações na legislação ambiental aplicável.
Colaboradores	Dificuldade de internalização pelos colaboradores do significado de sustentabilidade, bem como de aceitação a novos paradigmas e novas práticas.
Mensuração	Dificuldade de mensurar os resultados da implementação de um SGA, pois este é um tópico complexo e pouco abordado nas organizações.
Profissionais	Dificuldade de encontrar pessoas com a qualificação e experiência necessária para implementar o SGA de maneira correta e eficaz.

Quadro 2. Dificuldades a implementação da gestão ambiental

Fonte: North (2013)

As empresas enfrentam dificuldades no processo de implementação de um sistema de gestão ambiental porque afeta o capital da empresa, além de dificuldades com os órgãos de licenciamento ambiental.

Segundo Young e Lustoso (2002), a cada dia a exigência aumenta quanto às responsabilidades ambientais das empresas, que buscam certificações para se adequar à legislação e obter melhor aceitação de seus produtos, uma vez que consumidores, ONGs e Instituições primam pela qualidade ambiental, bem como investidores verdes que procuram investir em empresas não poluidoras (MIRANDA et al., 2017).

Silva *et al.* (2016) afirmam que, de acordo com a abordagem do SGA, deve haver um comitê que desenvolva conjuntamente os procedimentos que devem ser seguidos e implementados e seja responsável pela tomada de decisões sobre questões ambientais dentro da empresa. No entanto, a falta de profissionais capacitados para realizar essas operações é um dos maiores problemas encontrados.

No que diz respeito à disponibilidade de recursos, as maiores dificuldades centram-se na falta de recursos para aquisição de tecnologias avançadas, sendo um dos aspectos mais relevantes a modificação de processos relacionados à minimização de possíveis impactos ambientais, ou seja, é não saber se investir em questões ambientais será lucrativo, pois geralmente leva muito tempo para obter um retorno sobre o investimento (BARBIERI, 2017).

Para cumprir o Plano de Gestão Ambiental (PGA), a empresa deve desenvolver e implementar ações ambientais planejadas, definindo o plano e os diferimentos mínimos estipulados em todos os níveis da empresa. Esses planos devem ser documentados, incluindo finalidade, objetivos, ações planejadas, responsabilidades, recursos necessários e prazos (FERES; ANTUNES, 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi realizar um estudo sobre a gestão ambiental, desenvolvimento, práticas sustentáveis e sua importância para as empresas, o que foi alcançado, pois o estudo possibilitou a compreensão e aperfeiçoamento do assunto. A gestão ambiental é uma alternativa cada vez mais utilizada por empresas para melhorar e controlar suas atividades de forma a poluir menos o meio ambiente.

A adoção da gestão ambiental é essencial para uma empresa por diversos motivos, em primeiro lugar porque associa a imagem da empresa à preservação ambiental, agrega valor às imagens das marcas e produtos. As empresas atuantes na gestão ambiental melhoram suas relações comerciais com outras empresas que também seguem estes princípios. O instrumento mais utilizado para desenvolver a questão ambiental nas empresas, atualmente, e aceita mundialmente para certificação dos Sistemas de Gestão Ambiental denomina-se NBR ISO 14001.

Para isso, buscou-se conceitos e princípios indispensáveis para o entendimento da questão, assim como o momento histórico em que se originaram. O Sistema Gestão Ambiental faz parte de um esforço integrado e contínuo de toda cadeia produtiva de uma empresa buscando a excelência ambiental.

A partir destes resultados, pode-se afirmar que os objetivos da pesquisa foram alcançados, devido a abrangência do assunto, contribuindo para conhecer o assunto sustentabilidade que pode ser aplicado dentro das organizações.

Referências

- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. São Paulo: Nova Fronteira, 2013
- ARAÚJO, G. C. DE, BUENO, M. P., SOUSA, A. A. DE, & MENDONÇA, P S M. **Sustentabilidade empresarial: Conceitos e Indicadores**. Anais do Congresso Online Convibra.2016
- ASSUMPÇÃO, Luiz Fernando Joly. **Sistema de Gestão Ambiental: Manual Prático para Implementação de SGA e Certificação ISO 14001**. Curitiba: Juruá, 2014 204p.
- BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos modelos e instrumentos**. Ed. Saraiva, 2017.
- CALLADO, Aldo Leonardo Cunha. **Políticas e Práticas da Gestão Ambiental: Um Estudo Comparativo**. In: Anais do Encontro Nacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, Curitiba: ENGEMA, 2017.
- CAREON, L. H; SILVA, S. F. **Sustentabilidade ambiental nas organizações: Sustentabilidade empresarial para a micro e pequena empresa**. Anais do Seminário em Administração, São Paulo, SP, 13. 2015
- CASTRO, J. A. R.; ALMEIDA, C. D. C. **Legislação ambiental e sua necessária inserção na práxis empresarial**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25. Porto Alegre, 2015. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. p. 5095-5100.
- CERUTI, F. C.; SILVA, M. L. N da. Dificuldades de implantação de sistema de gestão ambiental (SGA). **Revista Acadêmica: ciências agrária ambientais**, Curitiba, v.7, n.1, p. 111-119, jan./mar. 2019.
- CUNHA, L.H.; COELHO, M. C. **Política e gestão ambiental**. In: CUNHA, S.; GUERRA, A. J. A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2016
- EPELBAUM, M. **A influência da gestão ambiental na competitividade e no sucesso empresarial**. 2014, 190p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014
- FURTADO, J. S. **Gestão com responsabilidade socioambiental: ferramentas e tecnologias**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/jsf/acoessa/rsa02.pdf>. Acesso em 17.03.23
- GONÇALVES, D. B.; ALVES, J. C. A legislação ambiental e o desenvolvimento sustentável no complexo agroindustrial canavieiro da bacia hidrográfica do rio MogiGuaçu. In: Seminário Economia do Meio Ambiente: Regulação Estatal e Auto-regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 3, 2013, Campinas. Anais. São Paulo: UNICAMP, 2013. p. 1-24.
- GRI, Global Reporting Initiative Portal. **About GRI**. Recuperado em 29, março, 2014, de <https://www.globalreporting.org/information/about-gri/what-is-GRI/Pages/default.aspx>. Acesso em 17.03.23
- HERMANNNS, A. K. **Gestão ambiental empresarial: aspectos legais, mercadológicos e econômicos**. 2005. 90 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- IMPERIANO, B O. **Direito e gestão ambiental: o que as empresas devem saber**. João Pessoa: Sal da Terra, 2017.
- KLASSEN, R. D.; MCLAUGHLIN, C. P. The impact of environmental management on firm performance. **Management Science**, 42(8), 1199-1214. 2016
- KLEBA, J. Adesão voluntária e comportamento ambiental de empresas transnacionais do setor químico no Brasil. **Revista Ambiente & sociedade**, São Paulo, v.6, n.2, p. 25-45. 2013
- LAMEIRA, V. DE J., NESS, V. L. JUNIOR, QUELHAS, O. L. G., PEREIRA, R. G. Sustentabilidade, valor, desempenho e risco no Mercado de capital brasileiro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, 15(46), 76-90, 2013.
- LANGE, D. E. DE, BUSCH, T., & DELGADO-CEBALLOS, J. D. Sustaining Sustainability in organizations. **Journal of Business Ethics**, 110(2), 151-156.2014
- LIMA, G. F. da C. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.6, n.2, jul./dez. 2003.
- LIMA, J, LIRA, T. **A implantação de um sistema de gestão ambiental, baseado na NBR ISO 14001:2004** - um estudo de caso de uma empresa prestadora de serviços do pólo cloroquímico de Alagoas. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica: João Pessoa, 2017.
- MIRANDA, G. M.; SAMUDIO E. M. M.; DOURADO F. F. M. A estratégia de operações e a variável ambiental. **Revista de Administração**. São Paulo. Vol. 32 n.1, p. 58-67, 2017
- NOGUTI, M. B., CAMPOS, S. V. B., RODRIGUES, T, M., PULLIG, T., DIAS; J. DE C. **Sistema de Gestão Ambiental – Natura Cosméticos S/A**. Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói, RJ, 4.2018
- NORTH, K. **Environmental Business Management**. Genebra: ILO, 1. In: CAGNIM.2013
- OLIVEIRA, A. P. Gestão ambiental e práticas sustentáveis na empresa. **Revista CEPPG**, Catalão, v.1, n.26, p.179 – 195, 2015
- OLIVEIRA, L. R. DE, MEDEIROS, R. M., TERRA, P. DE B., & QUELHAS; O. L. G. (2012). Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, 22(1), 70-82. 2015
- OLIVEIRA, S. C. **Responsabilidade socioambiental empresarial: uma ordem constitucional**. 2006. 100 f. Monografia (Graduação em Direito) – Faculdade de Direito de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2006.
- PORTER, M. E.; LINDE, C. V. der. **Verde e competitivo: acabando com o impasse**. Set/out 1995. In: PORTER, M. E. Competição – on competition: estratégias competitivas essenciais. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2018
- QUEIROZ, A. A. N.; NOGUEIRA, G. M. F.; NETO, B. G. A. **Diagnóstico sobre o nível de consciência ecológica nas empresas dos segmentos de couro, borracha e plástico no estado da Paraíba**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20. 2018, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2000. p. 1- 8.
- REIS, H. L. **Os impactos de um sistema de gestão ambiental no desempenho financeiro das empresas: um estudo de caso**. Anais do Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, Salvador, BA, Brasil. 2012
- ROCCO, R. Meio **Ambiente & Empresa: Os temas relacionados ao papel do setor privado nas novas con-**

figurações das políticas ambientais brasileiras. Disponível em: <http://rogeriorocco.com.br/wp-content/uploads/2010/07/Tema3- Meio-Ambiente-e-Empresa-2009.pdf>. Acesso em: 17.03.23

SAMPAIO, C. **Responsabilidade ambiental das empresas**. 2018. Disponível em: <http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/5890/Responsabilidade-ambiental-dasempresas>. Acesso em: 17.03.23

SILVA, Michele Plentz et al. Os desafios da implantação de um sistema de gestão ambiental: estudo de caso em uma indústria de laticínios. **R. Gest. Sust. Ambient**, Florianópolis, p.88-106, out. 2013.

SILVEIRA, D. A. **Adoção de Sistemas de Gestão Ambiental nas Organizações Portuguesas: Motivações, Benefícios e Dificuldades**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Porto, 2013.

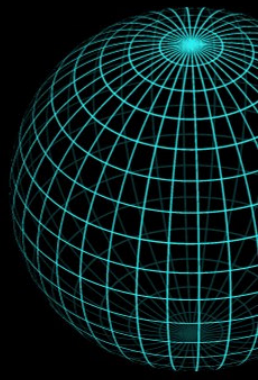
THEODORO, S. H.; CORDEIRO, P. M. F.; BEKE, Z. **Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socio-ambientais**. In: Encontro da ANPPAS, 2. Indaiatuba. Anais. São Paulo: USP, 2004. p. 1-17. 2014

VALLE, C. E. **Como se preparar para as normas ISO 14000: Qualidade Ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 2013.

WALS, A. E. J.; SCHWARZIN L Fostering organizational sustainability through dialogic interaction. **The Learning Organization**, 19(1), 11-27.2015



7



ENERGIAS RENOVÁVEIS: MÉTODOS DE GERAÇÃO DE ENERGIAS SUSTENTÁVEIS EM ÁREAS TROPICAIS

*RENEWABLE ENERGIES: METHODS FOR GENERATING ENERGY IN TROPICAL
AREAS*

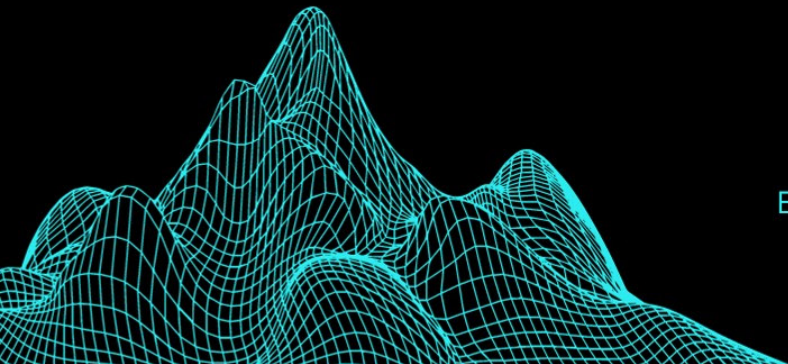
Dyego Mafra Boaes¹

Geiziane Oliveira Gomes²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O uso de fontes renováveis de energia tem se destacado como essencial para a sustentabilidade e redução dos impactos ambientais causados pela geração de energia convencional. Dentre as principais fontes renováveis, mais utilizadas destacam-se a energia solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, porém, cada uma dessas fontes possui vantagens e desafios específicos. Este artigo tem como objetivo demonstrar todos os métodos aplicáveis de geração sustentável em áreas tropicais, através de uma revisão de literatura, qualitativa e descritiva. Foram abordadas as medidas necessárias para alcançar um equilíbrio entre a demanda por energia, a preservação dos recursos naturais e do ecossistema. Os resultados obtidos demonstraram que as energias hidrelétrica e biomassa podem ter impactos ambientais negativos. A energia da biomassa pode ter consequências negativas nos ecossistemas locais e na qualidade do ar. Portanto, a conscientização sobre a importância da adoção de fontes de energia sustentáveis é necessária para obter a viabilidade técnica, os custos de implementação, o impacto socioeconômico e possíveis desafios para a sua efetivação. É fundamental que governos, empresas e comunidades atuem de forma colaborativa. Isso implica a necessidade de desenvolver políticas de energia sustentável e investir em infraestrutura de energia renovável.

Palavras-chave: Energias, Sustentabilidade, Implementação, Impactos, Renováveis.

Abstract

The use of renewable energy sources has been highlighted as essential for sustainability and the reduction of environmental impacts caused by conventional energy generation. Among the main renewable sources, the most used are solar, wind, hydroelectric, and biomass energy, however, each of these sources has specific advantages and challenges. This article aims to demonstrate all applicable methods of sustainable generation in tropical areas, through a qualitative and descriptive literature review. The measures needed to achieve a balance between the demand for energy and the preservation of natural resources and the ecosystem were discussed. The results obtained demonstrated that hydroelectric and biomass energy can have negative environmental impacts. Biomass energy can have negative consequences on local ecosystems and air quality. Therefore, awareness of the importance of adopting sustainable energy sources is necessary to obtain technical feasibility, implementation costs, socioeconomic impact, and possible challenges for its implementation. Governments, companies, and communities must act collaboratively. This implies the need to develop sustainable energy policies and invest in renewable energy infrastructure.

Keywords: Energies, Sustainability, Implementation, Impacts, Renewable.



1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade energética tem alcançado uma importância crescente devido à necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e diminuir a dependência de fontes não renováveis de energia. Para atender a esses desafios, é fundamental explorar e implementar diferentes métodos de geração de energia sustentável. Nesse contexto, destacam-se a energia solar, eólica, hidrelétrica e biomassa como alternativas promissoras.

A justificativa para este estudo é baseada na necessidade de compreensão dos benefícios e dificuldades relacionados à adoção desses métodos de produção de energia sustentável. Faz-se necessário explicar de forma objetiva todos os métodos de geração sustentável em áreas tropicais para um maior entendimento da sociedade e meio acadêmico sobre o assunto e principalmente as viabilidades tanto financeiras como ambiental de cada um. Este estudo contribuirá com informações que possam ajudar a compreender as implicações práticas e os resultados esperados da implementação de diferentes procedimentos de produção de energia em cidades tropicais, suas vantagens ambientais, a viabilidade técnica, os custos de implementação, impacto socioeconômico e possíveis desafios para a sua efetivação. Dessa forma, espera-se contribuir para a conscientização sobre a importância da adoção de fontes de energia sustentáveis e auxiliar na tomada de decisões para a promoção de um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

Atualmente, diversos procedimentos de produção de energia renovável são utilizados, o que dificulta compreender sua eficiência e os custos de implementação de cada uma delas. Diante disso, é preciso levar em consideração a viabilidade, os impactos e eficiência das diferentes fontes de energia renovável nas áreas tropicais, também é preciso considerar os custos de implementação. Nesse contexto, qual é a opção mais eficiente e de menor custo para essas regiões?

Todo conteúdo enfatizado neste trabalho tem como objetivo geral demonstrar todos os métodos aplicáveis de geração sustentável em áreas tropicais. E o objetivo específico é descrever os métodos de geração de energia sustentável mais eficazes para as áreas tropicais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia aplicada neste trabalho, foi uma Revisão de Literatura, qualitativa e descritiva. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos dez anos. Os dados foram desenvolvidos a partir de revistas acadêmicas, artigos científicos e monografias. A busca dos dados ocorreu também através das bases online: Scielo, Capes, Google Acadêmico. Nessa revisão foram usados dados e gráficos com a devida referência. As palavras-chave utilizadas para fazer a busca foram: “energias renováveis”, “sustentabilidade”, “implementação de energias renováveis”.

2.2 Resultados e Discussão

Com base nas pesquisas feitas atualmente, o Brasil conhecido como um “país tropical” devido ao seu vasto território e características geográficas, possui características promissoras para implementação das metodologias de energia sustentável, onde visam fornecer energias inesgotáveis e disponíveis, de forma a minimizar o impacto ambiental, como exemplos de fontes renováveis temos a energia solar, a energia eólica, a energia hídrica e a biomassa. (DE FREITAS et al, p. 317-329, 2015)

A energia solar é uma fonte de energia renovável promissora em áreas tropicais devido ao sol abundante. O custo de implementação de sistemas de energia solar diminuiu significativamente nos últimos anos devido aos avanços tecnológicos e ao aumento da demanda. De acordo com o relatório da Agência Internacional de Energia Renovável – IRENA (2020) os sistemas solares fotovoltaicos (PV) se tornaram uma das fontes de eletricidade com melhor custo-benefício, pois os custos diminuíram em 82% entre o período de 2010 e 2020. Estes custos de implementação de sistemas solares fotovoltaicos variam de acordo com o tamanho do sistema e da localização, mas geralmente são decrescentes.

Machado e Miranda (2015) afirmaram que, desde a descoberta da geração de energia elétrica por meio da energia solar, houve um notável avanço tecnológico nesse campo. No entanto, os módulos solares mais comumente disponíveis no mercado ainda apresentam baixa eficiência, em torno de 15%, o que torna inviável sua utilização por pessoas físicas. Como resultado, vários países implementaram políticas públicas para tornar o uso dessa tecnologia acessível aos consumidores.

A energia solar fotovoltaica tem experimentado um avanço global notável e uma redução significativa nos custos nos últimos anos. No Brasil, são consideradas tanto a geração fotovoltaica distribuída quanto a centralizada. Embora a geração distribuída esteja próxima da viabilidade econômica em algumas áreas da rede elétrica, a geração centralizada em larga escala ainda não é competitiva (EPE, 2012).

No entanto, no Brasil, pouco tem sido feito para incentivar o mercado de energia solar, uma vez que há indústrias em estágio inicial e falta de políticas de desenvolvimento e incentivo. Não existem medidas direcionadas à população, como linhas de crédito para financiar a instalação de sistemas solares ou tarifas premiadas, como ocorre na Alemanha. Apesar disso, o Brasil possui uma irradiação solar significativa, e a utilização em larga escala de sistemas fotovoltaicos, em conjunto com o desenvolvimento de tecnologia nacional, poderia reduzir os investimentos em usinas hidrelétricas e termelétricas, que exigem recursos consideráveis e têm um impacto socioambiental significativo (MACHADO; MIRANDA, 2015).

A energia eólica também emerge como uma fonte promissora de energia renovável em regiões tropicais, especialmente em áreas com ventos alísios consistentes. Os custos de implementação de sistemas de energia eólica também têm diminuído nos últimos anos, embora possam ser superiores aos dos sistemas de energia solar (IEA, 2023).

Segundo um relatório da Agência Internacional de Energia, o custo médio da energia eólica *onshore* reduziu-se em 50% entre 2010 e 2020. Os sistemas de energia eólica *offshore*, que demandam investimentos mais elevados, podem ser economicamente viáveis em áreas com ventos de alta velocidade. O relatório do Conselho Global de Energia Eólica (GWEC, 2020) destaca que os parques eólicos *offshore* são especialmente promissores em regiões com ventos fortes e consistentes, pois oferecem um enorme potencial de geração de energia renovável (IEA, 2023).

Portanto, é crucial abrir novos mercados ao redor do mundo para impulsionar o cres-

cimento da energia eólica. Embora a energia eólica tenha experimentado um crescimento significativo e se tornado uma fonte dominante em muitos mercados, desde 2009 a indústria tem enfrentado desafios, como um crescimento anual mais lento e excesso de oferta nos mercados avançados. Portanto, torna-se essencial abrir novos mercados e impulsionar o crescimento da energia eólica, uma vez que os mercados já estabelecidos não têm acompanhado o ritmo de expansão da capacidade de geração eólica, o que resulta em uma oferta maior do que a demanda (IRENA, 2013).

A IRENA tem como objetivo difundir a tecnologia eólica em mercados emergentes, especialmente em países em desenvolvimento com necessidades crescentes de energia. O potencial de crescimento da energia eólica é particularmente evidente na África, Ásia e América Latina. A IRENA lançou o Atlas Global de Energias Renováveis, uma plataforma online que investiga o potencial de recursos eólicos e solares, e os relatórios recentes indicam uma expansão global da energia eólica (IRENA, 2013).

Em seus resultados é possível observar que 68 países têm mais de 10 megawatts de capacidade eólica, como ilustrado na Figura 1. Além disso, a participação da energia eólica está em crescimento nos mercados avançados, em que na Espanha, os parques eólicos se tornaram a maior fonte de eletricidade (IRENA, 2013).

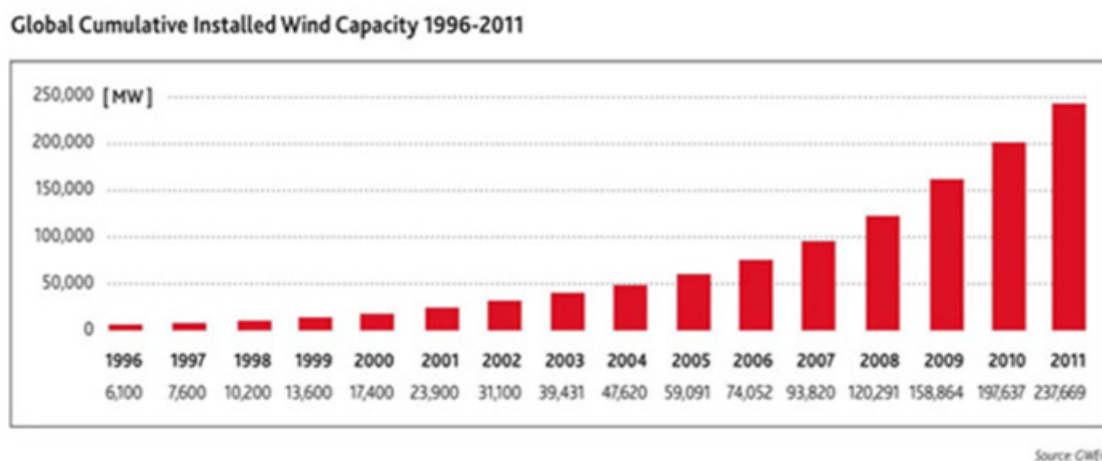


Figura 1. Global Cumulative Installed Wind

Fonte: Capacity 1996-2011- Developing world ripe for wind energy (IRENA, 2013)

De acordo com IRENA (2013) com relação a Figura 1, o mercado mundial de energia eólica teve um crescimento de 6% em 2011, com a adição de 40,5 GW de capacidade e um investimento de 70 bilhões de dólares. China e Índia impulsionaram esse crescimento, o que representa mais de 50% do mercado. Brasil, México e África do Sul estão em expansão no setor. A Europa manteve-se em 20% de energia renovável. Índia consolidou-se em terceiro lugar e poderá ultrapassar a Espanha em capacidade instalada até 2013.

A energia hidrelétrica é uma fonte de energia renovável que pode ser aproveitada em áreas tropicais com rios e cachoeiras abundantes. O custo de implementação de sistemas hidrelétricos pode variar muito, dependem também do tamanho e localização do sistema. Os sistemas de energia hidrelétrica de pequena escala podem ser econômicos, com custos variam de US\$ 1.000 a US\$ 3.000 por quilowatt. No entanto, sistemas de energia hidrelétrica de grande escala podem ser mais caros, com custos alternam de US\$ 1.500 a US\$ 7.000 por quilowatt (SELJAK et al, 2020)

Segundo Agostini et al. (2013) a implementação de usinas hidrelétricas acarreta diversas alterações no meio ambiente e viola os direitos humanos das comunidades afetadas. Além dos impactos negativos na natureza, essas comunidades enfrentam violações de

direitos, como restrições à mobilidade, habitação e preservação cultural.

É fundamental a participação tanto do Poder Público quanto da sociedade civil no processo decisório, a fim de evitar que os interesses biológicos prevaleçam sobre os direitos humanos e garantir a proteção das comunidades afetadas. Isso inclui evitar o desamparo a estas comunidades e preservar sua identidade cultural. É essencial adotar medidas que assegurem a participação ativa dessas comunidades, especialmente aquelas historicamente excluídas, como indígenas e quilombolas, com o objetivo de garantir a justiça social e ambiental (AGOSTINI et al., 2013).

A energia da biomassa pode ser produzida pela queima de material vegetal, como madeira ou resíduos agrícolas. Em áreas tropicais, isso pode incluir bagaço de cana, casca de arroz e casca de coco. O custo de implementação de sistemas de energia de biomassa pode variar dependem da disponibilidade de biomassa e do custo de processá-la. Em alguns casos, o custo de implementação de sistemas de energia de biomassa pode ser menor do que o de outras fontes de energia renováveis, mas isso depende das condições locais. (BARNES, 2010)

De acordo com o relatório da Agência Internacional de Energia, para avaliar o uso da biomassa na geração de eletricidade, é crucial considerar três fatores fundamentais: o tipo e a disponibilidade da matéria-prima, o processo de produção de eletricidade e a tecnologia envolvida. Embora a disponibilidade da matéria-prima seja um dos principais elementos para o êxito econômico dos projetos de biomassa, o foco deste relatório está principalmente nos custos das tecnologias de geração de eletricidade e em sua viabilidade econômica, que abordam de forma sucinta os custos da matéria-prima (IEA, 2020).

Goldemberg (2016) ressalta que à medida que as consequências do aquecimento global se tornam mais evidentes, aumenta a atenção em relação ao aumento da contribuição da biomassa na matriz energética global. Além disso, outras fontes renováveis, como a energia eólica e solar com células fotovoltaicas, também têm ganhado destaque. No entanto, essas fontes são intermitentes e requerem sistemas de armazenamento, como baterias elétricas ou reservatórios de água em usinas hidroelétricas. Em contrapartida, a biomassa pode ser armazenada na forma sólida ou líquida e utilizada se necessário.

De acordo com Santos et al. (2017), o Brasil possui um potencial significativo na utilização de biomassa para geração de energia elétrica, que pode ser classificada em três grupos: florestal, agrícola, rejeitos urbanos e industriais. No setor florestal, há uma grande quantidade de resíduos gerados, os quais frequentemente são descartados de maneira inadequada. No entanto, o aproveitamento desses resíduos para a geração de energia oferece uma solução útil e contribui para a redução do impacto ambiental.

No entanto, há desafios significativos a serem superados para aumentar o uso de biomassa. Dentre os principais obstáculos estão a disseminação de informações equivocadas sobre os impactos do uso de biomassa na produção de alimentos, problemas de engenharia na produção de etanol de segunda geração e questões econômicas relacionadas à competição com combustíveis fósseis. No entanto, o autor sugere que avanços científicos e tecnológicos têm o potencial de solucionar muitos desses problemas, o que reduziria os custos de produção da biomassa (GOLDEMBERG, 2016).

Conforme Santos et al. (2017), no setor agrícola, além da cana-de-açúcar, que já é amplamente utilizada, outras culturas também apresentam resíduos atrativos para a geração de energia elétrica. Além disso, a extensão territorial favorável do país permite a diversificação da matriz energética nesse aspecto e explorar diferentes fontes de biomassa. Quanto aos rejeitos urbanos e industriais, eles podem ser transformados em aterros energéticos, o que possibilita a geração de biogás e a produção de fertilizantes.



Gouvêa e Azzi (2018) abordam o desenvolvimento da indústria eólica no Brasil e seu impacto nas comunidades. A participação do poder público é destacada como crucial para o crescimento do setor, fornecimento de incentivos para atrair investidores estrangeiros e nacionais e estimular a geração de energia e a produção de componentes dos aerogeradores. No entanto, para garantir a sustentabilidade do setor, são necessários novos investimentos, coordenação contínua entre os principais atores e gestão adequada dos incentivos.

No contexto brasileiro, a biomassa atualmente representa 27,6% do consumo total de energia, mas há um grande potencial para aumentar essa porcentagem por meio da expansão da cultura de cana-de-açúcar para a produção de etanol. Além disso, um programa de reflorestamento em áreas degradadas poderia fornecer matéria-prima para a indústria de papel, geração de energia elétrica e produção de etanol de segunda geração, desde que os problemas técnicos existentes sejam resolvidos. O uso de “pellets” também é mencionado como uma alternativa em crescimento na Europa, pois pode substituir o carvão e o gás em lareiras residenciais (GOLDEMBERG, 2016).

De acordo com o estudo de Borba (2015), o setor elétrico brasileiro apresenta características distintas devido aos recursos hídricos abundantes no país. As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) desempenham um papel relevante em nível regional e possuem um número significativo de unidades no panorama nacional. No entanto, as PCHs têm perdido espaço para os geradores eólicos devido à queda expressiva no custo da energia eólica em comparação com os empreendimentos hidrelétricos. Além disso, o Brasil enfrenta uma grave crise hídrica em várias regiões, com escassez de chuvas e redução dos níveis de águas subterrâneas, o que tem ocasionado a diminuição do volume dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas (UHEs) e de algumas PCHs, principalmente nas regiões Sudeste, Centro-oeste e Nordeste.

A Empresa de Pesquisa Energética (2012) propõe medidas de incentivo para reduzir os custos de produção, estimular o desenvolvimento do mercado solar e permitir a participação do país em uma indústria de alto valor agregado global. Sugere-se a contratação da geração centralizada por meio de leilões específicos, garantir a continuidade e volumes suficientes para impulsionar a cadeia produtiva. Além disso, não deve haver impedimento à participação solar em leilões abertos. A geração heliotérmica não é competitiva no curto prazo, mas é interessante estudá-la para possível integração ao sistema de geração hidrotérmica no futuro.

Gouvêa e Azzi (2018) ressaltam nesse sentido a importância de uma avaliação contínua dos impactos nas comunidades, bem como capacitar essas comunidades para reduzir conflitos e vulnerabilidades. No que se refere à localização dos componentes dos aerogeradores, espera-se que a indústria evolua por meio de um planejamento integrado entre órgãos públicos e a participação do setor privado. Essa abordagem visa proporcionar confiança aos investidores e aprimorar a produtividade. Além disso, destaca-se a necessidade de expandir políticas abrangentes para solucionar deficiências na infraestrutura e simplificar os processos tributários.

Conforme Borba (2015), para mitigar os riscos e incentivar o investimento no setor hidrelétrico, foram realizados leilões de energia no Brasil. Nos anos anteriores, houve um bom momento para a implantação das PCHs, devido aos preços mais baixos e competitivos em relação a outras fontes alternativas de energia. No entanto, a crise econômica grave, o aumento do preço da energia elétrica, a redução do poder de compra dos consumidores e a recessão econômica afetaram o setor elétrico brasileiro. Portanto, é necessário incluir os incentivos futuros aos empreendimentos hidrelétricos. Como perspectivas futu-

ras para melhorar o setor hidrelétrico, destaca-se a intenção do governo federal de licitar novas usinas hidrelétricas até 2017, o que demandará investimentos significativos.

Gouvêa e Azzi (2018) enfatizam a importância de manter leilões de energia para garantir a demanda por equipamentos e propõem readequar os prazos de entrega dos equipamentos para manter um regime constante de produção. A indústria eólica enfrenta desafios no Brasil, como o custo dos insumos, a falta de capacidade produtiva local e a menor competitividade em comparação com outros países. Os impactos socioambientais nas comunidades do entorno são mencionados, destacam tanto os benefícios quanto os impactos negativos observados durante o processo de implantação.

Portanto, a viabilidade econômica das PCHs depende do preço de venda da energia e dos investimentos realizados por MWh gerado. Atualmente, o mercado não está tão atrativo para o investimento, mas essa situação pode mudar. Recomenda-se ampliar o estudo da eficiência das PCHs e melhorar a gestão, controle e fiscalização dos projetos, inclusive os projetos básicos, hidráulicos e executivos. Isso garantirá que essa importante fonte de energia renovável continue a ser explorada de maneira adequada, maximiza seu potencial (BORBA, 2015).

Atualmente, a cana-de-açúcar é a biomassa mais utilizada para a geração de energia elétrica no Brasil, aproveita-se principalmente o bagaço nas usinas sucroalcooleiras. No entanto, a palha da cana, que é queimada no campo, apresenta um potencial não explorado e sua utilização como fonte de energia traria benefícios significativos para o setor agrícola e o meio ambiente. Para garantir a sustentabilidade ambiental, social e econômica na produção de eletricidade a partir da biomassa, é essencial manter benefícios ambientais em todas as etapas do processo e continuar a desenvolver tecnologias promissoras que se tornem competitivas comercialmente, e expandam as opções disponíveis (SANTOS et al., 2017).

Os resultados obtidos evidenciam que essa abordagem contribui para o aproveitamento sustentável dos resíduos, o que traz benefícios tanto para a produção de energia quanto para a gestão adequada desses materiais. A escolha da opção mais eficiente e de menor custo dependerá das características locais, dos recursos disponíveis e das políticas energéticas adotadas.

Além disso, os resultados ressaltam alguns pontos cruciais relacionados ao setor hidrelétrico e à geração de energia elétrica no Brasil. Destaca-se a realização de leilões de energia como medida para mitigar riscos e incentivar investimentos no setor hidrelétrico. A viabilidade econômica das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) também é destacada, assim como a intenção do governo federal de licitar novas usinas hidrelétricas até 2017, o que requer investimentos significativos.

Os desafios enfrentados pela indústria eólica no Brasil, como o custo dos insumos, a falta de capacidade produtiva local e a menor competitividade em comparação com outros países, também são mencionados. Ademais, são observados os impactos socioambientais nas comunidades próximas às usinas, com ênfase nos impactos negativos observados durante o processo de implantação.

3. CONCLUSÃO

Os objetivos específicos propósitos para este estudo foram alcançados. Contudo, é imprescindível reconhecer as restrições da pesquisa devido a diversidade de informações acerca do assunto. A abordagem adotada gerou diversas informações. No entanto, é crucial realizar estudos específicos que avaliem a viabilidade técnica, econômica e ambiental



de cada fonte, também é necessário levar em consideração os custos de implementação e os impactos associados. Uma abordagem integrada, com a utilização de um sistema híbrido com múltiplas fontes, pode ser uma estratégia eficaz para maximizar a eficiência e reduzir os custos.

Portanto, através de uma análise abrangente e criteriosa, será possível identificar a opção mais adequadas para obter eficiência energética, sustentabilidade e a minimização dos custos para as regiões tropicais. Essa busca pela melhor solução energética renovável é fundamental para impulsionar o desenvolvimento sustentável e garantir um futuro mais limpo e equilibrado para estas regiões e para o planeta como um todo.

Referências

AGOSTINI, Andréia Mendonça; BERGOLD, Raul Cezar. **Vidas Secas: Energia Hidrelétrica e a Violação dos Direitos Humanos no Estado do Paraná**. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 19, p. 167-167, 2013.

BARNES, Douglas. **Biomass Energy**. *Encyclopedia Britannica*. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/biomass-energy>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BORBA, Eduardo Nejar. **Energia hidrelétrica e seus principais riscos hoje no Brasil: o caso das PCH's**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

DE FREITAS, Jéssica Clemente et al. **Energias renováveis, clima e mudanças climáticas**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, p. 317-329, 2015.

EPE, NOTA TÉCNICA. **Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Nota Técnica da EPE, Rio de Janeiro, p. 25, 2012.

GOLDEMBERG, José. **Atualidade e perspectivas no uso de biomassa para geração de energia**. Revista Virtual de Química, v. 9, n. 1, p. 15-28, 2016.

GOUVÊA, Renato L. P.; SILVA, Paulo A. **Desenvolvimento do setor eólico no Brasil**. 2018.

IEA, Agência Internacional de Energia. **Renováveis 2021: Análise e previsão para 2026**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewables-2021>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

IRENA. (2013). **Developing world ripe for wind energy**. Agência Internacional de Energia Renovável. Disponível em: <<https://www.irena.org/News/articles/2013/Feb/Developing-world-ripe-for-wind-energy>> Acesso em: 11 maio 2023.

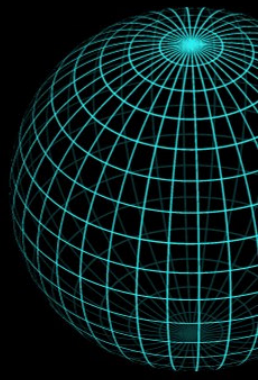
IRENA. (2020). **Custos de geração de energia renovável em 2019**. Agência Internacional de Energia Renovável. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>> Acesso em: 08 mar. 2023.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. **Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão**. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.

SANTOS, Guilherme Henrique Fávero; NASCIMENTO, Raphael Santos do; ALVES, Geziele Mucio. **Biomassa como energia renovável no Brasil**. Uningá Review, v. 29, n. 2, 2017.

SELJAK, Tine et al. **Bioliquids and their use in power generation—A technology review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 129, p. 109930, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109930>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

8

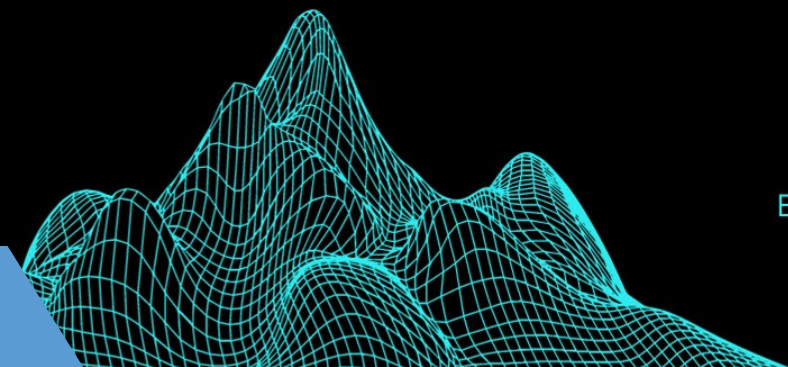


EPIDEMIOLOGIA AMBIENTAL: DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA *ENVIRONMENTAL EPIDEMIOLOGY: WATER-BORNE DISEASES*

Brunna Pereira da Conceição¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Este artigo trata da contaminação da água e sua relação com a saúde pública. Destacou-se a importância de compreender os riscos envolvidos na contaminação da água, uma vez que o acesso à água potável é um direito fundamental e sua contaminação pode levar a diversas doenças, algumas delas graves e até mesmo fatais. O objetivo do trabalho foi discutir as consequências da contaminação da água para a saúde pública. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim de identificar as principais doenças causadas pela contaminação da água e a relação dessas doenças com a saúde pública. Além disso, o texto aborda o desenvolvimento do saneamento básico no Brasil, e enfatiza a necessidade de serviços básicos para a manutenção do bem-estar da população. Em resumo, a importância do saneamento básico e do tratamento adequado da água é essencial para garantir a distribuição correta à população, e assegurar a saúde pública de acesso a todos.

Palavras-chave: Saneamento básico, Contaminação da água, Saúde pública, Tratamento da água, Epidemia.

Abstract

This article deals with water contamination and its relation to public health. The importance of understanding the risks involved in water contamination was highlighted, since access to potable water is a fundamental right and its contamination can lead to various diseases, some of them serious and even fatal. The objective of the work was to discuss the consequences of water contamination for public health. For this, a bibliographical research was carried out in order to identify the main diseases caused by water contamination and the relationship of these diseases with public health. In addition, the text addresses the development of basic sanitation in Brazil, and emphasizes the need for basic services to maintain the well-being of the population. In short, the importance of basic sanitation and adequate water treatment is essential to guarantee the correct distribution to the population, and to ensure public health that is accessible to all.

Keywords: Basic sanitation, Water contamination, Public health, Water treatment, Epidemic.

1. INTRODUÇÃO

A contaminação da água é um tema cada vez mais relevante quando se trata de saúde pública e meio ambiente. O acesso à água potável é um direito fundamental e sua contaminação pode levar a diversas doenças, algumas delas graves e até mesmo fatais. Nesse contexto, é fundamental compreender os riscos envolvidos na contaminação da água e a relação disso com a saúde pública.

A compreensão dos efeitos da contaminação da água na saúde pública, bem como a identificação das principais doenças relacionadas a essa contaminação, têm sido objeto de extensos estudos recentes. É crucial investigar como essas doenças podem ser prevenidas e determinar quais medidas devem ser implementadas para assegurar a segurança da população em relação ao acesso à água. Diante desse problema, a pergunta a ser respondida é: Quais são as principais doenças causadas pela contaminação da água e qual é a relação dessas doenças com a saúde pública?

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo discutir as consequências da contaminação da água para a saúde pública com foco específico em explicar as doenças causadas por essa contaminação e evidenciar a relação entre elas e a saúde pública, assim como, a contaminação da água pode ser um problema para a saúde pública e quais são as principais medidas que devem ser adotadas para garantir a segurança à população.

Dessa forma, este trabalho contribuirá para a sociedade e para a comunidade científica, uma vez que apresentará informações relevantes sobre as implicações da contaminação da água para a saúde pública e as principais doenças relacionadas a essa contaminação. Além disso, serão apresentadas possíveis medidas para minimizar os riscos de contaminação da água e garantir a segurança da população.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica por representar uma pesquisa qualitativa e descritiva, onde foram pesquisados livros, dissertações, artigos científicos e demais publicações da área científica em bancos de dados como o SciELO, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Agência Nacional das Águas (ANA). O recolhimento das informações foram publicações do período de 2015 a 2022 e não foram consideradas as publicações locais apenas as de âmbito nacional e as que tiveram relevância para este trabalho. Os descritores utilizados na busca foram: “Saneamento básico”, “Contaminação da água”, “Saúde pública”, “Tratamento da água”, “Epidemia”.

2.2 Resultados e discussão

2.2.1 Saneamento básico no Brasil

No início do século XXI o país enfrenta uma grande dificuldade relacionado aos serviços de saneamento, particularmente nos serviços de coleta, tratamento de esgoto sanitário e armazenamento de resíduos sólidos, como consequência do desserviço, é a poluição de corpos hídricos que prejudica os usos, abastecimento e a saúde da população (MURTHA *et al.*, 2015).



O sistema de saneamento já existe há séculos, os primeiros registros de coletores de esgotos foram encontrados na Babilônia em Nipur, com o passar dos anos os romanos revolucionaram a engenharia com a obra do aqueduto Aqua Apia com cerca de 17 km de extensão (NUNES *et al.*, 2020).

A primeira obra voltada para o abastecimento público, no Brasil, foi um poço idealizado por Estácio de Sá em 1561. A segunda obra aconteceu em 1750 com a construção do aqueduto Rio Carioca ou Arcos da Lapa para abastecimento do estado do Rio de Janeiro que só ficou pronta mais de 100 anos depois (NUNES *et al.*, 2020).

Com a alta densidade populacional e uma precária infraestrutura socioambiental que não consegue acompanhar o ritmo acelerado de expansão territorial, os serviços básicos necessários à saúde e manutenção do bem-estar da população ficam cada vez mais escassos e com isso deixa esta parcela da massa populacional exposta a riscos à saúde (VITOR, 2021).

2.2.2 Tipos de tratamento de água e esgoto

No Brasil, existem vários tipos de estações de tratamento de água (ETA's) o tratamento adequado é definido pela categoria da água captada, por exemplo, somente desinfecção é o tratamento destinado a classe especial da água; Tratamento simplificado destinado à classe 1 da água; Tratamento convencional destinado a classe 2 da água; Tratamento convencional e avançado destinado a classe 3 de água; O tipo 4 não é destinado ao consumo humano pois não é viável o tratamento dessa água (BRASIL, 2005).

A contaminação de corpos hídricos é um problema agravante para a saúde do povo brasileiro. Com isso o tratamento de água é cada vez mais essencial para a manutenção da saúde da população é através dos métodos de tratamento da água que é possível a remoção de agentes patogênicos.

A Figura 1 apresenta o tratamento da água que é composto pelo processo de purificação da mesma, na captação e no despejo, ou seja, a estação de tratamento de água (ETA) retira água dos mananciais e rios trata e distribui à população, esta água precisa passar por um procedimento de limpeza pois há agentes contaminantes no meio externo e por fim depois de utilizada nas residências, atividades humanas e industriais por exemplo, a água usada precisa ser coletada e conduzida a uma estação de tratamento de esgoto (ETE) onde passará por outro método de tratamento para assim poder ser despejada com segurança no meio ambiente (ANA, 2020).

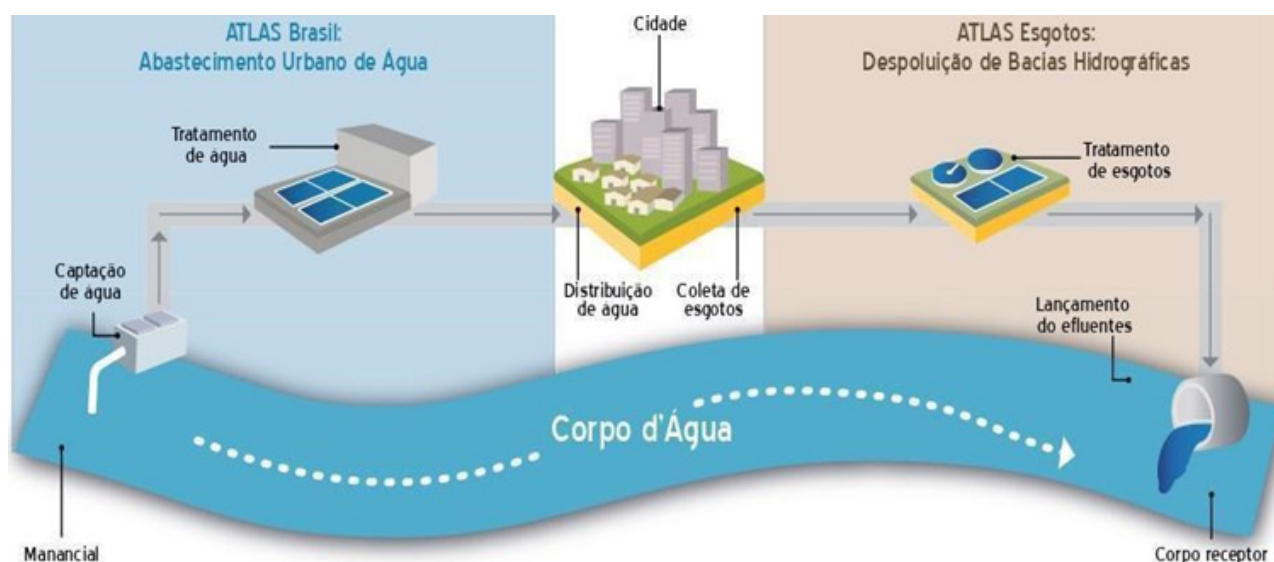


Figura 1. Tratamento de água e esgoto no Brasil.

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA, 2020)

Segundo dados estáticos da Agência Nacional das Águas (ANA) os índices de cobertura de esgoto no Brasil dos sistemas individuais não possuem coleta e são subdivididos em 7,8% sem tratamento, 12,3% com fossa séptica, 20,1% com fossa rudimentar e dos sistemas coletivos 59,8% dos esgotos domésticos são coletados sendo que 13,3% dos esgotos coletados não recebem tratamento e 46,5% recebem tratamento adequado antes de serem despejados em rios, mares e mananciais (ANA, 2020).

2.2.3 Segurança e saúde populacional

De acordo com Silva *et al.* (2020), o termo epidemiologia vem de origem grega e tem como significado “estudo da população” pois esta estuda o processo de saúde e doença na população, tendo o objetivo de analisar os fatores desencadeantes e trazer medidas de prevenção, controle ou até mesmo a erradicação das mesmas. Enquanto a Epidemiologia Ambiental é definida como a disciplina que estuda os “fatores ambientais que determinam a distribuição e as causas dos efeitos adversos para a saúde” (REBELO, 2022, p. 54).

Dentre esses riscos pode-se mencionar a disposição incorreta de resíduos sólidos, a coleta incorreta ou até mesmo a falta de coleta de esgoto doméstico e resíduos sólidos, que atrai insetos e vetores de doenças ou podem contaminar lençóis freáticos prejudicando o abastecimento da população.

O uso e ocupação irregular do solo como por exemplo o assentamento populacional a margens de rios e a vulnerabilidade da população de baixa renda que é a grande maioria que vive sob estas condições, pois não há uma boa política habitacional, também são fatores contribuem para os riscos à saúde humana (VITOR, 2021).

Em consonância com Boletim Informativo da Vigilância de Saúde Ambiental, cerca de 20% da população mundial não tem acesso à água potável e conforme a Organização Mundial de Saúde (2017), cerca de 361 mil crianças morrem em decorrência da falta de água tratada corretamente para consumo humano (Vigilância Sanitária, 2020).

De forma geral, as doenças de veiculação hídrica são transmitidas pela ingestão da água contaminada por coliformes fecais infectados com patógenos, mas também pode

acontecer de forma externa como por exemplo a esquistossomose que se dá pela penetração de larvas (cercárias) através da pele e mucosa ou até mesmo pela ingestão ou contato de feridas com águas contaminadas com urina de rato que é o caso da *Leptospirose* (VITOR, 2021).

O controle de doenças de veiculação hídricas é um fator importante para o bem-estar da população, assim, órgãos públicos como o Ministério da Saúde (MS), o Sistema de Informação de Vigilância e Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), a Agência Nacional das Águas (ANA), são responsáveis por administrar e analisar teste realizados em águas oferecida para consumo humano. Como já foi mencionado acima, é necessária uma boa política pública que consiga coletar a água da superfície, tratá-la adequadamente e devolvê-la à população em boas condições potáveis (OLIVEIRA JUNIOR, 2019).

Com base nos dados do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, estima-se que aproximadamente 829 mil pessoas morrem de diarreia como resultado de consumo de água, saneamento e higiene inadequada das mãos. Estas causas representam 60% de todas as mortes relacionadas à diarreia em todo o mundo, incluindo de quase 300 mil crianças menores de 5 anos, o que corresponde a 5,3% de todas as mortes nessa faixa etária (UNESCO, 2021, p.05).

O Sisagua utiliza o banco de dados do sistema de informações em saúde disponibilizado pelo Ministério da Saúde para gerenciar riscos à saúde relacionados ao consumo de água no país. Para esta análise de riscos a Sisagua avalia dados de testes laboratoriais realizados após o tratamento de água que será distribuído à população, essa avaliação segue os parâmetros descritos na Portaria 888/21, Anexo XX, que dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade como por exemplo, residual do agente desinfetante, turbidez, cor, pH, fluoreto, bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* (OLIVEIRA JÚNIOR, 2019).

De acordo com Vitor *et al.* (2021), a contaminação da água por resíduos domésticos e industriais, além de esgotos e água de chuva, pode levar à ocorrência de doenças como *cólera*, *hepatite A*, *diarreia*, *esquistossomose*, *criptosporidiose*, *legionelose*, *febre tifóide* e *leptospirose*, entre outras. Além disso, a falta de saneamento básico adequado pode contribuir significativamente para a contaminação da água.

Os resultados encontrados destacam a importância de se investir em infraestrutura adequada para garantir a qualidade da água potável, de acordo com Ferreira *et al.* (2019). É importante lembrar que a contaminação da água não afeta apenas a saúde humana, mas também tem impactos significativos no meio ambiente (SILVA; OLIVEIRA, 2018).

Conforme sugerido por Pereira *et al.* (2016), para prevenir a contaminação da água, é necessário adotar medidas preventivas, como o tratamento adequado da água e do esgoto, além de investir em sistemas de coleta e descarte de resíduos eficientes. É necessário que as políticas públicas estejam voltadas para a preservação da qualidade da água e a promoção de hábitos sustentáveis por parte da população (FERNANDES; OLIVEIRA, 2020).

3. CONCLUSÃO

A contaminação da água e sua relação com a saúde pública é um tema de relevância crescente quando se trata de meio ambiente e saúde pública. O acesso à água potável é um direito fundamental, e sua contaminação pode acarretar diversas doenças, tais como, dengue, chikungunya, leptospirose, salmonelose, malária, entre outros, algumas delas graves e até fatais.

A contaminação da água pode ter sérios impactos na saúde da população, e esta pesquisa teve como objetivo esclarecer essa relação. Através de uma análise bibliográfica, foram identificadas as principais doenças causadas pela contaminação da água e sua implicação na saúde pública.

Os resultados da pesquisa revelaram que a contaminação da água pode levar ao surgimento de diversas doenças, tais como gastroenterite, disenteria, hepatite A, cólera, febre tifóide, esquistossomose, leptospirose, entre outras. Essas doenças representam uma ameaça significativa à saúde pública, com altas taxas de morbidade e mortalidade, especialmente em áreas com acesso limitado à água potável e saneamento adequado.

Foi constatado que o desenvolvimento do saneamento básico desempenha um papel fundamental na promoção do bem-estar da população. A implementação de serviços básicos de saneamento, como a coleta e tratamento de esgoto, é essencial para garantir a qualidade da água e prevenir a propagação de doenças. Além disso, o tratamento adequado da água é crucial para a remoção de agentes patogênicos e a preservação da saúde pública.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que é imprescindível adotar medidas que assegurem o acesso à água potável, promovam o desenvolvimento de serviços de saneamento básico e estabeleçam processos adequados de tratamento da água. Dessa forma, será possível garantir a saúde pública, reduzir os riscos de contaminação e prevenir a propagação de epidemias causadas por doenças transmitidas pela água.

Referências

Agência Nacional de águas, **Atlas esgotos: atualização da base de dados de estações de tratamento de esgoto**, 2020, Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/publicacoes>. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997, Institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 24 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888**, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Resolução Conama nº 357**, 2005. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-357-de-17-de-marco-de-2005/view>. Acesso em: 26 out. 2022.

DOS REIS NUNES, Larissa; DIAZ, Rafael Rodrigo Licheski. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 2, p. 1, 2020.

MURTHA, NEY ALBERT; CASTRO, JOSÉ ESTEBAN; HELLER, Léo. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, p. 193-210, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, Aristeu de et al. **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 28, n. 1, e2018117, 2019.

SOUSA, Ana Cristina A. de; COSTA, Nilson do Rosário. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 23, p. 615-634, 2016.

UNESCO, **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados**, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em: 30 out. 2022.

VITOR, Gabriel Alves et al. **Saúde e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica**. Research, Society and Development, v. 10, n. 15, p. e521101522913-e521101522913, 2021.



Vigilância Sanitária, **Boletim Informativo da Vigilância Ambiental**, e.1, e.1, p. 2, 2020. Disponível em: https://www.saude.gov.br/files/boletins/informativos/ambiental/BoletimVigilanciaAmbiental_marco20.pdf. Acesso em: 09 nov. 2022.

Santos, M. C. R., Costa, J. M. B., Nascimento, J. S., & Cunha, F. M. (2018). **Contaminação de água por resíduos domésticos e industriais e suas consequências na saúde pública**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 3(3), 47-61. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/contaminacao-de-agua>

Almeida, C. M., Pereira, J. J., & Cunha, L. P. (2017). **Saneamento básico: uma abordagem histórica, conceitual e legal**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22(1), 181-192. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000100181. Acesso em: 09 nov. 2022.

Ferreira, A. C., Souza, R. M., Rodrigues, L. H., & Guedes, J. P. (2019). **Qualidade da água para consumo humano: uma revisão bibliográfica**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, 4(1), 1-11. Disponível em: <http://www.seer.ufsj.edu.br/index.php/reminm/article/view/4109/1932>. Acesso em: 09 nov. 2022.

Silva, T. L., & Oliveira, S. B. (2018). **A importância da água e seus impactos ambientais**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 3(2), 94-110. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/importancia-da-agua>

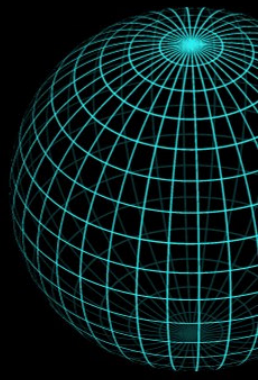
Pereira, J. A., Barbosa, R. C., Silva, F. C., & Azevedo, C. L. (2016). **Saneamento básico: prevenção e controle de doenças**. Revista Monografias Ambientais, 16(2), 145-157. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/monografiasambientais/article/view/25369/19023>. Acesso em: 09 nov. 2022.

Fernandes, J. P., & Oliveira, A. C. (2020). **A importância da preservação da qualidade da água na promoção da saúde e hábitos sustentáveis**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 5(7), 13-28. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/qualidade-da-agua-na-promocao-da-saude>. Acesso em: 09 nov. 2022.

SILVA, Larissa Feitosa et al. A relevância dos dados epidemiológicos das zoonoses e sua aplicabilidade na saúde única. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 10630-10634, 2020.

REBELO, Silene; BAVARESCO, Carlos Roberto. **Saúde ambiental: livro didático**. 2022.

9

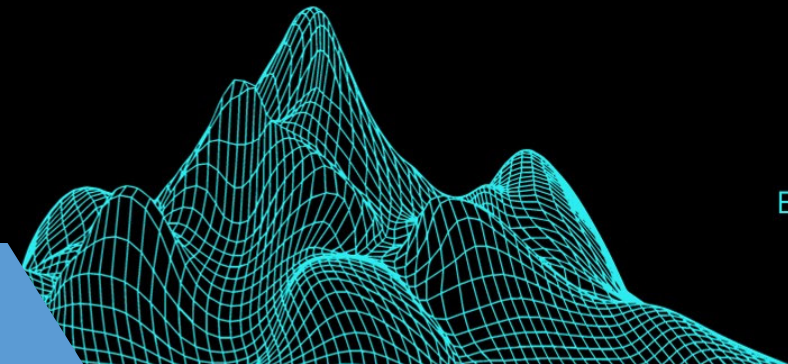


LICENCIAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA BREVE ANÁLISE

*LICENSING AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF SOLIDWASTE: A BRIEF
ANALYSIS*

Açucena de Maria Nina de Souza¹

¹ Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O gerenciamento de resíduos sólidos tem aumentado nos últimos anos, e logo, tem aumentado o consumo dos recursos naturais. Para tanto, é necessário a participação ativa dos profissionais ambientais para conduzir o licenciamento e a elaboração de metodologias para melhor destinação e tratamento dos resíduos. O problema foi: Qual a importância e os benefícios do gerenciamento dos resíduos sólidos? O objetivo geral avaliar a dinâmica do gerenciamento de resíduos sólidos, reconhecendo como as políticas públicas ambientais podem ser eficazes para melhorar o processo de descarte e tratamento dos resíduos. A metodologia corresponde a uma revisão bibliográfica, de natureza descritiva e qualitativa, com seleção de artigos e periódicos publicados no período de 2013 a 2023. A elaboração de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, deverá ser o passo inicial de uma organização, seja pública ou privada, em prol de garantir a melhoria da gestão e do gerenciamento dos resíduos sólidos. Desse modo, o engenheiro ambiental ainda deverá elaborar estratégias para promover o melhor tratamento dos resíduos sólidos, analisando os fatores que interferem na geração de resíduos, bem como, deverá propor soluções eficazes, para garantir a preservação do meio ambiente, com emprego de técnicas de reutilização e/ou reciclagem.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Gerenciamento. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Preservação Ambiental. Engenheiro Ambiental.

Abstract

Solid waste management has increased in recent years, and therefore, the consumption of natural resources has increased. Therefore, the active participation of environmental professionals is necessary to conduct licensing and the elaboration of methodologies for better disposal and treatment of waste. The problem was: What is the importance and benefits of solid waste management? The overall objective is to evaluate the dynamics of solid waste management, recognizing how public environmental policies can be effective in improving the waste disposal and treatment process. The methodology corresponds to a bibliographic review, of a descriptive and qualitative nature, with a selection of articles and journals published in the period from 2013 to 2023. The elaboration of a Solid Waste Management Plan should be the initial step of an organization, whether public or private, in order to guarantee the improvement of the management of solid waste. Thus, the environmental engineer will still have to develop strategies to promote the best treatment of solid waste, analyzing the factors that interfere with the generation of waste, as well as proposing effective solutions to guarantee the preservation of the environment, using techniques of reuse and/or recycling.

Keywords: Solid Waste. Management. Solid Waste Management Plan. Environmental Preservation. Environmental engineer.

1. INTRODUÇÃO

A intensa produção de resíduos sólidos de origem urbana é um dos grandes problemas ambientais na atualidade, decorrente da expansão urbana, do crescimento populacional desordenado, aliado a melhoria do poder aquisitivo e a cultura do consumismo, são aspectos relevantes para a formação de algumas problemáticas, tal qual a da destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos. Desse modo, acarretando a geração de vultosas quantidades de resíduos sólidos das mais diversas naturezas. Frente a esta perspectiva, há uma grande preocupação acerca da gestão desses materiais, além de se tornar um dos grandes desafios para a gestão pública.

Consoante a isso, se reconhece que são vários os benefícios da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos, que destacam-se: aumento do ciclo de vida das matérias primas de cada resíduo coletado e reaproveitado; estímulo à mudança de hábitos e valores no que diz respeito à proteção ambiental; conservação da vida e desenvolvimento sustentável; redução de gastos; maior sensibilização da população para questão do correto tratamento que os resíduos sólidos gerados no dia-a-dia devem receber, funcionando como um processo de educação ambiental.

Assim, a relevância desse trabalho está conectada aos diversos problemas enfrentados pela sociedade no que tange o alto montante de resíduos sólidos descartados de forma inadequada no meio ambiente, uma vez que o consumo de produtos e serviços tem gerado resíduos em excesso e dispostos em locais impróprios.

Nessa linha de raciocínio, na busca pela melhora do processo de gestão dos resíduos sólidos, deve-se criar estratégias voltadas para combater o desequilíbrio da poluição ambiental e promover um consumo consciente da população, com correta destinação do lixo gerado em prol do bem-estar comum a todos e do meio ambiente a qual está encontra-se inserida.

Destarte, o estudo veio contribuir para estimular a transformação da referência futura da atuação do engenheiro ambiental no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos, com ampliação dos horizontes sobre metodologias de gestão, planejamento, licenciamento e implantações de estratégias inovadoras que possam ser realizadas em face de otimizar a valorização do meio ambiente e a consolidação da harmonia entre consumo e meio ambiente. Assim, foi realizado o questionamento: Qual a importância e os benefícios do gerenciamento dos resíduos sólidos?

O objetivo geral avaliar a dinâmica do gerenciamento de resíduos sólidos, reconhecendo como as políticas públicas ambientais podem ser eficazes para melhorar o processo de descarte e tratamento dos resíduos. Já os objetivos específicos foram: analisar o contexto histórico da relação entre o consumo e o meio ambiente; demonstrar as vantagens e desvantagens da gestão dos resíduos sólidos, bem como, a dinâmica do processo licitatório; destacar a importância do engenheiro ambiental na coordenação, planejamento, implantação, licenciamento e monitoramento do processo de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Para estudar o problema descrito foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema, com um trabalho de natureza descritiva e qualitativa, e uso na fundamentação teórica, usando como base de dados trabalhos acadêmicos, artigos na internet, periódicos nacionais e/ou internacionais e livros.

Assim, a coleta de dados ocorrerá no período de fevereiro a abril de 2023, com emprego dos descritores: Resíduos Sólidos; Gerenciamento; Plano de Gerenciamento de Re-



síduos Sólidos; Preservação Ambiental; Engenheiro Ambiental. Vale ressaltar que todos os trabalhos que foram utilizados como fontes literárias deverão ter sido publicados entre os anos de 2013 a 2023, possuir alguma relação ao tema proposto, e por fim, desfrutar de caráter científico, constituindo-se como os métodos de inclusão e exclusão para a elaboração consistente deste estudo.

2. CONSUMO E MEIO AMBIENTE

Nas sociedades ancestrais, era experimentado um modelo de consumo que foi observado, posteriormente, no período medieval, com traços de pessoalidade e simplicidade. Neste período histórico, a economia de subsistência foi um dos pontos de destaque do sistema feudal, pois os contatos comerciais eram deficitários e raros, em que o procedimento de trocas de mercadoria acontecia sem intermediação monetária (NUNES; PESSOA; ELDEIR, 2019).

Conforme assevera Maiello, Brito e Valle (2018), foi somente com a Revolução Industrial que se deu início ao crescimento na produção de bens, que estimulou as mudanças constantes no padrão de consumo, vislumbrado nos dias atuais, fato que reflete negativamente na sobrevivência do homem na terra. Dessa maneira, no século XIX, com a Revolução Industrial em desenvolvimento, o consumo também deveria ser incentivado. Era a intensificação da produção e das grandes relações comerciais, uma nova sociedade iniciava, a de consumo. Com o passar dos séculos XIX e XX, o consumo aumentou excessivamente, chegando, no século XXI, no que se deu o nome de hiperconsumo.

Outro efeito engendrado pela pós-revolução industrial versa acerca das metodologias de consumo e o fortalecimento da produção voltada para o mercado global. Nessa fase, os produtos eram fabricados na Inglaterra e exportados por todo o mundo, com desbravamento para conquista de novos mercados consumidores, tais como, a Ásia e a América (SOUZA, 2017).

Com a chegada do século XX deu-se origem aos modelos de empresas de grande capital, que gerencia um processo produtivo complexo em larga escala. Há produtos similares a baixo custo, meios de comunicação, redes varejistas e sistemas de distribuição. Ocorre a separação entre produção e comercialização, em que o comerciante passa a ser um intermediador de mercadorias. Desse modo, o mercado exigiu a especialização tanto da indústria quanto do comércio (TAVARES; TAVARES, 2014).

A cultura de consumo consolidou-se como um evento independente, que promoveu a forte degradação do meio ambiente, com vertiginosa exploração dos recursos naturais. Assim, esse elevado dispêndio na compra de bens sem valor agregado, torna-se alusivo a um espaço social que desconhece os potenciais problemas ambientais oriundos dessa prática. Destarte, o consumo, mesmo sendo imprescindível para a manutenção da vida, em paralelo promove graves danos ao meio ambiente, quando realizado de maneira insustentável (SOUZA, 2017).

O ambiente natural está sofrendo uma exploração imensa que põem em risco a estabilidade dos seus sistemas de sustentação, que tem como resultado, impactos hídricos, biológicos, atmosféricos e geomorfológicos, em que as riquezas naturais têm beneficiado apenas uma pequena parcela da população. Percebe-se então que, o consumo exagerado, já evidencia a desigualdade dentro de uma mesma geração, em que o ambientalismo corresponde a um estilo de vida que tem como intuito, garantir benefícios ambientais para as futuras gerações (SILVA, 2019).

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A necessidade de conservação dos elementos naturais consiste em assegurar a biodiversidade, a manutenção dos sistemas ecológicos, diversidade das paisagens, melhoria da qualidade de vida humana, estabelecimento de condições propícias à sustentabilidade socioambiental (MANETTA *et al.*, 2016).

Desse modo, é notório a geração de vultosas quantidades de resíduos sólidos das mais diversas naturezas, sendo dividido em quatro classes. Frente a esta perspectiva há uma grande preocupação acerca da gestão desses materiais, além de se tornar um dos grandes desafios para a gestão pública (MATOS, 2013).

A grande preocupação do ser humano na preservação e cuidados ao meio ambiente é alvo de debates desde 1972, através da Conferência realizada em Estocolmo, sendo reiterada em 1989 através da Conferência Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Resolução nº 44/228), sendo discutidos mecanismos para reduzir os impactos ambientais oriundos do processo de industrialização e desenvolvimento social, além de ser determinados os objetivos e metas para que cada Estado adote práticas sustentáveis (LIBRELOTTO; FERROLI, 2013).

Para Silva (2019), o resíduo pode ser conceituado como qualquer material abandonado, descartado oriundo de atividades industriais, comerciais ou domésticas, em que inexistente demanda econômica, sendo necessário sua disposição.

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é determinada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) como uma reunião de atividades direcionadas para a procura de soluções para a grande quantidade de resíduos sólidos, de maneira a considerar as proporções do segmento político, econômico, ambiental, cultural e social, em prol da efetivação de um desenvolvimento sustentável da sociedade (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).

O ambiente urbano faz uso de inúmeras tecnologias, políticas e comportamentos com o intuito de controlar os potenciais impactos negativos dos resíduos produzidos, tal como fomentar formas de reutilizar os mesmos. Essa associação de metodologias formula a gestão integrada dos resíduos sólidos, que poderá ser organizada em etapas de gerenciamento, a saber: tratamento, coleta, transporte, processamento, transformação e disposição final. Vale ressaltar que todo o processo de organização do gerenciamento dos resíduos urbanos sólidos deve ser alinhado com a legislação, com as características sociais que visam a proteção do sistema ambiental e a melhora da saúde pública (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).

Nos dias modernos, uma boa gestão dos resíduos deverá ser vinculada diretamente com o domínio sistemático do processo de industrialização, comércio, em que o crescimento da população reflete diretamente no aumento do consumo de produtos, maior construção de prédios, que está diretamente relacionada ao aumento também do número de material descartado, muitas vezes, sem o devido cuidado com o meio ambiente, sendo o abandono do material realizado em qualquer espaço (SOUZA, 2017).

Segundo Tavares e Tavares (2014), o cenário brasileiro no que tange à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, ainda, está relacionada somente as práticas para destinação final, não aos métodos de prevenção da poluição e/ou redução da geração de resíduos na fonte.

A gestão integrada de resíduos foi criada com base em uma abordagem ambiental diferente, sendo caracterizada por uma reunião de princípios que organizam o correto gerenciamento do lixo com base nos aspectos ambientais e econômicos, em prol de sedimentar uma maneira sustentável e socialmente aceitável para o bem-estar social (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).



A terminologia integrada remete a ideia de uma visão holística, que reúne todos os cursos de produção de resíduos, a fim de elaborar estratégias para o controle dos resíduos de formato sólidos, líquidos e gasosos. É notório asseverar que diante da vasta flexibilidade e peculiaridades de cada região e das condições locais, a gestão integrada de resíduos não determina soluções padronizadas, apenas destaca princípios para nortear as atividades, em que cada região deverá criar sistemas próprios como respostas aos problemas que assolam sua localidade (RODRIGUES, 2015).

No que concerne às vantagens do processo de gestão integrada dos resíduos sólidos, pode-se elencar a redução do tratamento de digestão aeróbica dos resíduos orgânicos, reutilização e reciclagem dos resíduos, melhor processo de destinação final, na busca de maximizar a ideologia do desperdício zero, em que recicla ou reutiliza praticamente todo o material urbano gerado (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).

Já as desvantagens do processo de gestão integrada dos resíduos sólidos são a potencial possibilidade do material reciclado estar contaminado, a oscilação de mercado para oferta de produtos reciclados, o alto custo para implantação de sistemas de tratamento de resíduos sólidos, dentre outros (MACHADO, 2018).

4. LEGISLAÇÃO E PROCESSO LICITATÓRIO

Machado (2018), afirma que o licenciamento ambiental não somente sofreu maiores discussões no contexto social e político, porém, houve um processo de maior transparência à sociedade. Por conseguinte, nota-se que a sociedade moderna, está conectada diretamente a cobrar de cada cidadão, tal como dos gestores do meio ambiente, atitudes mais eficazes em face de prevenir o descarte ilegal, ou mesmo medidas que visam melhorar a destinação do lixo já produzido a fim de reduzir os níveis de poluição ambiental.

A Lei Ambiental Brasileira asseverou uma padronização das atividades de controle e licenciamento das atividades ambientais, com a determinação de momentos diferentes que tange sobre o processo de comunicação do empreendimento, até o ato de reconhecer o correto licenciamento da atividade para o público (MACHADO, 2018).

Na Figura 1, observa-se os principais instrumentos legais na esfera nacional, que versam acerca da gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos.

Documento	Descrição
Decreto n° 7.404/2010	Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal n° 12.305/2010	Institui a PNRS, altera a lei n° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei Federal n° 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n° 6.766, de dezembro de 1979, n° 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
Resolução n° 348/2004	Altera a Resolução CONAMA N° 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução n°307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC.
Lei Federal n° 10.257/2001	Estatuto das Cidades: regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal n° 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal n° 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Figura 1. Instrumentos legais e normativos da esfera nacional

Fonte: IPEA, (2012)

Após anos de publicação da Lei nº 6.938/1981 Lei da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, o texto normativo ainda é palco de intensos debates, no que tange a atividade de fornecer e acesso pela sociedade, das informações que versam sobre a questão ambiental, emitida pelos órgãos governamentais responsáveis, no contexto do licenciamento, das atividades voltadas para melhoria do meio ambiente, dentre outros, quando assim solicitado. Assevera-se que toda a discussão está, de forma direta, relacionada as atividades legislativas a fim de que auxilie na confecção da referida lei ambiental brasileira (NUNES; PESSOA; ELDEIR, 2019).

É importante salientar que perante esse cenário, vários governos têm elaborado algumas estratégias a fim de reduzir os resíduos gerados em cada localidade. No ano de 2010 foi efetivada no país a Política Nacional dos Resíduos Sólidos que buscou elencar algumas normas para toda a sociedade acerca das metodologias de destinação do lixo (BRASIL, 2010). Para fundamentar tal afirmativa, o artigo 54 da Lei 12.305/10 dispõe que o arranjo ambientalmente correto dos rejeitos deveria ser instaurado até meados de 2014 em cada região do país, fato que infelizmente não ocorreu.

Desse modo, ao ingressar com solicitação de licenciamento, caberá tanto ao órgão competente como ao empresa, disponibilizar a sociedade informações acerca do local do empreendimento e a natureza da atividade, enquanto que no segundo momento, quando o processo fazer referência a renovação de uma licença, deve-se também comunicar a sociedade do pedido, tal como, deve-se proceder a elaboração de publicação pública quando é concedida, pelos órgãos ambientais licenciadores, a concessão da solicitação do processo, conforme ilustra o PNMA em seu art. 10 (SILVA; MILIAN, 2016).

Desse modo, é permitido ao cidadão, conhecer todo o trâmite do processo, inclusive quando couber a criação de um Estudo Prévio de Impacto - EIA com exigência da realização de audiência pública, a fim de apresentar tal estudo ao corpo social. Cabe inferir que o EIA trata-se de um documento de natureza pública e técnica, em que todas as informações deverão ser objetivas e claras. Nessa linha de raciocínio, Machado (2018) discorre que o ato de publicidade ambiental não deve ser encarado como uma possibilidade, mas sim uma obrigatoriedade por força de lei.

Sobre esse aspecto o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, por meio da sua Resolução nº 01, aprovada em 1986 afirma que assegurado o sigilo das informações particulares da empresa, tanto o EIA como o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – RIMA devem ter pleno acesso ao público (SILVA, 2019).

No que concerne o Estudo Prévio de Impacto Ambiental, Silva e Milian (2016) discorrem que se trata de um instrumento que é adotado pelos empresários e órgãos ambientais em face de promover a correta divulgação e propagação das informações para o corpo social, que versam sobre as medidas ambientais adotadas por cada empreendimento.

Para a elaboração desse estudo, é necessário estabelecer uma parceira, um trabalho em conjunto entre empreendedor, engenheiros, arquitetos, engenheiros ambientais, agrônomos e demais profissionais que compõem a equipe técnica, além de consultores ambientais formada por profissionais devidamente habilitados, e órgão ambiental, que necessita elaborar um cronograma de atividades com o intuito de discutir junto a sociedade os potenciais problemas ambientais do determinado empreendimento caso seja permitido a licença ambiental, bem como discutir e emitir opiniões ou críticas sobre o estudo (MACHADO, 2018).

O tratamento da informação ambiental segundo Rodrigues (2015) está descrita na Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH registrada sobre nº 9.433/97, que elencou princípios para orientar as atividades do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos

Hídricos a fim de solidificar e viabilizar a propagação dessa política.

Por outro lado, em relação ao controle ambiental dos recursos hídricos, todas as atividades são orientadas pela Política de Desenvolvimento Urbano associada à Lei nº 10.257/2001 que trata do Estatuto da Cidade, que em seu artigo 1º, determina um conjunto de normas de caráter público e social que devem regulamentar o correto emprego da propriedade pública em benefício da conquista do bem coletivo, da promoção da segurança, bem-estar social e qualidade de vida do cidadão em parceria com o equilíbrio ambiental (SILVA; MILIAN, 2016).

Nesse contexto, o Estatuto da Cidade defende que o processo de construção do Plano Diretor, o Poder Municipal deverá assegurar a publicidade dos atos e informações produzidos, com acesso facilitado a qualquer cidadão. Assim, Miranda (2014) afirma que o Plano Diretor do Município deverá ter a participação social, a fim de fomentar maiores discussões sobre as decisões governamentais e determinação dos caminhos a serem tomados a fim de que se conquiste maior qualidade de vida do indivíduo e crescimento econômico e ambiental da região.

Assim, na busca de efetivar o Direito à Informação Ambiental, por roteiro específico, o Estado brasileiro elaborou a Lei nº 10.650 de 2003, que discorre sobre o acesso público aos dados e informações ambientais presente nos órgãos e entidades associadas ao Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA (MACHADO, 2018).

Desse modo, o direito à informação ambiental assegura que qualquer indivíduo, independentemente da legitimação ou não do interesse em particular, deverá ter acesso às informações, conforme solidifica o ordenamento jurídico vigente, com uso de requerimento padrão escrito, em que o sujeito assumirá a responsabilidade de não utilizar os dados colhidos para fins comerciais, sob a perspectiva de ser penalizado na esfera civil, penal, tal como é vedado a citação de fontes ou divulgação dos aludidos dados (MACHADO, 2018).

Assim, os entraves de acesso e as disfunções de qualidade, validade e disponibilidade da informação ambiental refletem as demandas de natureza político-ideológicas, em que os interesses econômicos de determinados grupos, buscam atrofiar a eficácia das leis além de embaraçar o processo de transparência no que tange a divulgação do quadro ambiental nacional (SILVA, 2019).

5. IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO AMBIENTAL NA COORDENAÇÃO, PLANEJAMENTO, IMPLANTAÇÃO, LICENCIAMENTO E MONITORAMENTO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento ambiental deve seguir uma análise multilateral, considerando que os problemas ambientais e suas soluções são determinados por fatores tecnológicos, bem como por questões econômicas, sociais, físicas, culturais e políticas. Sendo assim, é um sistema integrado, visando propostas sustentáveis em todos os setores (TAVARES; TAVARES, 2014).

O futuro da população está diretamente ligada a relação estabelecida entre a natureza e o uso racional dos recursos naturais, em que uma das propostas é reduzir o problema da destinação do lixo produzido, que pode-se acolher as técnicas de coleta seletiva como uma das metodologias viáveis para o correto manuseio dos resíduos sólidos (BITTENCOURT, 2015).

O engenheiro ambiental trata-se do profissional responsável pelo gerenciamento de

resíduos sólidos em empresas públicas e privadas, tendo conhecimento técnico para propor resolutivas para diminuir a quantidade de resíduos gerados em indústrias, colaborando, para diminuição significativa dos impactos negativos ao meio ambiente (RODRIGUES, 2015).

Assim, tal profissional, dentre suas atribuições, está a realização de gerenciamento, ou seja, tomar decisões em relação ao processo de armazenamento, transporte e tratamento dos resíduos, além de sua disposição final, sendo um profissional essencial para a sociedade (SILVA, 2019).

Observa-se então que o engenheiro ambiental tem a atribuição de elaborar metodologias destinadas ao tratamento dos resíduos, respeitando as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, colaborando assim, para consolidar as concepções da sustentabilidade, e logo, buscar dar maior eficiência ao processo de tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a questão do desequilíbrio entre a produção diária crescente de resíduos sólidos e a deficiência das Políticas de tratamento e destinação dos resíduos, evidencia a dificuldade de consolidar metodologias para melhor gerenciar esses materiais.

A elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) é um processo bastante complexo e difícil, em que requer o cumprimento de várias etapas, que vai desde a identificação dos tipos de resíduos, o mapeamento dos cenários, licenciamento, até a elaboração das metodologias a serem adotadas para a destinação final dos resíduos.

A elaboração de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, deverá ser o passo inicial de uma organização, seja pública ou privada, em prol de garantir a melhoria da gestão e do gerenciamento dos resíduos sólidos. Desse modo, o engenheiro ambiental ainda deverá elaborar estratégias para promover o melhor tratamento dos resíduos sólidos, analisando os fatores que interferem na geração de resíduos, bem como, deverá propor soluções eficazes, para garantir a preservação do meio ambiente, com emprego de técnicas de reutilização e/ou reciclagem.

Referências

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n.2, p. 711-744, 2017.

BITTENCOURT, P.T. **Metodologia de Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Santa Catarina Campus Florianópolis**. Florianópolis, 2015, 112f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BRASIL. **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm Acesso em: 27 mar.2023.

BRASIL. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm Acesso em: 06 abr.2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Recurso eletrônico. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução



CONAMA N° 01, de 23 de janeiro de 1986. Diretrizes para avaliação de impacto ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7804.htm Acesso em: 02 abr.2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico sobre Resíduos Industriais**. Relatório de Pesquisa. Brasília: Ipea, 2012.

LIBRELOTTO, L.; FERROLI, P. **A teoria do equilíbrio**. Alternativas para a sustentabilidade na construção civil. Ed. Dioesc. 2013. p 350

MACHADO, P.A.L. **Direito à informação e meio ambiente**. 2. ed., rev., ampl. e atual. – São Paulo: Malheiros, 2018.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, [s.l.], v. 52, n. 1, p.24-51, jan. 2018.

MANETTA, B.; et.al. **Unidade de conservação**. 2016. Disponível em:<www.fumec.br/revistas/eol/article/download/2959/1906>. Acesso em: 20 mar..2023.

MATOS, B.B.M. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. [Monografia]: Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2013.

MIRANDA, M. **A gestão democrática no processo de revisão e implementação do plano diretor da cidade de São Luís – MA**. Trabalho de Conclusão de Curso - Pós Graduação em Direito Ambiental, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 67. 2014.

NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Os desafios da gestão**. Recife: Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Edurfpe, 2019.

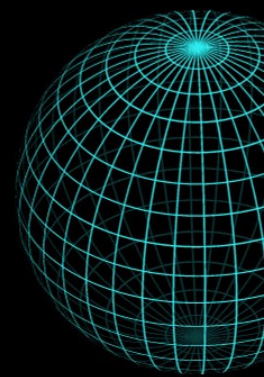
RODRIGUES, D.C. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da Casan (CIOM)**. Monografia (Graduação): Universidade Federal de Santa Catarina, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2015.

SILVA, H.G.B. **Diagnóstico das condições de disponibilização de resíduos sólidos para a coleta pública em condomínios verticais da zona sul de Londrina**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

SOUZA, M. A. P. **Gestão Ambiental: Importância do Geoprocessamento no Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. 161 f. Dissertação do curso de Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Universidade Católica do Salvador (UCSAL). Salvador-Ba, 2017.

TAVARES, F. G. R.; TAVARES, H. S. P. **Resíduos sólidos domiciliares e seus impactos socioambientais na área urbana de Macapá – AP**. 2014. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Ambientais, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

10

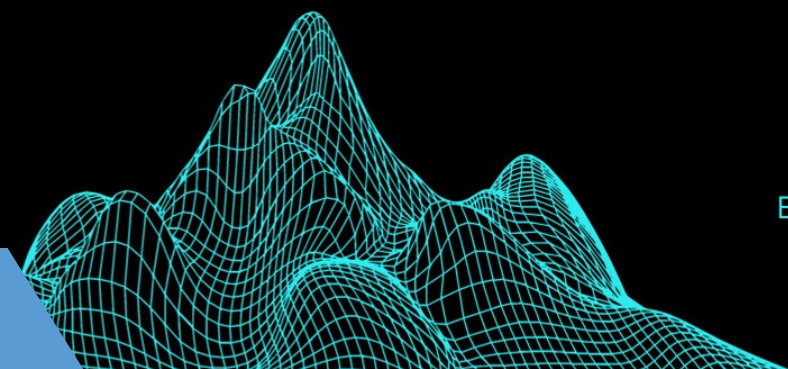


A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS MALEFÍCIOS PARA O MEIO AMBIENTE

*THE MANAGEMENT OF SOLIDWASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION AND ITS HARM
TO THE ENVIRONMENT*

Lucas Waquim Gomes Garcez¹

¹ Engenharia Ambiental da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A construção civil é o setor industrial de suma importância na economia brasileira, portanto, preza-se pela eficiência da mão de obra devido a quantidade de esforço humano utilizada no alcance da produtividade e a geração de valor para produção. Contudo, os problemas envolvendo os resíduos provenientes da construção civil vêm preocupando a cadeia produtiva do setor. Este trabalho tem como principal objetivo analisar a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e seus malefícios para o meio ambiente, e como objetivos específicos: Classificar os resíduos sólidos, avaliando formas de tratamento e os riscos ambientais ocasionados pela gestão inadequada; abordar sobre o descarte adequado de resíduos na construção civil; descrever a logística de destinação final dos resíduos sólidos nos canteiros de obras civis. A metodologia utilizada consiste na pesquisa de fundamentação bibliográfica com abordagem descritiva, estabelecendo a relação entre meio ambiente e resíduos da construção civil. Os resultados obtidos mostram que a primazia pela sustentabilidade ainda demanda esforços para ser impulsionado, mas que a eficiente gestão de resíduos agrega benefícios no contexto social, econômico e ambiental.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Sustentabilidade. Meio ambiente.

Abstract

Civil construction is the industrial sector of utmost importance in the Brazilian economy, therefore, labor efficiency is valued due to the amount of human effort used to achieve productivity and the generation of value for production. However, problems involving waste from construction have been worrying the sector's production chain. This work's main objective is to analyze the management of solid construction waste and its harm to the environment, and as specific objectives: Classify solid waste, evaluating forms of treatment and environmental risks caused by inadequate management; address the appropriate disposal of waste in construction; describe the logistics of final disposal of solid waste on civil construction sites. The methodology used consists of bibliographical research with a descriptive approach, establishing the relationship between the environment and construction waste. The results obtained show that the primacy of sustainability still requires efforts to be promoted, but that efficient waste management adds benefits in the social, economic and environmental context.

Keywords: Solid Waste. Sustainability. Environment.

1. INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil tem se destacado exponencialmente nos últimos anos, e à medida que o setor expande as ações que visam assegurar o equilíbrio junto ao meio ambiente saudável também exige que tais práticas de crescimento e desenvolvimento sejam sustentáveis. O aquecimento do mercado imobiliário, na construção de conjuntos habitacionais revela um cenário de escassez de mão-de-obra e, a competitividade do mercado obriga as construtoras a procurar alternativas estratégicas que busquem a eficiência e a eficácia de sua cadeia produtiva, antes voltada a atividades não produtivas.

A construção civil passa por uma transformação radical nas estruturas operacionais e administrativas. Antes as construtoras utilizavam da mão de obra com baixa qualificação, possuíam pouca tecnologia, o desperdício era alto e produziam bastante resíduos. Hoje, o setor busca uma economia dinâmica através do uso de ferramentas tecnológicas e adoção de técnicas de gerenciamento moderno, busca também a eficiência através da melhoria dos processos e pessoas, investindo em treinamento da mão-de-obra.

Pensando no crescimento e desenvolvimento da economia neste setor, e no meio ambiente em que está inserida ou pautadas as ações, sobretudo, na minimização dos impactos que podem ser ocasionados devido a operacionalização retrógrada quanto ao descarte irregular dos resíduos resultantes da indústria civil, questiona-se: De que forma a implementação da gestão dos resíduos sólidos nos canteiros de obras pode contribuir para a preservação do meio ambiente?

Para responder a referida pesquisa, o principal objetivo é analisar a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e seus malefícios para o meio ambiente, e como objetivos específicos: Classificar os resíduos sólidos, avaliando formas de tratamento e os riscos ambientais ocasionados pela gestão inadequada; abordar sobre o descarte adequado de resíduos na construção civil; descrever a logística de destinação final dos resíduos sólidos nos canteiros de obras civis.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Zamberlan *et al.* (2014) defendem a tese de que em geral, nas pesquisas não se utiliza somente um procedimento metodológico, isto porque na maioria das vezes há necessidade de utilização de dois ou mais tipos, concomitantemente. Para Gil (2002, p.19), “a pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidados de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos”.

Assim, o presente estudo se baseia em uma pesquisa exploratória, partindo de uma revisão bibliográfica, que consiste na revisão da literatura relacionada à temática abordada. A empregabilidade das palavras-chave: “resíduos sólidos”, “sustentabilidade”, “meio ambiente”, reuniu pesquisas relacionadas ao tema e foram encontrados em livros, periódicos, artigos, sites da Internet entre outras fontes de elevada importância de base de dados publicados nos últimos dez anos.

Segundo Bertucci (2011), esse tipo de estudo possibilita o tratamento com ênfase de determinados problemas de pesquisa de maneira prenunciadora, na busca de descrever minuciosamente e detalhadamente situações, até mesmo definir problemas de pesquisa



a serem continuados por outros pesquisadores.

2.2 Resultados e Discussão

No Brasil, o setor da construção civil ganhou um reforço através dos incentivos do Governo Federal, pactuados por medidas de crescimento das regiões no ambiente econômico nacional, devido a implementação de programas de habitação que estimulam o desenvolvimento do país e combatem as desigualdades regionais. Esses programas integram os interesses da política nacional de expansão e desenvolvimento e estimulam a fomentação de investimentos, como por exemplo, infraestrutura, portos, rodovias, aeroportos, entre outras obras civis (JARDIM, 2015).

Segundo Abrainc (2023, p.1) “PIB da Construção tem alta de 6,9% em 2022 e puxa crescimento da economia”. Apesar de corresponder fortemente grande fatia da economia nacional, o setor também apresenta elevado desperdício e grande impacto ambiental provocado pelo volume de resíduos gerados e pela grande quantidade de matéria prima consumida e inutilizada.

À medida em que cresce a obra civil aumentam os impactos ambientais ocasionados pelo descarte irregular dos resíduos sólidos, gerados durante o desempenho das atividades, de modo, que o descarte inadequado ocasiona transtornos, sem precedentes, à sociedade.

Alguns transtornos provenientes da falta de coleta dos resíduos sólidos podem ser exemplificados tais como: enchentes causadas pelo entupimento de valas e esgotos, alagamentos em dias chuvosos, acidentes ambientais, acúmulo de dejetos, causando entupimento nas valas e esgotos, proliferação de insetos, acidentes ambientais e endemias, entre outros.

De acordo com a Abrecon (2011, p. 01) “[...] os resíduos de construção civil e demolições são responsáveis por 60% de todo o lixo sólido urbano e tem reaproveitamento de 70%, informa o especialista”. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), os resíduos da Construção Civil (RCC) são “aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”. A gestão de RCC é de bastante importância, visto o volume gerado e a representação na degradação ambiental.

De acordo com resolução Conama nº001 de janeiro de 1986, o impacto ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas”. A indústria da construção civil está no centro das discussões devido a incorporação de práticas sustentáveis em suas atividades.

Com isso, há uma necessidade de implementação de programas de incentivo em inovações tecnologias e alternativas para o desenvolvimento sustentável das atividades voltadas para construção e infraestrutura, tem o objetivo de amenizar esses impactos ao meio ambiente, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos da construção civil, com base na resolução Conama nº 307 de 2002 e suas alterações, que regulam a nível federal assuntos sobre a destinação final de resíduos neste setor.

Todas as etapas dos processos que envolvem a construção civil causam impactos ambientais de forma direta ou indiretamente e os resíduos são gerados durante as três fases da obra civil em curso: Fase de construção (canteiro), fase de reformas e manutenção e demolição, que geram materiais cerâmicos, orgânicos, metálicos e solos (JOHN, 2000).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente classifica os resíduos através da Resolução nº 307 de 2002, alterada pelas Resoluções nº 348/ 2004, nº 431/2011, e nº 448/2012, em seu artigo 3º, como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Classificação e definição dos RCC (CONAMA - Resolução nº 307)

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
CLASSE A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
CLASSE B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (redação dada pela Resolução nº 431/11).
CLASSE C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11).
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundo de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela resolução nº 348/04).

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 307/2002.

Considera-se Classe A, são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis oriundos de fabricação, demolição, construções, reformas e reparos de pavimentação, outras obras de infraestrutura, solos provenientes de terraplanagem, edificações. A Classe B, é composta por resíduos inertes, que não são biodegradáveis, inflamáveis e nem sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas quando em contato com a água (CONAMA, nº 469/2015).

A Classe C, são os resíduos em que não há tecnologias ou esforços econômicas e viáveis que possibilitem a sua reciclagem ou recuperação, segundo a Resolução nº 431/11). A Classe D, são os resíduos perigosos contaminados ou nocivos à saúde (CONAMA nº 348/04).

Spadotto *et al.* (2011) ressalta que, deve-se considerar em qualquer intervenção na área urbana, o plano diretor que visa o crescimento dos municípios, de acordo com suas especificidades e potenciais, sobre obras de infraestrutura, pavimentação, e construção de residenciais.

O Conama institui em seu artigo 8º, no primeiro e segundo inciso da Lei nº 307 de julho de 2002, que as obras deverão ter em suas dependências um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a fim de estabelecer os requisitos necessários para manejo e destinação ambientalmente adequada. Deve-se estar em conformidade com o Plano

Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, o plano do empreendimento e das atividades, sujeitos também ao licenciamento ambiental e à fiscalização competente aos órgãos ambientais.

Considerando ainda a Lei 307, nesses termos artigo 9º menciona que o plano deve contemplar Caracterização, Triagem, Acondicionamento, Transporte, Destinação. Na etapa de caracterização, é identificado e quantificado os resíduos. A triagem deverá ser realizada pelo gerador na origem, ou realizada nas áreas de destinação licenciadas, respeitando as classes de resíduos previstas no artigo 3º. No acondicionamento, os resíduos são armazenados em recipientes adequados até o transporte, e por fim, a destinação, estabelecida conforme as normas técnicas.

O artigo 9º, mencionado anteriormente apresenta o que este plano deve conter e quais características cada um tem, seguindo a ordem de execução de cada etapa e Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil faz jus ao gerenciamento estratégico dos resíduos sólidos.

Por exemplo, para que o resíduo vá para a triagem é necessário que ele passe antes pela caracterização, para ser transportado é necessário seu acondicionamento, e assim por diante. Dentro destas prerrogativas, para ter o correto destino os resíduos devem passar pela correta triagem. O artigo 10 da Resolução Conama nº 307 de 5 de julho de 2002 menciona sobre a destinação dos resíduos decorrentes de obras civis, da seguinte forma:

Tabela 2. Destinação dos RCC (CONAMA - Resolução nº 307)

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
CLASSE A	deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12).
CLASSE B	Classe B deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
CLASSE C	Classe C deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
CLASSE D	deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (nova redação dada pela Resolução 448/12).

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 307/2002.

Com base nas propostas resolutivas do Conama é possível garantir, se houver observância das normas, a qualidade no desenvolvimento das obras, de modo que o uso das especificações da norma e da gestão qualitativa dos meios e materiais possam garantir a boa condução daquela construção.

Barros (2012) apresenta algumas prerrogativas com relação às formas de tratamento, segundo a autora são quatro as formas de tratamento dos resíduos, a saber, reciclagem, compostagem, aterro sanitário e incineração. Para que seja realizada a reciclagem, bem como a reutilização dos resíduos torna-se necessário a adoção de políticas que regulamentem e incentivem esse processo de destinação residual.

Na compostagem, a matéria residual é decomposta sendo destinada para aplicação no solo sem ocasionar danos ao meio ambiente. Os aterros sanitários, são projetos cons-

truídos para evitar a degradação do meio ambiente. Enquanto, a incineração consiste na destruição do resíduo em alta temperatura (BARROS, 2012).

Essa metodologia, de alocação e destinação dos materiais servem como norteio para a boa condução da gestão dos resíduos sólidos. Todo o aparato jurídico, de gestão estratégica, e de gestão da qualidade, internamente são conduzidos como subsídio positivo à condução das atividades numa construção civil.

Pois, as organizações se beneficiam disto, de forma ordeira e menos prejudicial ao meio interno e externo, concebendo às empresas vistas positivas dos meios e dos órgãos, e à população qualidade de vida e no que diz respeito à saúde de vida, locomoção e moradia, considerando que estes são garantias constitucionais.

Ao iniciar uma obra civil é importante o planejamento do canteiro de obras, pois este processo visa obter uma melhor utilização do espaço físico disponível para pessoas e equipamentos trabalharem com segurança e eficiência. Com esse layout obtém-se uma melhor logística das operações, mantendo um elevado nível de movimentação de pessoal e máquinas, minimizando distâncias de viagem e tempos de movimentação, bem como evitar obstruções aos deslocamentos (MATTOS, 2016).

O arranjo do canteiro tem influência diretamente na produtividade e nas funcionalidades das operações de campo, assim, deve-se evitar que o arranjo do canteiro de obras, seja definido sem planejamento. A falta do planejamento do canteiro prejudica o entendimento do fluxo de entrada e saída de mercadorias, aumento de distâncias de movimentação, interfere no fluxo dos serviços e pode ocasionar interrupções desnecessárias de serviço. Com o planejamento é possível dimensionar os equipamentos de apoio, evitando assim gargalos de produção e ociosidade ou insuficiência dos equipamentos (MATTOS, 2016).

Polito (2015) afirma que, a maior parte do valor é produzida dentro do canteiro de obras, onde as coisas acontecem e onde os erros aparecem. O canteiro de obras deve ser planejado de acordo com as diretrizes da empresa. Deve ser dimensionada de acordo com as especificações da obra, prevendo local de vendas, área para depósito, alojamentos, refeitório, banheiros e vestiários, escritórios, lugar para estocagem de materiais, lugares de trabalho, centrais de produção, entre outros.

Com o uso da tecnologia e crescimento acelerado rumo a maximização de lucros, as organizações têm alargado suas atividades, e o ambiente em que está inserida, de alguma forma sofre impactos em decorrência dessas atividades. A exemplo, as construtoras são referência em produzir lixos residuais, até mais do que domicílios, sendo, portanto, necessário a influência e suporte legal para dirimir a atividade no intuito de minimizar os impactos ambientais.

Quando se fala em minimizar os impactos ambientais, obviamente, o que se presume do contexto, está envolto do uso e desuso dos recursos naturais, das matérias primas ou secundárias que, conseqüentemente, ocasionará impactos no meio ambiente resultando em sérios danos reparáveis e irreparáveis. Contudo, a aplicação de uma boa gestão acrescida da conscientização, e sobretudo, regrada pela ética e conduta moral, indicará esforços para a redução dos impactos da forma mais plausível, não se limitando as normativas legais com pesar de responsabilidade por obrigatoriedade.

A responsabilidade social e ambiental que a organização deve exercer não se deve por obrigatoriedade, mas por conscientização de que é preciso preservar os recursos naturais e a vida nas suas diversas e variadas formas, conservar o meio ambiente, promover o crescimento e desenvolvimento de suas atividades com ações direcionadas para o alcance da sustentabilidade, que é uma das questões bastante exigida no mundo.



3. CONCLUSÃO

Ao final do presente trabalho é possível concluir que a implementação da gestão dos resíduos sólidos nos canteiros de obras contribui para a preservação do meio ambiente. Apesar dos malefícios devido a produção de resíduos, a classificação dos resíduos sólidos, as formas de tratamento, o descarte adequado e logística de destinação dos resíduos na construção civil, evitam os riscos ambientais e danos à saúde.

Certamente, a necessidade de sobreviver em um mercado aquecido, porém competitivo e construir casas, realizar obras, dentro do orçamento está levando as construtoras a sair do processo artesanal e ir para uma produção mais dinâmica e industrial, neste caso é preciso ser mais eficiente.

Mais do que uma corrida econômica onde são projetados lucratividade, produtividade maciça dos setores globais, a importância de adequar as atividades do empreendimento com vista à sustentabilidade, torna o homem como agente transformador para que promovam o desenvolvimento sustentável. Apresentou-se bases legais, exemplificação com clareza à margem da Resolução nº 307/02 do CONAMA.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, e de acordo com a questão de pesquisa, procurou-se conhecer algumas questões que, porventura, tivesse impacto no meio ambiente devido ao descarte incorreto de resíduos, portanto seguiu-se analisando o projeto de canteiro, logística e o principal, conhecer os resíduos sólidos e a forma de descarte dele.

Verificou-se que o constante crescimento populacional e os avanços da urbanização influenciaram no aumento da geração de resíduos, que muitas vezes são despejados no meio ambiente. Os resíduos, não obtendo tratativa como reciclagem ou reaproveitamento influencia no surgimento de problemas sanitários, além de causar impactos ambientais

No entanto, a economia do setor ganha espaço, mas em paralelo a esse crescimento existem resoluções, normativas e leis que asseguram a preservação do meio ambiente, com políticas de fiscalização e educação e visam o equilíbrio entre a busca desenfreada por lucros e os impactos ambientais. Uma boa gestão está para a utilização de recursos de forma eficiente e eficaz, com conscientização de suas ações ou práticas, direcionadas antes para a prevenção do que os reparos que agravam a vida em todos os seus sentidos.

Referências

Abrecon. (2011). **Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil**. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil>. Acesso em 20 jan. 2023.

BARROS, R.M. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta, 2012. 374p.

BRASIL. **Lei nº 714/2017: Reaproveitamento de resíduos na construção civil**. VGR.<https://www.vgresiduos.com.br/blog/lei-no-7142017-reaproveitamento-de-residuos-na-construcao-civil/>

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 União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 14 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017. **Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências**. 2017. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>. Acesso em: 14 mar. 2023.

_____. Resolução CONAMA nº 1, de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** In: Resoluções, 2002. 7 p. Acesso em: 28 de mar. 2023.

ABRAINCO. 2023. **PIB da Construção tem alta de 6,9% em 2022 e puxa crescimento da economia.** Disponível em: <https://www.abrainco.org.br>. Acesso em: 08 jun. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

JARDIM, Maria Chaves. 2015. **A construção social do mercado de trabalho no setor de construção civil nas obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): consensos e conflitos.** Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-69922015000100010>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Gestão de Custos de Obra-conceitos, boas práticas e recomendações.** São Paulo: Pini, 2016.

POLITO, G. **Gerenciamento de obras: práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade.** São Paulo: Pini, 2015.

SPADOTTO, A. et. al. (2012). **Impactos ambientais causados pela construção civil. Unoesc & Ciência - ACSA,** –180. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acsa/article/view/745>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ZAMBERLAN, Luciano et. al. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2014. 208 p.

ENGENHARIA CONTROLE E AUTOMAÇÃO



11

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO *AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM*

Caio Vaz da Silva¹

Marcus Vinícius Costa Righetti²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Controle e Automação, Unicesumar, Mandaguaçu-Paraná

Resumo

Entender os conceitos dos principais sistemas de irrigação foi o principal objetivo, e ponderar quais seriam os melhores, ou o melhor, para trazer mais benefícios, levando em consideração custo, mão de obra, facilidade na automação. Foram estudados quatro principais tipos de sistema de irrigação: aspersão, superfície, localizada e subterrânea, buscando as viabilidades e entendendo seus funcionamentos. Diversos conteúdos entre livros e artigos mostram o quão vasto cheio diferenças se pode ter entre os mais variados tipos de sistema de irrigação, pois cada um trata de um objetivo específico, seja para uma plantação de pequena ou larga escala, seja para o campo ou para uma simples horta, e isso mostra que também é importante se tratar de um recurso tão valioso como a água, e que mesmo se tratando de sistemas que tem por base a utilização desta, ela ainda é ponto chave para se determinar se é viável ou não o sistema. Inúmeras válvulas e sensores podem identificar a passagem e o controle, mas no que se refere a preservação, deve ser levado em consideração principalmente o quanto do recurso hídrico será desperdiçado. No geral se teve um fechamento em que de acordo com a configuração de instalação, se pode retirar o desempenho ao máximo para maximizar e melhorar os resultados de uma cultura.

Palavras chave: Irrigação, Automação, Plantações, Água, Controle

Abstract

Understanding the concepts of the main irrigation systems was the main objective, and pondering which would be the best, or the best, to bring more benefits, taking into account cost, labor, ease of automation. Four main types of irrigation system were studied: sprinkler, surface, localized and underground, seeking viability and understanding their functioning. Several contents between books and articles show how vast and full of differences there can be between the most varied types of irrigation system, as each one deals with a specific objective, whether for a small or large scale plantation, whether for the field or for a simple garden, and this shows that it is also important to deal with a resource as valuable as water, and that even when dealing with systems based on the use of water, it is still a key point to determine whether it is viable or not. the system. Numerous valves and sensors can identify the passage and control, but with regard to preservation, it must be taken into account mainly how much of the water resource will be wasted. In general, there was a closure in which, according to the installation configuration, the maximum performance can be obtained to maximize and improve the results of a crop.

Keywords: Irrigation, Automation, Plantations, Water, Control

1. INTRODUÇÃO

Um assunto constantemente discutido e colocado em pauta, é a preservação da água e o uso correto desse recurso. Em áreas com maior uso deste, como a agrícola, é de suma importância se ter um controle adequado e ter o máximo de informações para que este uso não seja exagerado ou até mesmo prejudicial. Nas grandes plantações ou até mesmo em pequenas hortas, não só o consumo da água entra como variável de estudo, mas também variáveis como umidade, temperatura, pH da água e do solo, estes, influenciam diretamente na produção, seja ela de cultivo ou até mesmo para alimentação de animais.

A partir disso, entende-se que um sistema de irrigação automatizado mais completo, com leitura de umidade, temperatura, ph da água (importante para controle do ph do solo e assim se ter mais saúde e qualidade para as plantas), traria muitos benefícios não só para o que se está cultivando, mas também para a sociedade como um todo.

Toda plantação ou horta tem seu sistema de irrigação, seja ele manual ou automatizado. Surge então a problemática de qual seria a melhor opção a ser utilizada para determinado fim. Inúmeros sistemas de irrigação existem, cada qual com seus tipos de controle e função. O problema de pesquisa desse trabalho foi identificar e estudar os sistemas de irrigação, a partir disso, qual seria o sistema mais completo e que poderia dar melhores resultados tanto para plantações de pequeno, quanto para as de larga escala?

Um estudo aprofundado sobre tais tipos de sistemas, traz para a área agrícola e para a sociedade como um todo, um viés de que se tem projetos e equipamentos pautados na sustentabilidade e que trazem um avanço muito significativo em áreas que ainda se tem muito uso de mão de obra, e que, em muitas das vezes não se alcança a eficiência desejada, justamente por não se ter um sistema de controle por trás disso.

Objetivo geral desse trabalho foi investigar a respeito dos tipos de sistemas de irrigação, e verificar com base em pesquisas, os seus desempenhos, para ter um parecer sobre quais apresentam mais viabilidade. Entender a fundo o funcionamento do controle dos sistemas de irrigação, é necessário compreender o papel das válvulas e sensores do sistema. Assim, é possível investigar, com base em pesquisas, os dados que mostrem os resultados e rendimentos dos variados sistemas a serem estudados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma revisão de literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (google acadêmico, scielo, biblioteca virtual da faculdade anhanguera). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 5 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: irrigação, irrigação automatizada, tipos de irrigação, irrigação localizada, irrigação por superfície.

Baseado principalmente em artigos e livros, para nortear o desenvolvimento da pesquisa e assim se ter relatos já realizados e com comprovações, para se ter melhores resultados e conseqüentemente um melhor conteúdo.



2.2 Resultados e discussão

A prática de irrigação sempre foi tida como a “grande vilã” quando o assunto é uso racional dos recursos hídricos. De certa forma, essa mística é verdadeira, quando se constata que em áreas irrigadas aonde não existe um programa de manejo racional da água de irrigação, quando se olha para as culturas exploradas, não se verifica uma preocupação técnica com essa situação (CAMARGO, 2020).

É perceptível que muitas das vezes, o fato de um agricultor não buscar uma atualização referente a tecnologias para melhorar o desempenho ou até mesmo diminuir os gastos gerados, se dá simplesmente pelo fato de não aceitar que a tecnologia vem pra ajudar. A tecnologia de irrigação nos oferece acesso por celular e a conexão com estações meteorológicas virtuais que, de acordo com variações climáticas, ajustam o tempo de funcionamento do sistema para aplicar a quantidade correta de água (GIACOIA, 2020).

A irrigação é uma técnica milenar que tem como finalidade disponibilizar água às plantas para que estas possam produzir de forma adequada. A técnica, ao longo dos séculos, vem sendo aprimorada, sistemas mais precisos, onde a água é aplicada no momento, local e quantidade correta ao desenvolvimento das plantas (LEVIEN; FIGUEIREDO; DE ARRUDA, 2021). Tais sistemas só tem a contribuir para com a produção, combinando desempenho, eficiência e sustentabilidade, quando bem empregados.

A seleção do método de irrigação mais conveniente para uma dada situação é importante para se conseguir os benefícios máximos, graças ao aumento da produção das culturas. Se for empregado um método inadequado podem ser produzidas falhas na irrigação e, possivelmente, ser causados danos ao solo e às culturas. Aplicando esse conceito em irrigação, é possível diferenciar quatro formas de se aplicar água à cultura e, assim, definir que os métodos de aplicação de água (irrigação) (LEVIEN; FIGUEIREDO; DE ARRUDA, 2021).

A correta instalação do sistema de irrigação depende fundamentalmente da abertura dos sulcos em todo o solo. Em termos de custo/investimento, como qualquer outro tipo de sistema de rega, necessita de um projeto de dimensionamento hidráulico/elétrico a orçar (AGROCLIQUE, 2020).

De maneira geral, há muitos sistemas de irrigação, e o que se busca, é que estes tragam uma combinação entre o mínimo uso de recursos possíveis, com o máximo desempenho entregue.

Diversos sistemas de irrigação disponíveis no mercado disponibilizam aos agricultores uma moderna tecnologia de produção agrícola que, juntamente com um manejo equilibrado da adubação e tratos culturais, reúnem todas as condições para que as plantas possam expressar todo o seu potencial de produção. Mas a escolha do sistema de irrigação a ser usado deve se basear em análise técnico - econômica, considerando tipo de solo, topografia, clima, cultura, custo do equipamento e energia, quantidade e qualidade de água disponível, aspectos sociais e ambientais, e mão-de-obra (LEVIEN; FIGUEIREDO; DE ARRUDA, 2021).

Podem assim serem citados quatro tipos principais de sistema de irrigação: aspersão, superfície, localizada e subterrânea.

A agricultura irrigada tem sido fundamental para o desenvolvimento da produção agrícola, protegendo o meio ambiente pois evita a abertura de novas áreas para produção e é um contribuinte poderoso para o PIB agrícola do país. Neste contexto a irrigação por aspersão, dada a sua aptidão de irrigar culturas tem se firmado como um dos métodos mais empregados no Brasil. A Irrigação por aspersão é o método onde os sistemas são na

sua maioria pressurizados e a água é aspergida sobre as plantas ou sobre o terreno e ou subcopa, simulando uma chuva natural e adapta-se a maioria das culturas, sendo os solos mais aptos aqueles que possuem maior capacidade de infiltração de água como solos arenosos e franco-arenosos (PAOLINELLI *et al.*, 2021).

Nesse sistema, como ilustrado na Figura 1, os equipamentos são movimentados manualmente pelo campo cobrindo em cada posição um setor da área irrigada, e também podem permanecer fixados na mesma posição ao longo do período de atuação, cobrindo toda a área irrigada ou setores específicos (TESTEZLAF, 2017).



Figura 1. exemplo de irrigação por aspersão

Fonte: Boas práticas agronômicas (2022)

A irrigação por aspersão vista na figura 1 mostra que é um sistema comumente visto nas grandes plantações, porém devem ser levados em consideração os custos, que por vezes são relatados como elevados, levando em consideração a instalação e a operação deles como um todo. Um ponto positivo é o fator de ser um tipo de sistema no qual se tem a possibilidade de automação, o que facilita e melhora os rendimentos quando bem empregado.

Os itens que compõe a automação em um projeto de irrigação por aspersão, painéis controladores, válvulas e sensores, tem uma maior disponibilidade e preços mais acessíveis, fazendo que os projetos tenham todos os benefícios da automação com custo por hectare acessíveis, mesmo em áreas menores e ou sistemas mecanizados (PAOLINELLI *et al.*, 2021).

A eficiência de irrigação é a relação entre a quantidade de água mobilizada para a irrigação e a quantidade de água realmente incorporada ao solo. Esse valor varia em função do método de irrigação empregado. Para os métodos de irrigação por superfície, varia entre 40 e 60%. No Brasil, os projetos de irrigação por superfície geralmente operam com baixa eficiência de aplicação de água (da ordem de 30 a 60%) devido à falta de uma relação adequada entre comprimento da parcela, declividade da superfície do terreno, vazão derivada à parcela e tempo de aplicação (ARAUJO, 2021).

Para esse tipo de irrigação, se tem que a água distribuída pelo decorrer do solo, o que gera dependências no que se refere aos objetivos que se quer alcançar, como por exemplo

se tem que, para esse tipo de sistema se tenha um terreno nivelado e que não seja completamente permeável.



Figura 2. exemplo de irrigação por superfície

Fonte: Boas práticas agronômicas (2022)

O planejamento bem realizado de um sistema de irrigação exige o levantamento das condições da propriedade ou da área a ser irrigada. A falta de informações ou a caracterização incorreta de determinados parâmetros pode levar ao insucesso da empreitada, com sérios prejuízos ao usuário da irrigação (ARAUJO, 2021).



Figura 3. exemplo de irrigação localizada

Fonte: Boas práticas agronômicas (2022)

A irrigação localizada é um método que permite irrigar com baixo volume a alta fre-

quência. A água é aplicada diretamente nas raízes das plantas, permitindo total automação do sistema. É o método mais eficiente na aplicação de água, porém, por ser um sistema mais sofisticado, exige cuidados de implantação, como: análise de água; um bom levantamento topográfico e desenho de engenharia; um sistema bem dimensionado de filtragens; e uma instalação criteriosa (ARAUJO, 2021).

Como mostra a figura 3, é um tipo de irrigação aonde se faz o uso de emissores para a propagação da água, emissores esses que podem ser pontuais (gotejadores), lineares (tubo poroso), ou superficiais (micro aspersores).

Um fator importante que pode ser observado é que além da água, pode também ser propagado também pelos emissores o fertilizante, podendo aumentar ainda mais a produtividade. A irrigação localizada vai além de ser uma técnica para suprir a água das culturas. Ela deve ser considerada parte integrante de um conjunto de técnicas agrícolas adotadas no cultivo sob condições monitoradas de umidade do solo, adubação, salinidade, controle de doenças, entre outros aspectos (ARAUJO, 2021).

Observa-se então uma série de vantagens para a irrigação localizada, esse sistema pode contar com baixo custo de mão de obra, pois é um sistema que tem de propriedade dele já, ser um sistema automatizado, tem a facilidade na aplicação de fertilizantes, as irregularidades no solo não são um problema, pois sistema conta com a utilização de bombas pressurizadas que fazem com que a água chegue ao local desejado, no geral, bem produtivo.

Na irrigação subterrânea, a aplicação de água é realizada abaixo da superfície do solo, diretamente nas raízes das culturas, aproveitando a ocorrência do fenômeno de ascensão capilar, onde a água se eleva ao longo do perfil do solo por diferença de potencial total (TESTEZLAF, 2017).

A irrigação subterrânea é promissora para uso em regiões com escassez de água, uma vez que a água pode ser transportada diretamente para as raízes das plantas, com pouca perda por evaporação superficial (SANTOS *et al.*, 2021).



Figura 4. exemplo de irrigação localizada

Fonte: Netafim (2020)

Para casos aonde se utiliza esse tipo de irrigação, nota-se que as linhas de gotejamento são enterradas no solo às profundidades que permitam que a água aplicada atinja o volume explorado pelas raízes (TESTEZLAF, 2017).

Com a evolução dos sistemas de irrigação e com a necessidade cada vez maior de se economizar os recursos hídricos e reduzir a mão de obra utilizados nessa prática, vêm se intensificando nos últimos anos o emprego de sistemas de automação e controle que além da função de determinar o momento de se iniciar a irrigação e de controlar a quantidade de água aplicada, esses sistemas permitem a automação de práticas agrícolas como a aplicação de diferentes produtos químicos via água de irrigação, como por exemplo, fertilizantes (fertirrigação) (TESTEZLAF, 2017).

No geral pode-se identificar que com base em tudo estudado e pesquisado, que a irrigação localizada apresenta um viés, não só econômico, mas com relação a produtividade e automação do sistema, que torna ele superior as demais, mas que se deve uma ressalva com relação ao objetivo que se quer alcançar com determinado tipo de terreno ou até mesmo cultura de cultivo, que pode fazer com que determinado sistema se sobressaia, mesmo não sendo o mais viável teoricamente.

Quanto às vantagens de um sistema de irrigação automática pode-se dizer que as vantagens associadas são condicionadas a facilidade em se adaptar aos mais variados tipos de culturas, solos e topografias, isso significa que uma das grandes vantagens dos sistemas é a possibilidade de ser instalado nos mais variados lugares, sendo de grande interesse nas áreas da irrigação, como na agricultura e em gramados e jardins (AITA, 2017).

3. CONCLUSÃO

Mediante a todos os dados tratados e estudados, notou-se que dentro dos variados tipos de sistemas, há sim aqueles que se sobressaem quando vistos “de fora”, sem levar em consideração os objetivos para os quais serão empregados. Os estudos com relação a válvulas e sensoriamentos tem uma baixa difusão pois são assuntos tidos como específicos para cada função e até mesmo objetivo a ser alcançado com seu determinado tipo de irrigação. Muito comum inclusive ver arranjos quando se vai para um estudo de ver mais de perto, pois é comum a implementação para baratear os custos.

De acordo com o que foi tratado e esclarecido houve a identificação de que se pode ter um sistema de irrigação que englobe todos os conceitos, levando em consideração custos, produtividade e preservação de água, além da facilidade na automação, o que gera ainda uma queda até mesmo no consumo de energia. Juntar todos esses objetivos em um projeto só faz com que se tenha um sistema completo, e como foi destacado, a irrigação localizada supre essas necessidades, trazendo benefícios não só para o produtor, como para a indústria como um todo, que é envolvida no desenvolvimento dos mesmos.

Um fator importante que deve ser mais difundido futuramente, seria como o aquecimento global está afetando diretamente na forma de se pensar sobre o uso dos recursos hídricos, se está sendo um uso desacerbado ou racional, e como isso afeta diretamente na produção. Tratar desse assunto trás para a sociedade como um todo uma reflexão não somente sobre cultivo e irrigação, mas sobre a escassez de recursos, que vai se tornando cada vez mais comum.

Referências

- AGROCLIQUE. **Irrigação Para Campo De Futebol E Gramados Esportivos**. Maio 14, 2020. Disponível em: <https://agroclique.com.br/irrigacao-para-campo-de-futebol-e-gramados-esportivos/> Acesso em: 12 de maio de 2023
- AITA, Ricardo Hahn. **Sistema de irrigação localizada e automatizada**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2017.
- ARAUJO, Bruno Henrique. **Irrigação: gestão de sistemas por superfície** – COLEÇÃO 253. 2021.
- BOAS PRÁTICAS AGRONÔMICAS. **Irrigação, uma prática que aumenta a produtividade no campo**. 2022. Disponível em: <https://boaspraticasagronicas.com.br/boas-praticas/irrigacao/> Acesso em: 12 de maio de 2023.
- CAMARGO, Débora Costa. **Manejo da Irrigação: quando, quanto e como irrigar**. 2020.
- LEVIEN, Sérgio Luiz Aguilar; FIGUEIRÊDO, Vladimir Batista; DE ARRUDA, Luiz Eduardo Vieira. **Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil**. 2021.
- PAULA, Carlos Eduardo Medeiros de et al. **Irrigação inteligente**. 2019.
- NETAFIM. **Irrigação por gotejamento**. Disponível em: <https://www.netafim.com.br/solucoes-para-cultivos-graos/> Acesso em: 16 de maio de 2023.
- NETO, José GIACOIA. **História e Evolução da Irrigação**. 2020. Disponível em <https://itograss.com.br/noticias/historia-e-evolucao-da-irrigacao/> Acesso em 19 abril 2023.
- PAOLINELLI, Alysson; DOURADO NETO, Durval; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico**. 2021.
- PINTO, J. M.; COELHO, E. F.; SIMOES, W. L. **Irrigação**. 2020.
- RODRIGUES, Renato, **Qual a diferença entre métodos de irrigação**. Disponível em <https://www.afe.com.br/artigos/qual-a-diferenca-entre-metodos-e-sistemas-de-irrigacao/> Acesso em 20 Abril 2023.
- SANTOS, Marcos André Gomes dos et al. USO DE RESÍDUOS TÊXTEIS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA POR CAPILARIDADE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. EXTENSÃO RURAL: PRÁTICAS E PESQUISAS PARA O FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR-VOLUME 2, v. 2, n. 1, p. 332-362, 2021.
- TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. 1ª ed. Campinas – SP: Unicamp/FEAGRI, 2017.





12

CONTRIBUIÇÕES DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL USANDO INTERNET DAS COISAS PARA SEGURANÇA E CONFORTO DE SEUS USUÁRIOS

*CONTRIBUTIONS OF HOME AUTOMATION USING INTERNET OF THINGS FOR THE
SAFETY AND COMFORT OF ITS USERS*

Jairo Brito Moreira¹

¹ Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A automação residencial vem alcançando espaço e visibilidade no mercado não apenas por sua situação e modernidade que provoca, mas ainda por possibilitar um melhor uso dos recursos naturais, reduzindo despesas das residências. O presente trabalho se justifica por demonstrar como a tecnologia pode ser útil quando utilizada de maneira eficaz nas residências. O objetivo geral foi demonstrar a evolução tecnológica da domótica, destacando as vantagens e desvantagens de sua utilização. O presente trabalho teve como metodologia a revisão bibliográfica, tendo como fonte de consulta uma variedade literária relacionada ao tema estudado, tais como o uso de artigos, livros e teses sobre o tema. Constatou-se que a automação quando aplicada no sistema residencial oferece alguns benefícios para o morador, além de um grande conforto para o mesmo. A funcionalidade e desempenho dos sistemas precisam estar associadas com a capacidade de implementação e local onde o mesmo será instalado, visto que, todos esses aspectos são necessários para uma melhor experiência com o sistema.

Palavras-chave: Domotica. Automação. Dispositivo eletrônico. Sistemas inteligentes.

Abstract

Home automation has been achieving space and visibility in the market not only because of its situation and the modernity it causes, but also because it enables a better use of natural resources, meeting household expenses. This work is justified by demonstrating how technology can be useful when used effectively in homes. The overall objective was to demonstrate the technological evolution of home automation, highlighting the advantages and durability of its use. The present work had as a methodology the bibliographic review, having as a source of consultation a literary variety related to the subject studied, such as the use of articles, books and theses on the subject. It was found that automation when applied in the residential system offers some benefits to the resident, in addition to great comfort for him. The functionality and performance of the systems need to be associated with the implementation capacity and the place where it will be installed, since all these aspects are necessary for a better experience with the system.

Keywords: Domotics. Automation. Electronic device. Smart systems.



1. INTRODUÇÃO

A automação residencial promove benefícios aos habitantes que dela desfrutam tais como, a facilidade de comunicação, segurança, entretenimento e, especialmente, conforto e economia de energia. Como a tecnologia está presente na vida das pessoas, os benefícios apresentados têm motivado a procura por residências adequadas a receber essas tecnologias.

Com o desenvolvimento da tecnologia, incluindo campos, desde materiais de construção até redes de comunicação, começou-se o processo de transformação e rompimento de paradigmas pertinentes à habitação. Segundo essa transformação, apareceu à automação residencial que, por meio de sistemas de automação, possibilita mudar uma simples residência em uma construção inteligente.

A utilização da automação em casas tem evidenciado que é aceitável adequar ou ampliar benefícios em pontos como: gerenciamento técnico, conforto, economia, precaução de acidentes e falhas de equipamentos, e ainda segurança aos usuários. Também popular como Domótica, Residência Inteligente ou Casa do Futuro, a Automação Residencial aborda a inclusão de serviços e tecnologias, que tem por objetivo transformar uma residência automatizada e conseguir melhor segurança, praticidade e conforto.

A automação residencial é um tema que tem exercido um papel fundamental na vida das pessoas, aumentando a busca por sistemas de controle e monotonamente residenciais. As tecnologias demóticas têm contribuído para melhorar o conforto de indivíduos para a realização de tarefas residenciais e principalmente auxiliar aquelas que possuem deficiências tais como: dificuldade de locomoção, deficiência visual, dentre outros.

Através do avanço tecnológico os indivíduos estão constantemente buscando comodidade, praticidade e segurança às suas casas. A automação residencial vem alcançando espaço e visibilidade no mercado não apenas por sua situação e modernidade que provoca, mas ainda por possibilitar um melhor uso dos recursos naturais, reduzindo despesas das residências. Dessa forma, surge a seguinte pergunta problema: quais os benefícios de um sistema residencial automatizado?

O objetivo geral é demonstrar a evolução tecnológica da domótica, destacando as vantagens e desvantagens de sua utilização. Tendo como objetivos específicos, apresentar uma contextualização sobre a automação residencial (domótica) e seus dispositivos inteligentes; apresentar a tecnologia utilizada em sistemas de automação residencial; identificar as contribuições que podem ser proporcionados pela utilização da domótica.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial, posteriormente batizada de domótica, teve sua gênese com os eletrodomésticos, com objetivo de reduzir a aplicação de força e redução do tempo nas atividades domésticas. Esses aparelhos não são considerados como “inteligentes”, contudo, no início do século XX foram consideradas invenções inteligentes (MARTINS, 2021).

O princípio partiu da invenção do aspirador de pó em 1901, quando a potência de um motor elétrico foi usada para criar um vácuo que retirava poeiras das superfícies. Nas duas décadas seguintes foram criados: o refrigerador, que possibilitou que fosse armazenadas considerada perecíveis a temperatura ambiente por um tempo maior; as máquinas de

lavar e secar roupa, que reduziam de sobremaneira os esforços físicos para executar essas atividades; os ferros de passar elétrico, que eliminaram a necessidade de utilização de carvão como fonte de calor para passar as roupas; torradeiras, que invadiram as cozinhas americanas, e diversos outros equipamentos que se tornaram comuns nas residências e foram tomando espaço cada vez maior (CAMARGO, 2014).

Para Moreira (2013), o setor da automação residencial está em forte desenvolvimento e concretizado há diversos anos, desenvolvendo uma oferta pronunciada e adequadamente notada pelos consumidores. A automação tem início no começo da humanidade, sem ter entendimento ao certo de uma data que confirme seu surgimento. A automatização é considerada como qualquer método que ajude o indivíduo nas suas ações do dia a dia, sejam elas de vendas, nas indústrias ou em residências.

A Revolução Industrial alavancada no século XVIII proporcionou ainda mais a automação no mundo, brotada a partir da mecanização, utilizada até nos processos produtivos. Em 1975, uma tecnologia conhecida como X-10 permitiu que aparelhos e luzes se comunicassem uns com os outros ao longo da década de 1990, uma série de propagandas sobre o X-10 ajudou a popularizar essa tecnologia de automação residencial (SANTOS; DELFINO, 2019).

Praticamente, qualquer processo mecânico ou eletrônico em uma residência puder ser otimizado para operar com uma melhor aplicação e rendimento por meio da automatização. No decorrer dos anos, as apresentações de residências vêm enternecido os indivíduos com a idealização de que a tecnologia realizará todos os pontos de suas vidas, tornando mais fácil todas as operações (RODRIGUES, 2018).

A tecnologia permite que se tenha um nível de domínio sob os sistemas eletrônicos de residências, com um custo a cada dia mais acessível. A forma de como a eletrônica é integrada nessas residências se torna um grande diferencial para que se tenha um controle automatizado (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

Um sistema padrão em uma residência é composto por elementos de áudio e vídeo, aquecimento e refrigeração, ferramentas de comunicação e monitores de segurança. Já com a metodologia domótica, esses sistemas podem ser de mais fácil acesso de diversos locais dessas casas, sabendo a situação do outro elemento, inclusive respondendo em conformidade. Os mesmos ainda podem ser controlados remotamente, utilizando a Internet das coisas ou aparelho celular. Desta forma, a domótica pode ser entendida como integração (RODRIGUES, 2018). Uma edificação integrada possibilita um domínio mais apropriado de seu ambiente e um melhor desempenho de entretenimento. Existem estudos, projeções, tecnologia e residências que já funcionam por meio desses recursos da automação (TAVARES; BATISTA; RAMOS, 2014).

O termo “casa inteligente” refere-se a melhorar a experiência dos ocupantes de espaços domésticos usando um conjunto de sensores e atuadores para observar o meio ambiente e controlar automaticamente os dispositivos domésticos. O termo “automação residencial” é definido como a capacidade de automatizar e controlar vários sistemas residenciais distintos simultaneamente (CARDOSO, 2019). Basicamente, as casas inteligentes são percebidas com três pontos de vista diferentes: funcional, instrumental e sociotécnica. A visão funcional procura gerenciar e automatizar as demandas diárias em uma casa de uma maneira melhor. A visão instrumental envolve funções eficientes, como gerenciamento de energia e controle de segurança. A visão sociotécnica busca a digitalização do cotidiano e abre a porta para a próxima geração de interação de construção humana (SILVA FILHO, 2018).

A domótica visa melhorar o conforto diário automatizando ou gerenciando remota-



mente tarefas recorrentes. Isto é conseguida através da integração de sistemas de comunicação em eletrodomésticos, por isso uma casa inteligente precisa satisfazer o conforto dos usuários, de modo que deve incluir o aquecimento, ventilação e controle de ar / água, e iluminação artificial, através de lâmpadas, quanto natural, através de cortinas (MARTINS, 2021).

2.1 Tecnologias aplicadas no sistema de automação residencial

Existem três tipos básicos de controles de automação residencial: dispositivos de controle individual, sistemas de controle distribuído e sistemas controlados centralmente. Dispositivos individuais controlam apenas um aparelho ou função. Os exemplos incluem termostatos de recesso programáveis, detectores de movimento, sensores de ocupação, controles de iluminação de fotocélula e temporizadores. Dispositivos de controle individuais têm uma ampla variedade de aplicativos bem-sucedidos. Estes variam de iluminação externa a sensores de segurança (CARRION; QUARESMA, 2019).

Todos os dispositivos integrados na casa inteligente são conectados entre si via rádio, cabo ou sua rede WLAN e a uma unidade de controle, também chamada de estação base, ponte, hub ou gateway, dependendo do fabricante. Isso permite realizar ações com um aplicativo ou um comando: por exemplo, acender a luz remotamente, regular o aquecimento ou ativar a rega do jardim (SILVA; JUCÁ, 2018). Aplicativos de controle residencial precisam interagir com dispositivos para fornecer serviços de valor agregado. O objetivo de um gateway de controle residencial é coordenar vários dispositivos e garantir interações naturais, às vezes invisíveis, com os usuários. Por exemplo, um gateway de controle residencial pode coordenar os comportamentos de dispositivos específicos, como persianas, aquecedores ou luzes (WANZELER; FÜLBER; MERLIN, 2016).

Habitantes de uma residência inteligente querem controlar sua casa através de uma interface muito simples. Por exemplo, quando saem de férias, querem apertar um único botão perto da porta para fechar todas as janelas, desligar todas as luzes, armar o sistema de alarme e iniciar uma simulação de presença. Este cenário fornece um exemplo completo e concreto que pode ser implementado usando um gateway de controle residencial (MARTINS, 2021).

A inteligência que gerencia o sistema pode ser um painel de controle programável ou uma interface de microcomputador (um servidor), oferecendo aos usuários diversas ferramentas de gerenciamento, conforme a necessidade de cada ambiente, para programar a casa, o que ainda pode ser realizado remotamente, com uso de tecnologias que interagem entre si e podem ser controladas por dispositivos portáteis como celulares ou Smartphone (SILVA FILHO, 2018).

Muitos projetos de sistemas de automação residencial são baseados em um dispositivo microcontrolador, embutido em um módulo do sistema Arduino. No entanto, um sistema como esse pode ser baseado em uma grande variedade de outros microcontroladores disponíveis, se o desenvolvedor fizer as alterações apropriadas (CAMARGO, 2014). O ambiente de desenvolvimento integrado é executado em um sistema de computação e é usado para gravar e baixar o código para a placa de circuito do microcontrolador. As plataformas de implementação são comprovadamente de baixo custo e compatíveis com uma grande variedade de peças eletrônicas. Essas são ótimas razões que os tornam ideais para a integração da maioria dos sistemas de automação e controle (CASTRO, 2019).

Com padrões de rádio como Zigbee ou Z-Wave, graças os quais se pode prescindir de

cabos de alto custo e por meio da conexão com smartphones e tablets, o avanço dos sistemas domóticos evoluíram. Z-Wave é um padrão de comunicação sem fio desenvolvido pelo Sigma Designs e pela Z-Wave Alliance para automação residencial (ANTUNES, 2016).

A comunicação por rádio é otimizada para baixo consumo de energia e alta segurança de comunicação. A interoperabilidade de todos os dispositivos que se comunicam via Z-Wave é alcançada por meio de uma especificação abrangente de todos os aspectos de comunicação e certificação dos produtos (REBOUÇAS, 2020). Os dispositivos Z-Wave são endereçados usando um ID inicial comum de 4 bytes e um ID de nó de 1 byte que só é válido dentro da rede. Isso significa que várias redes de rádio podem ser operadas em paralelo em uma casa. O processo de atribuição de um Home ID comum e um Node ID individual a um novo dispositivo é chamado de inclusão no Z-Wave e é controlado pelo controlador primário que organiza a rede (CARRION; QUARESMA, 2019).

Um controle remoto móvel pode ser usado como controlador primário em pequenas redes. Em redes maiores, geralmente é usado um controle central com acesso IP para configurar e controlar a casa. Um total de 232 dispositivos individuais pode ser endereçado em uma rede e diferentes redes Z-Wave podem ser conectadas umas às outras (MARTINS, 2021).

ZigBee é uma especificação para redes sem fio com baixo tráfego de dados e baixo consumo de energia, como automação residencial, redes de sensores, tecnologia de iluminação. Os dispositivos ZigBee se comunicam em uma rede *mesh* ou em uma rede ad hoc. Isso significa que, se um caminho de comunicação na rede ZigBee falhar, outro caminho na rede será usado (SILVA FILHO, 2018). Domótica é um termo genérico que engloba as técnicas e sistemas que automatizam, programam e controlam o seu habitat, principalmente para aperfeiçoar energia, proteger o espaço habitacional e desenvolver o bem-estar em casa. Neste universo de automação residencial, objetos mais ou menos substanciais chamados “conectados”, ou seja, conectados à Internet, vieram completar as instalações e participar da realização de uma verdadeira casa conectada (*smarthome*) (HI-PÓLITO; SILVA, 2018).

Mas, o conceito por trás das casas inteligentes pode ser percebido como mais amplo, pois envolve mais do que instruções de execução de determinadas tarefas, já que vem sendo associado à Internet das coisas (em inglês, *Internet of Things*, ou IoT) e Inteligência Artificial como autoaprendizagem, para aprimorar a capacidade dos sistemas de ser adaptáveis e terem consciência do contexto (CASTRO, 2019). A IoT pode ser aplicada em diversas áreas: cidades inteligentes, que se tornam total ou parcialmente conectadas à Internet permitindo otimizar suas capacidades como gerenciamento de tráfego e tratamento de água; saúde; *wearables* em todas as tecnologias portáteis, como relógios e localizadores conectados; transporte e locais de trabalho, produção e casa. Dispositivos IoT se comportam como computadores e são conectados a outros dispositivos localmente ou pela Internet (CARRION; QUARESMA, 2019).

A IoT é um termo coletivo para tecnologias que conectam objetos físicos com o mundo virtual. Muitas áreas e indústrias já estão usando os efeitos positivos resultantes de dispositivos e máquinas em rede. A IoT inclui a rede de objetos da vida cotidiana e da indústria. Isso significa dispositivos ou máquinas que oferecem novas possibilidades de uso na transformação digital, sendo suas aplicações muito difundidas no setor privado e na indústria (REBOUÇAS, 2020).

Para programar uma IoT, as coisas ou dispositivos são equipados com inteligência eletrônica, por exemplo, para determinar sua própria posição. Dependendo do equipamento e da integração no sistema geral, os objetos inteligentes resultantes podem coletar dados



em tempo real, processar dados, determinar a posição de uma pessoa ou objeto, tomar decisões ou executar funções de controle. Também podem estabelecer conexões com outros objetos inteligentes ou pontos de processamento central, por exemplo, uma nuvem, por meio de uma rede e trocar dados (BRASIL, 2019).

O sistema global resultante pode ser usado de forma muito flexível e é amplamente escalável. Além da extensa coleta de dados, também permite cálculos adicionais, por exemplo, para determinar a eficiência energética, ou ações dependentes do contexto, como a otimização da utilização de um sistema (BRASIL, 2019).

A Domótica, a princípio é vista como uma inovação que em alguns momentos causam espanto por seu elevado nível tecnológico e pelo referimento ao futurismo, simultaneamente que pode ser entendida como um modelo de modernidade e status. Dessa forma, esse sistema é fragmentado em alguns elementos, sendo que cada um deles, exerce uma função dentro de seu funcionamento (BRITO, 2019).

Um microcontrolador pode ser considerado um sistema computacional completo com baixa capacidade de processamento, normalmente utilizado na execução de uma ou mais tarefas simples. É um chip composto por uma CPU (Central Processor Unit) ou processador, memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (Input/Output), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D (Analog/Digital) entre outros, integrados em um mesmo componente (VICENTE, 2019).

Evidenciou-se que a automação residencial é projetada para auxiliar e fornece suporte para atender às necessidades dos clientes em suas residências. Automação do ambiente circundante de um ser humano moderno permite aumentar a sua eficiência e conforto no trabalho. Houve um desenvolvimento significativo na área das tarefas rotineiras de um indivíduo e elas podem ser automatizadas. Na modernidade, é possível encontrar a maioria dos indivíduos conectados a seus telefones celulares e dispositivos inteligentes no decorrer do dia. Sendo assim, com o acesso ao celular, algumas tarefas domésticas diárias podem ser realizadas através da personificação do uso do telefone celular.

Constatou-se que a automação residencial envolve a introdução de um grau de controle computadorizado ou automático em certos sistemas elétricos e eletrônicos em um prédio para iluminação, controle de temperatura, sistemas de segurança, portas de garagem etc. Um sistema hardware é instalado para monitorar e controlar os diversos equipamentos.

Foi possível observar que um sistema típico de automação residencial permite o controle de eletrodomésticos por meio de uma unidade de controle centralizada. Esses aparelhos incluem luzes, ventiladores, aparelhos de ar condicionado, televisores, câmaras de segurança, portas eletrônicas, sistemas de computadores, equipamentos audiovisuais, etc. Os equipamentos geralmente precisam ser especialmente projetados para serem compatíveis entre si e com a unidade de controle para a maioria dos comercialmente sistemas de automação residencial disponíveis.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto que a automação residencial é projetada para auxiliar e fornece suporte para atender às necessidades dos clientes em suas residências. Automação do ambiente circundante de um ser humano moderno permite aumentar a sua eficiência e conforto no trabalho. Houve um desenvolvimento significativo na área das tarefas rotineiras de um

indivíduo e elas podem ser automatizadas. Na modernidade, é possível encontrar a maioria dos indivíduos conectados a seus telefones celulares e dispositivos inteligentes no decorrer do dia. Sendo assim, com o acesso ao celular, algumas tarefas domésticas diárias podem ser realizadas através da personificação do uso do telefone celular.

Notou-se que todos os objetivos foram devidamente mencionados e atingidos no decorrer do presente trabalho, além de ter sido solucionada a pergunta norteadora da pesquisa. Dessa forma, considera-se para trabalhos futuros, o estudo a importância da manutenção para a otimização da funcionalidade.

Referências

- ARAUJO, Humberto Xavier de; TAVARES, Fabiano Medeiros. **Monitoramento da qualidade da água utilizando plataforma de internet das coisas**. Humanidades & Inovação, v. 7, n. 9, p. 46–53, 2020.
- BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)/ Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Cartilha de Cidades. Brasília: MCTIC, 2019.
- BRITO Jôsi Mylena. **Aplicação da domótica para o conforto residencial e sua implicação na eficiência energética**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 36, n. 1, p. 26391, 2019.
- CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Elementos de automação**. São Paulo: Érica, 2014.
- CARDOSO, Danielle Silva. **Aspectos da IOT: Características e desafios**. Ouro Preto: UFOP, 2019.
- CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. **Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais**. HFD (Human Factors in Design), v.8, n.15, p. 49- 66, mar 2019.
- CASTRO, Jessica Maciel de. **Refinamento de Políticas para Auxiliar no Gerenciamento de Dispositivos IoT em Hospitais Inteligentes**. 2019. 70f. Dissertação (Mestrado - Ciência da Computação). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- CUNHA, W. S. **Estudo da Inteligência Artificial aplicada em Internet das Coisas, voltada na Automação Residencial**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, n. 000121, 2018.
- HIPÓLITO, José Guilherme; SILVA, Miquéias de Jesus da; RAPANELLO, Rogério Máximo. **Automação residencial com arduino**. **Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica**, Bebedouro SP, v. 1, n. 1, p. 118-139, 2018.
- MOREIRA, Jonathan Rosa. **AutoControl: uma proposta para acessibilidade e segurança residencial com o apoio da plataforma Arduino**. TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2013.
- MARTINS, Luciano Campos. **Sistema de segurança residencial de baixo custo utilizando internet das coisas**. 2021.
- REBOUÇAS, Eduardo Pimentel. **Análise do Mercado de Casas Inteligentes no Brasil: Uma Pesquisa Exploratória por meio de Surveys**. 2020. 136f. Dissertação (Mestrado – Gestão e Tecnologia Industrial). Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2020.
- ROCHA, Wesley Sales; ANHESINE, Marcelo Wilson. **Automação residencial por comando de voz**. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 179-191, 202
- RODRIGUES, Daniela Dalcin. **Internet das coisas: impacto da IoT nas estratégias publicitárias de meios**. 2018. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Comunicação Social. Lisboa. 2018.
- SILVA FILHO, Sandoval Santos. **Proposta de sistema microcontrolado para aquisição de dados e automação de ambientes residenciais**. 2018. 55f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.
- SILVA, Carolina Miller Da. **Ajuste Dinâmico e Automático de Iluminação em Sistemas Industriais e Edifícios Usando Tecnologias de IoT**. 2019. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Escola de Tecnologia e Gestão, Bragança/SP, 2019.
- SILVA, Gilliard; JUCÁ, Sandro. **Monitoramento online do consumo de energia elétrica utilizando Raspberry Pi**. In: Escola Regional de Informática do Piauí (ERI-PI), 2018, Teresina. Anais da IV Escola Regional de Informática do Piauí. Sociedade Brasileira de Computação, p. 220 – 225 2018.



SOUZA, Lucas; MAÇANEIRO, Marcondes. **Uso das plataformas arduino e jhome para a automação do controle de abertura e fechamento de persianas.** EDITORA UNIDAVI-PROPPEX, p. 23.

TAVARES, Guilherme Burdinski; BATISTA, Gustavo Henrique Bressan; RAMOS, Willian Prestes de. **Sistema microcontrolado para automação residencial baseado em power line communication via protocolo X-10.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VICENTE, Felipe Eduardo Lopes. **Irrigação automatizada de horta residencial.** In: VIII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica. 2019.



13

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA ÁREA AUTOMOBILÍSTICA: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS

*INDUSTRIAL AUTOMATION IN THE AUTOMOTIVE AREA: IMPORTANCE AND
BENEFITS*

Itaan Alexsander Lima D'eca¹

Ana Flávia Menezes Silva¹

Lilian Barros Santiago²

Joshiclayton Lopes Rego²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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

Resumo

A indústria automobilística cresce constantemente e como ferramenta essencial que garante esse alargamento: a automação. O processo de automação surge como aliado dentro de uma indústria que tanto produz para atender as demandas da população, são inúmeros os benefícios que estão atrelados ao uso da automação dentro desse setor, os quais serão detalhados ao logo desta pesquisa. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo principal discutir a importância e os benefícios da automação industrial dentro do setor automobilístico. Para isso, buscou-se por meio desta pesquisa responder ao seguinte questionamento: Qual a importância da automação industrial dentro do setor automobilístico e quais benefícios ela garante?. Dessa forma, a metodologia utilizada foi o método de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Como resultado, pôde-se perceber a relevância da automação como ferramenta indispensável para a indústria de automobilística, bem como o quão relevante ela é no aumento da lucratividade e outros benefícios. Logo, com esta pesquisa, foi possível compreender a relevância da automação dentro do setor automobilístico e entender quais seus benefícios dentro dessa indústria.

Palavras-chave: Automação, Setor Automobilístico. Benefícios.

Abstract

The automobile industry is constantly growing and as an essential tool that guarantees this expansion: automation. The automation process emerges as an ally within an industry that produces so much to meet the demands of the population, there are countless benefits that are linked to the use of automation within this sector, which will be detailed throughout this research. Therefore, the main objective of this research was to discuss the importance and benefits of industrial automation within the automotive sector. For this, this research sought to answer the following question: What is the importance of industrial automation within the automotive sector and what benefits does it guarantee?. Thus, the methodology used was the literature review method, which is a qualitative and descriptive research. As a result, it was possible to perceive the relevance of automation as an indispensable tool for the automotive industry, as well as how relevant it is in increasing profitability and other benefits. Therefore, with this research, it was possible to understand the relevance of automation within the automotive sector and understand its benefits within this industry.

Keywords: Automation, Automotive industry, Benefits.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a indústria automotiva é uma grande contribuinte da economia, o setor cresce e só tende a se desenvolver mais ainda, mas para que isso ocorra sem que ajam falhas e um grande custo, são necessários ajustes dentro da indústria de automóveis.

A automação industrial surge como ferramenta capaz de garantir lucro e redução de gastos ao mesmo tempo, isso porque ela garante a autonomia dos processos de fabricação, além de reduzir o esforço humano ao máximo, cortando assim, custos operacionais e despesas com possíveis falhas.

Isso ocorre devido ao uso de tecnologias de software, hardware e equipamentos específicos utilizados em processos de produção. Nesse viés, com a substituição da mão de obra humana por máquinas capazes de desempenhar as mesmas funções e até outras consideradas mais perigosas, obtêm-se um aumento na lucratividade do setor, bem como uma maior redução de custos e falhas, sem deixar de lado a segurança dos trabalhadores.

Sendo assim, ao analisar a importância da automação industrial na área automobilística, com o intuito de compreender sua relevância dentro deste setor, além de contribuir para a redução de custos operacionais e redução de falhas, buscou-se por meio desta pesquisa responder ao seguinte questionamento: Qual a importância da automação industrial dentro do setor automobilístico e quais benefícios ela garante?

Desse modo, a presente pesquisa objetivou discutir a importância e os benefícios da automação industrial dentro do setor automobilístico. Para que isso fosse possível, o objetivo específico apresentado neste trabalho baseou-se em abordar a história da automação industrial, debatendo sua importância na área automobilística, bem como destacando os benefícios da automação dentro desse setor. Tais objetivos serviram para a busca de informações que contribuíssem para expor a importância da automação industrial dentro do setor automotivo, além de destacarem seus benefícios dentro de uma indústria, tanto no aumento da lucratividade quanto na redução de custos e falhas, e, na garantia de segurança.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho teve caráter qualitativo e veio com o principal intuito de discutir a importância e os benefícios da automação industrial dentro do setor automobilístico. Para isso, foi utilizado o método de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Dessa forma, foi realizada a pesquisa nas referidas base de dados: CIELO”, “ABEPRO” e “REVISTA FERRAMENTAL”, etc., as quais possuem artigos, livros, dissertações, dentre outros que abordam o tema aqui explanado. O período dos trabalhos pesquisados foram os trabalhos realizados nos últimos dez anos, e para a realização deste trabalho foi feita a pesquisa utilizando-se das seguintes palavras-chave: Automação, Setor Automobilístico, Benefícios.

2.1 Resultados e Discussão

Uma sociedade desenvolvida economicamente está diretamente relacionada às for-



mas de manipulação do capital de giro que fundamentam esta sociedade, desta forma, para que este desenvolvimento ocorra é necessária à interação direta com as indústrias que suprem as necessidades básicas dos indivíduos como um todo, sejam estes empresários ou operadores. Diante desta realidade onde a economia necessita ser fomentada, estratégias são utilizadas para a melhoria das atividades econômicas bases da economia, uma delas é o aperfeiçoamento das ferramentas de trabalho para que se encaixem nesse novo contexto. De acordo com Neumann (2015, p. 13), era comum nas indústrias lidar somente com processos manuais nas realizações das tarefas. Através da Revolução Industrial, no século XVIII, a tecnologia se desenvolveu fazendo com que o trabalho humano se tornasse mecanizado.

Desde o princípio o uso de máquinas sempre despertou a curiosidade do ser humano, pois auxiliavam nas atividades básicas como costurar, escrever e tecer, ainda que estas funções pareçam estar em desuso, em sua época de criação e durante muito tempo foram de grande importância para milhares de pessoas, facilitando a vida de forma tecnológica, incentivando assim pensamentos inovadores que levaram a Revolução Industrial, onde ficou nítido que a tecnologia poderia ser muito mais eficaz, devendo ser mais utilizada dentro das indústrias e não somente dentro das casas. As revoluções foram essenciais para que a qualidade das máquinas fosse priorizada. Neste sentido, Martins & Silva (2020, p. 16) destaca que, a utilização de máquinas em escala foi possível a partir da Primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII. Desde então, as indústrias vêm aumentando o atributo e credibilidade destes equipamentos para tornar a fabricação precisa e confiável.

Sendo assim, o aperfeiçoamento das máquinas juntamente com o trabalho humano de inteligência, realizado dentro das fábricas é a base de uma indústria eficiente. Alguns especialistas consideram a Automação Industrial a “Terceira Revolução Industrial”, que foi a união de processos mecânicos e de tecnologia da informação aplicados à indústria que modificou os parâmetros de produção industrial implantados por Ford e outros iniciadores no século XX. (MARTINS; SILVA, 2020, p. 25).

O desenvolvimento da automação deu-se devido ao avanço acelerado da tecnologia. Para acompanhar o mercado, as organizações necessitaram ser fundamentadas na rápida evolução tecnológica, aderir a novos meios de produção através de máquinas e equipamentos que assegurassem utilizar o mínimo de mão de obra possível (FREITAS, 2017, p. 12). É importante destacar que, quanto maior a eficiência das máquinas e menor for o tempo que ela utiliza para realização do seu trabalho, maior será o lucro da indústria que se beneficia dessas ferramentas para garantir sua eficiência.

Sendo assim, o termo automação é derivado da palavra em latim *automatus*, que significa mover-se por si. Esse processo é a execução de técnicas computadorizadas ou mecânicas com o objetivo de reduzir a mão-de-obra em qualquer processo, especialmente com o uso de robôs nas linhas de produção. (MARTINS; SILVA, 2020, p. 5).

[...] somente no início do século XX que os sistemas se tornaram inteiramente automáticos. A necessidade de aumento na produção e produtividade fez com que houvesse diversas séries de inovações tecnológicas neste sentido, como máquinas com capacidade de produzir com maior rapidez e precisão, comparado com o trabalho feito à mão e a utilização do vapor como fonte de energia, em substituição à energia muscular (manual) e hidráulica. Foi aproximadamente no ano de 1788 que James Watt criou o que pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação (NEUMANN, 2015, p. 16).

Nesse contexto, a automação surgiu para aprimorar e também evoluir a indústria automotiva, uma vez que produzir carros em grande quantidade não seria tarefa fácil e tampouco em curto prazo, se realizada inteiramente por mão de obra humana. De acordo com Monaco (2013, p. 12), para a Confederação Nacional da indústria (CNI), a automação é o processo mais inovador no conceito de agregar valor e tornar a indústria brasileira mais competitiva, somando positivamente para a economia a nível mundial.

Visto que a automação é um processo valioso e indispensável dentro de uma indústria, cabe lembrarmos que para entendermos o que é Automação Industrial, primeiro devemos olhar para os anos 1950. Foi nessa época, também conhecida como anos dourados, que o termo automação começou a se popularizar. Assim popularizava-se a movimentação automática de materiais. (MARTINS; SILVA, 2020, p. 5).

Como a tecnologia da informação já possui um mercado de aplicações mais maduro e estável no mercado, muitas tarefas serão aplicadas ativamente para melhorar a eficiência do trabalho original usando relevantes tecnologias essenciais ao implementá-las. A ampla aplicação desta tecnologia é uma tendência inevitável de desenvolvimento histórico, e a indústria de fabricação de máquinas automotivas pode também fazer grandes progressos com o apoio desta nova tecnologia.

Além disso, isso também pode ter maior eficiência de produção, fornecer mais produtos automotivos de alta qualidade ao mercado e fornecer uma fonte inesgotável de energia para o desenvolvimento sustentável das indústrias relacionadas.

De acordo com Neumann (2015, p. 18), a popularidade da tecnologia de automação pode representar a eficácia da produção do país para uma certa extensão, e refletem o nível de desenvolvimento real do país do lado. Está intimamente relacionado com a construção econômica do país. O uso dessa nova tecnologia também pode viabilizar a produção de automóveis a ter um ambiente de mercado seguro e estável e fornecer aos usuários produtos automotivos de melhor qualidade.

Isso também reduz efetivamente a probabilidade de acidentes de carro e a probabilidade de potenciais perigos. Na situação, o ambiente de mercado tornou-se complicado, e a aplicação da tecnologia de automação é extremamente importante para as montadoras ocuparem mais participações de mercado. A tecnologia de automação pode produzir mais peças mecânicas de alta qualidade em um tempo limitado, o que determina a direção de desenvolvimento futuro de muitas empresas automobilísticas. (FREITAS, 2017, p. 19).

Sendo assim, são os benefícios visíveis da automação dentro do setor automobilístico, visto que, para Junior (2012, p. 28), a automação auxilia a organizar melhor os dados, acompanhar os resultados e permite identificar as principais falhas e oportunidades de melhoria, fazendo com que o processo de tomada de decisão seja bem mais preciso. Neste viés, Cauchick Miguel (2006, p. 17) salienta que, através das ferramentas da qualidade, questões são resolvidas com base na tomada de decisões ou para auxílio em questões.

Uma das maiores preocupações no setor industrial é em relação ao futuro e a evolução do seu processo de fabricação, levando em conta a situação política e econômica do seu país. No caso do Brasil, que passa por um processo de recuperação após uma crise sócio-político-econômico, as empresas automotivas sofreram um impacto de grande relevância. Porém, segundo Cleide Silva, jornalista do O Estado de São Paulo, as indústrias estão investindo na compra de robôs, que, em média, são 1,5 mil robôs por ano (edição de 14 agosto de 2017). A maior parte desses robôs estão sendo empregados na manufatura automotiva. A publicação ainda cita que a Volkswagen do Brasil instalou cerca de 373 novos robôs no setor de carrocerias da fábrica localizada no grande



ABC paulista (MARTINS; SILVA, 2020, p. 29).

A maioria das fábricas automotivas utiliza grau de automação em quase todas as etapas da produção de veículos. Robôs, visão de máquina e automação trabalham juntos para concluir uma série de tarefas, desde soldagem e montagem até inspeção e teste.

No entanto, nem todas as montadoras utilizam o mesmo nível de automação. Alguns contam com processos parcialmente manuais que automatizam tarefas simples, mas dão aos humanos a palavra final no controle de qualidade e no gerenciamento de conformidade. Outros usam máquinas individuais automatizadas para executar uma tarefa específica ou combinam-nas em uma linha de produção automatizada, passando o produto de máquina para máquina (FREITAS, 2017, p. 21).

Logo, nota-se que conforme a indústria automobilística vai crescendo, com ela caminha a automação, auxiliando no processo de produção e trazendo tendências para o setor, sendo estas: uso de RPA (Automação de Processos Robóticos), aumento de robôs, internet das coisas (IoT), testes automatizados etc.

Dessa forma, dentre os benefícios da automação para o setor automobilístico, pode-se citar: redução de custos operacionais, menor índice de erros, mais segurança, incrementando a modernidade e praticidade na produção. Nesse sentido, realizar um planejamento para implantar a automação no setor automotivo traz vantagens a curto e longo prazo. Com a automação, é possível obter um retorno financeiro e econômico em um curto espaço de tempo, além de aprimorar a produção, com o uso de tecnologias que contribuem para uma maior eficácia na hora da montagem dos automóveis.

Na indústria automotiva, a tecnologia robótica é comumente usada para assumir “tarefas menos favoráveis ergonomicamente”, conforme descrito pela Universal Robots, removendo funcionários humanos de “atividades extenuantes e prejudiciais à saúde”. Eles podem ser estacionados ao lado de trabalhadores humanos – em vez de cercados como robôs tradicionais – o que ajuda a sobrecarregar a eficiência e a velocidade na produção automotiva (MARTINS; SILVA, 2020, p. 15).

De acordo com Abreu (2012, p. 36,) a automação possui um papel de suma importância na economia mundial e contribui na redução de trabalhos ditos pesados, que exigem grande vigor físico, bem como também reduzir trabalhos desagradáveis, monótonos e repetitivos e que são ergonomicamente desfavoráveis para o trabalhador. Produzir pequenas peças de automóveis e em grande quantidade pode ser extremamente cansativo e perigoso para os funcionários já que nesse processo existe o contato direto com produtos tóxicos como tintas, solventes e jateamento de químicos que auxiliam na produção de peças automobilísticas em processos que normalmente são realizados em espaços confinados, prejudicando assim aspectos fisiológicos humanos, assim como o processo de montagem de carros em larga escala com atividades repetitivas que podem levar a doenças ocupacionais, gerando danos a saúde dos operários e prejuízo financeiro para a empresa com custos hospitalares. Neste mesmo sentido, Barbosa (2019, p. 23) relata que:

Dentro do setor fabril a automação vem com o objetivo de substituir a mão de obra que realiza trabalhos repetitivos, em ambientes de difícil acesso e ergonomicamente desfavoráveis ao ser humano. Exemplos práticos que demonstram esta importância é o uso de esteiras e sistemas automáticos para separação de itens, dentro de uma indústria. Bem como utilização de robôs guiados para prospecção de ambientes de difícil acesso e uso de robôs para realizar tarefas no qual o operador teria que ficar muitas horas em uma posição desfavorável para seu corpo (BARBOSA, 2019, p. 23).

Dessa forma, o desenvolvimento da sociedade e da economia mundial está diretamente ligado à indústria, a tecnologia e a automação fundamentam setores essenciais para que as fábricas desempenhem bons trabalhos em curto prazo e com eficiência, o que torna o valor comercial dos produtos mais elevado no mercado e aumenta a oferta desses produtos em curto prazo, sustentando a procura de produtos automobilísticos que se tornaram essenciais na vida das pessoas.

Portanto, é de extrema importância o uso da automação industrial dentro das indústrias de automóveis, uma vez que a automação traz benefícios que podem ser vistos em curto prazo, como por exemplo: redução de custos operacionais, aumento da segurança e redução de falhas. A automação é essencial para manter as empresas automotivas competitivas. Ela é aplicada em todo o processo de fabricação, desempenha um papel crescente na manutenção de *back-office* e pode até alimentar os carros do futuro.

Logo, uma indústria que investe na segurança e tecnologia reduz seus gastos, visto que com a redução de pessoas diminui-se o índice de acidentes, evitando-se acidentes, reduzem-se também os gastos empresariais com despesas hospitalares, salienta-se que as máquinas poderão realizar tarefas consideradas perigosas para os trabalhadores. Com a implementação de máquinas no setor automobilístico, têm-se também, a redução de custos operacionais e a diminuição de falhas, uma vez que, o tempo de montagem de um veículo diminuirá, levando em consideração que a intervenção humana está muito mais sujeita a erros do que o uso de máquinas. (FREITAS, 2017, p. 26).

Dessa forma, o uso da tecnologia pode tornar o trabalho de produção de peças mais eficiente, reduzir efetivamente a probabilidade de erros de trabalho e evitar o desperdício de recursos humanos. Não só isso, com o apoio desta tecnologia, a escala da indústria automobilística também pode aproveitar esta oportunidade para expandir, e efetivamente promover a dupla melhoria da quantidade e qualidade de fabricação.

Em suma, a promoção da tecnologia de automação não apenas reduz efetivamente os custos operacionais do trabalho relacionado, mas também permite que o trabalho de produção tenha maior qualidade. Não só isso, em comparação com a tecnologia de produção anterior, a aplicação desta nova tecnologia pode minimizar a probabilidade de erro de trabalho, de modo que a qualidade geral de trabalho de produção pode ser significativamente melhorada. As empresas automobilísticas também podem ocupar uma maior participação de mercado em um ambiente de mercado complexo e fortalecer sua competitividade.

3. CONCLUSÃO

Pode-se concluir através dos trabalhos estudados que, a automação contribui de forma significativa para o avanço das indústrias automobilísticas, e quando nos referimos à segurança, redução de custos e maior produtividade, essa colaboração fica ainda mais perceptível, uma vez que fica claro e evidente os benefícios que a automação traz para a indústria automobilística, desde a redução de acidentes até a produção de automóveis em larga escala sem que o profissional tenha que se exceder com tarefas repetitivas e arriscadas.

Nesse contexto, os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados, uma vez que foi possível, por meio da literatura, discutir a importância e os benefícios da automação industrial dentro do setor automobilístico. Vale ressaltar que, todas as referências aqui apresentadas comprovam tal importância.



Logo, com esta pesquisa foi possível responder ao questionamento que norteou este trabalho, compreendendo a importância da automação industrial dentro do setor automobilístico e quais benefícios ela garante, onde foi possível identificar os reais benefícios e contribuições da automação para o setor automobilístico.

Nesse viés, foi possível observar nos resultados e discussões aqui apresentados que, a necessidade de otimização dos custos de produção, a necessidade de reduzir a intervenção humana em pontos específicos das operações e a mudança do cenário industrial, bem como a necessidade de trazer mais segurança e eficácia para a indústria automotiva ainda são os principais fatores de crescimento do mercado.

Dessa forma, é relevante o estudo deste tema, bem como a abordagem de outros temas relacionados à automação industrial dentro do setor automobilístico, como forma de informar aos profissionais da área e também empresários e público em geral sobre os benefícios dessa ferramenta e as melhorias que a mesma agrega dentro desse setor.

Referências

ABREU, P. **Robótica Industrial**, 2012.

BARBOSA, Mateus Felipe Alves. **Indústria 4.0 aplicada à linha de montagem automobilística: veículos médios e pesados**. 2019.

CAUCHICK MIGUEL, Paulo A. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

CONSONI, Flávia Luciane; CARVALHO, Ruy de Quadros. **Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira: perspectivas e obstáculos para a capacitação local**. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/gfRTCBDtcZc5vZZ9NwQyDks/?lang=pt>. Acesso em: 02 de abr. 2023.

DAUDT, Gabriel; WILLCOX, Luiz Daniel. **Indústria automotiva**. 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16241/1/PRCapLiv214167_industria_automotiva_compl_P.pdf. Acesso em: 02 de abr. 2023.

FREITAS, João Mário. **Guia de Estudo – Robótica e Automação**. Varginha: GeaD-UNIS/MG, 2017.

JUNIOR, Eudes Luiz Costa. **Gestão em processos produtivos**. 1 ed. Curitiba: Intersaberes, 2012.

MARTINS, Eric Couto; SILVA, Miriã Vieira da. **Evolução da automação nas indústrias automobilísticas no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Evolu%C3%A7%C3%A3o-da-Automa%C3%A7%C3%A3o-nas-Ind%C3%BAstrias-Automobil%C3%ADsticas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 02 de abr. 2023.

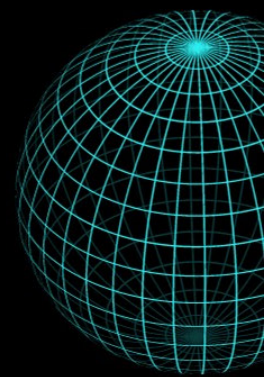
MONACO, Rafael. **Investimentos em automação potencializam competitividade da indústria**. 2013. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/>. Acesso em: 29 de mar. 2023.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de Fabrica e Layout**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OLIMPIO, Pedro Henrique; et al. **Automação em um fornecedor para a indústria automobilística: um estudo de caso em um processo de diamantamento de rodas**. 2019. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_290_1637_38615.pdf. Acesso em: 01 de abr. 2023.

UTZIG, Pedro do Prado. **A indústria automobilística no Brasil, uma análise de alguns indicadores de estrutura, conduta e desempenho a partir dos anos 1990**. 2015.

14



AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

HOME AUTOMATION TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION

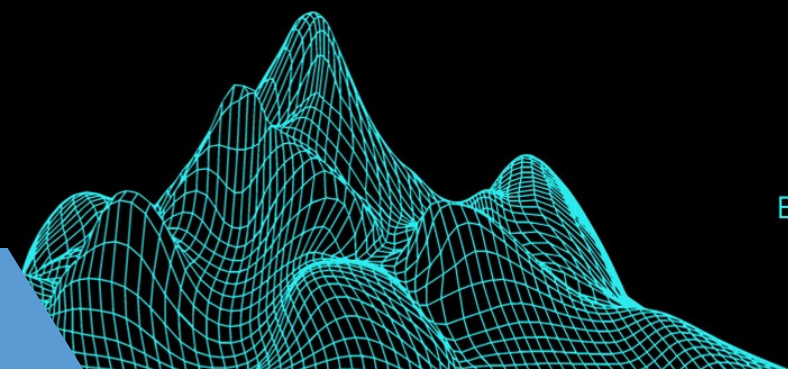
Carlos Alex Pereira Maia¹

Joshiclayton Lopes Rego²

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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



Resumo

O presente estudo trata da automação residencial para redução do consumo de energia. O alto consumo de energia elétrica é pauta de inúmeras discussões, passou a ser um grande problema para a sociedade e para o meio ambiente. Sendo assim, a automação residencial passou a ser vista como um dos métodos mais eficazes para redução do consumo de energia. Nesse sentido, o desenvolvimento do estudo objetiva compreender a importância da automação residencial para diminuir o consumo de energia elétrica. A metodologia utilizada no estudo foi a revisão bibliográfica, com busca realizada na base de dados do Google Acadêmico, Scielo, Revista e Jornais e repositórios virtuais de Engenharia de automação. Os estudos selecionados foram dos últimos 10 anos. Dessa forma, os resultados dos estudos encontrados evidenciaram que a automação residencial trouxe consigo benefícios significativos, dentre estes, a redução do gasto energético, redução na tarifa de conta de energia, praticidade no cotidiano do consumidor e controle da residência à distância.

Palavras-chave: Automação residencial; Redução; Consumo Energia.

Abstract

The present study deals with home automation to reduce energy consumption. The high consumption of electricity is the subject of numerous discussions, it has become a major problem for society and the environment. Thus, home automation has been seen as one of the most effective methods for reducing energy consumption. In this sense, the development of the study aims to understand the importance of home automation for reducing electricity consumption. The methodology used in the study was the bibliographic review, with a search carried out in the databases of Google Scholar, Scielo, Revista e Jornais and virtual repositories of Automation Engineering. The selected studies were from the last 10 years. In this way, the results of the studies found showed that home automation brought with it significant benefits, among them, the reduction of energy expenditure, reduction in the energy bill rate, practicality in the consumer's day-to-day life and remote control of the residence.

Keywords: Home automation; Reduction; Energy consumption.

1. INTRODUÇÃO

A Automação residencial tem sido considerada desde seu advento vantajosa, pois traz consigo uma série de praticidades e conforto, que contribui para a economia na conta de energia e segurança das residências.

Por contar inúmeros benefícios e vantagens por permitir que o indivíduo controle através de uma central de automação. Mesmo com o custo elevado para o processo de instalação, a diminuição do consumo de energia torna as casas mais sustentáveis.

A tecnologia de automação ajuda a otimizar os equipamentos residenciais e diminuir o desperdício, passou a ser vista em casas e prédios, através da iluminação, climatização e até mesmo em persianas ou janelas. Os sensores instalados são programados através de dispositivos que otimizam a exposição à luz solar, controlando a temperatura e diminuindo o consumo de energia.

Frente aos benefícios encontrados na automação, ela vem sendo utilizada em casas, edifícios, com a finalidade de reduzir custos, controle de luzes e eletrodomésticos, segurança, dentre outras melhorias que decorrem da automação.

Sendo assim, a justificativa para o desenvolvimento do estudo se dá em virtude de que o alto consumo de energia elétrica passou a ser um grande problema para a sociedade e para o meio ambiente. Logo a sustentabilidade não deve ser vista apenas como uma tendência, mas como uma necessidade onde a tecnologia passou a contribuir para essa batalha de consumo. A automação residencial passou a ser vista como um dos métodos mais eficazes para redução do consumo de energia.

Dessa forma, o estudo reside no seguinte problema: Quais os benefícios da automação residencial para redução de consumo de energia elétrica?

Diante de tais aspectos, há de se reconhecer que a ideia de transformar a residência ou o ponto comercial em um empreendimento inteligente, através do controle de iluminação e dos aparelhos elétricos, onde estes podem ser controlados a distância ou de forma automática através de sensores programados e assim reduzir o consumo. A automação traz consigo inúmeros benefícios, entre eles a economia elétrica que pode interferir diretamente na conta de luz.

Assim, o presente estudo objetiva compreender a importância da automação residencial para diminuir o consumo de energia elétrica e para melhor delineamento do estudo conhecer os benefícios da automação residencial.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O desenvolvimento do presente estudo foi pautado no método de revisão bibliográfica. Com busca de artigos realizada na base de dados do Google Acadêmico, Scielo, Revistas, Jornais e Repositórios virtuais de Engenharia de Automação. Para a busca dos artigos utilizou-se as seguintes palavras-chaves: automação residencial, redução, energia, benefícios. Para auxiliar no desenvolvimento do estudo foram selecionados artigos dos últimos 10 anos.



2.2 Resultados e Discussão

Antes de adentrar nos resultados em si, é necessário entender que a utilização da energia passou a se intensificar desde os primórdios da Revolução Industrial sendo esse o meio essencial para o funcionamento correto de setores de atividades da sociedade. Dentro desse contexto grande parte dos equipamentos de edificações residências, pública e comerciais dependem da energia elétrica para seu funcionamento (SOUSA; SOUSA, 2014).

Logo por conta do desenvolvimento mundial nas últimas duas décadas surgiu o uso de fontes não renováveis de energia elétrica, gerando uma série de danos ao meio ambiente. Essas fontes energéticas com o passar dos anos dificilmente serão sustentáveis e podem gerar escassez energética. O Brasil passou a ter uma tendência de aumento do consumo de energia de aproximadamente 310% por conta do avanço industrial e da sua expansão energética para residências e para o comércio (BRASIL, 2020).

Desde os anos 2000 o Brasil passou a sofrer com problemas ligados ao crescimento do consumo de energia em relação ao baixo crescimento de sua capacidade de instalação. Logo o país passou a ter um racionamento de energia elétrica, onde a rede de distribuição passou por avanços tecnológicos que contribuíram para reduzir as perdas e melhorar a eficiência operacional, controlando as operações em tempo real (OSÓRIO *et al.*, 2010).

Essa necessidade fez com que a procura pela eficiência energética passasse a ser debatida com questões econômicas, assim como com a qualidade ambiental que visou à redução dos impactos ambientais. O crescimento rápido da produção e do consumo enérgico pode implicar em sérios danos ao meio ambiente, porém medidas foram sendo implantadas por órgãos competentes tendo como objetivo sanar os riscos de consumo desenfreado e conscientizar a população sobre os benefícios da utilização correta dos recursos energéticos (BOLZANI, 2020).

Existem duas principais estratégias para alcançar a eficiência energética, são elas: a introdução de novas tecnologias e a mudança de hábitos de consumo, que são incentivadas por programas e políticas de conservação do uso racional de energia. O uso de energia no setor residencial brasileiro aumentou de forma gradativa, por conta da expansão territorial, fazendo com que novas fontes energéticas passassem a ser utilizadas para diminuir o consumo excessivo (CAIRES; BURANI; SUETA, 2013).

Diante de tais aspectos, com os resultados dos estudos encontrados, observou-se que o estudo realizado por Cardoso, Barreto e Machado (2014) a automação residencial surgiu não somente para automatizar a residência, mas com o intuito de reduzir o consumo e desperdício de energia. Visto que em muitas residências a energia é desperdiçada e consequentemente o aumento do consumo e tarifa aumentam.

Corroborando com o estudo acima, Lamberts, Dutra e Pereira, (2014) evidenciam que a utilização da automação para residências e indústrias passou a ter inúmeros benefícios, além das vantagens e comodidades ofertadas o aumento da eficiência e funcionamento do processo produtivo, gerou mais segurança, além de diminuir o risco de furto em residências com sensores que são capazes de perceber o ambiente e enviar informações em tempo real. Esses sensores são divididos em dois tipos: os sensores analógicos e os sensores digitais.

Na pesquisa realizada por Castro (2015) observou-se que automação residencial foi uma das alternativas encontradas para economizar energia. Com ajuda da tecnologia a ideia é otimizar os serviços prestados e evitar desperdícios através do uso energético de equipamentos com a automação. A automação se baseia na execução de uma ação, que ocorre de acordo com a ocorrência de um determinado evento, onde este não deve se

adequar em contextos que não possuem variáveis definidas para o processo de tomada de decisões. Logo é necessário identificar a necessidade de desenvolver de modo inteligente a associação das informações necessárias para prever uma possibilidade imediata de solução

Em complemento, Gomes (2014) refere que o uso da automação nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica possibilita a criação de redes inteligentes. Logo passou a ser permitida a otimização para a produção, distribuição do consumo de rede, gerando melhorias para o monitoramento, automação, qualidade de energia que será entregue e para a gestão. Tudo isso é possível por conta das redes inteligentes que contribuem para responder a necessidade da demanda da sociedade no que se refere à necessidade energética.

Além disso, Lima, Nobre e Alencar (2015) evidenciam que os sensores analógicos são os dispositivos fazem parte da rede inteligente e que respondem aos sinais analógicos, ou seja, os sinais limitados em uma determinada faixa que podem variar de acordo com o valor das tensões intermediárias. Esse tipo de sensor deve ser aplicado apenas para circuito analógico, sendo executado em um circuito digital como computador ou microcomputador que usam os sinais digitais.

Os sensores digitais por sua vez têm sua base em níveis de tensão, sendo definidos como alto (High) ou o Baixo (Low). Esse tipo de sensor utiliza a lógica binária que é à base do funcionamento dos sistemas digitais. Assim um setor analógico usa valores possíveis para definir seus estados de acordo com um valor intermediário (ARAGÃO, 2014).

No estudo realizado por Ricardo Júnior (2017) os resultados encontrados evidenciam que mesmo investimento em automação residencial seja alto, os impactos na redução do gasto de energia elétrica e custos serão bem abaixo dos gastos investidos em um projeto dessa magnitude. O mesmo autor ressalta que vale a pena investir na automação, justamente pelos seus benefícios e segurança.

Nesse contexto a implantação de sistema de automação passou a ser indispensável por conta dos avanços tecnológicos e da necessidade e eficiência do processo produtivo. São variados os protocolos usados em um sistema de automação, é necessário analisar a necessidade e compreender a disponibilidade para implantação de tecnologias de software e hardware. As principais linguagens de sistemas de automação implantados são: Sistema XML, Sistemas DeltaV, Redes Profibus e Redes Fieldbus Foundation. A velocidade da transmissão e a infraestrutura varia de acordo com a necessidade do local (SOUSA; SOUSA, 2014).

As tecnologias de sistema de automação podem ser variadas, necessário analisar o tipo de atividade exercida no local. Para melhorar a opção é necessário que o usuário escolha o investimento. Os tipos de sistema mais utilizados são: Telemetria, Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), Sistema Digital de Controle Distribuído (DCS) e Controlador Lógico Programável (PLC). Um aspecto necessário para os sistemas de automação é o protocolo de comunicação, sendo necessário analisar a velocidade da transmissão dos dados e da infra-estrutura necessária que pode variar de acordo com a necessidade do usuário, no caso do sistema industrial a fibra ótica é uma das mais utilizadas (CASTRO, 2015).

Já em pesquisa realizada por Baeta (2020) uma das razões que levaram a expansão da automação foram principalmente a procura de fórmulas para economia de energia, juntamente com a administração eficaz do seu consumo, além da grande redução nos custos dos equipamentos de informática. Outro fator determinante, é que, tratando-se de energia elétrica, é possível obter informações de consumo através das companhias que

distribuem a energia, porém essas empresas não oferecem essas informações em tempo real, impossibilitando que haja um consumo de forma consciente

Em complemento, Barros (2017) evidencia que quando se realiza a automação de uma residência, conseqüentemente ocorre uma redução do consumo de energia bem como na diminuição do valor gasto final. E como a automação residencial busca aplicar essas tecnologias dentro de casa para facilitar as tarefas que antes dependiam do usuário para serem executadas. Fechaduras eletrônicas, sensores de fumaça e temporizadores são os mais comuns exemplos de automação residencial. As vantagens vão além da redução de energia, mas possibilita que o usuário se mantenha conectado fora da residência através de aplicativos de câmeras integradas ao sistema de automação.

Os resultados do estudo de Farinelli (2019) mesmo que a automação seja considerada mais cara para o processo de implantação, o sistema de geração de energia durante anos gera uma economia energética, e além de sua implantação diminuir a degradação do meio ambiente.

Diante desse contexto a automação residencial contribui de forma significativa para a propagação da vida humana, pois com o passar dos anos a utilização das fontes renováveis se propagará em todos os segmentos, contribuindo também com o meio ambiente (LIMA, 2015).

Ademais, há de se reconhecer que a automação trouxe consigo benefícios que influenciam não somente na redução da energia, mas auxiliam em segurança para as residências e edifícios que aderem ao sistema, através de monitoramentos em qualquer lugar (RICARDO JÚNIO, 2017).

Assim como auxilia, para o controle dos dispositivos, dentre estes acendimento e desligamento de luzes, eletrodomésticos e eletroeletrônicos. Além disso, ela tem sido voltada para auxiliar na acessibilidade de pessoas com deficiência e idosos que encontram dificuldades na realização de suas atividades de vida diária. Através da automação as residências contam com sistemas automatizados que para pessoas com deficiência e idosos pode representar dificuldades, dentre estas acender e apagar luzes, atender a porta (BOLZANI, 2016).

Há relatos que a automação vem sendo considerada uma forma viável de automatizar a casa e que também tem trazido melhoras a qualidade de vida destas pessoas. Em especial para as pessoas cegas que podem fazer uso do acionamento de voz para executar suas atividades. Da mesma forma, pessoas com deficiência auditiva podem fazer leituras em aparelhos eletrônicos para entender o que outras pessoas falam. Um série de sistemas se integram na automação residencial, sendo vantajosa para todos os tipos de público.

Nesse viés, percebe o quão a automação tem sido importante para a sociedade, revelando, portanto, que se trata de um sistema que pode ser relativamente com custo caro, mas que pode trazer custo-benefício para quem adere ao sistema de automação, seja para residências, edifícios, empresas e outros.

3. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do estudo, foi possível observar que consumo excessivo de energia elétrica, no Brasil e no mundo, tornou-se motivo de preocupação e tem colocado em foco o consumo consciente. A compulsividade do comportamento humano, cada vez mais direcionado para o ato de consumir, provoca o surgimento de conseqüências ambientais negativas.

Nesse sentido, a sociedade tem ido em busca de meios que possam auxiliar no controle e redução do gasto energético, uma forma de racionar energia, para economizar nas tarifas, assim como para promover também a sustentabilidade na sociedade, aspecto que também influencia na preservação do meio ambiente direta e indiretamente.

De posse dos resultados do estudo, conclui-se que a automação tem sido vantajosa para a sociedade desde seu surgimento. Auxiliando na iluminação, em residências, empresas e também na acessibilidade ela tem a capacidade de trazer melhorias que influenciam diretamente no custo-benefício, na economia, na redução de gastos desnecessários, na promoção da qualidade de vida de idosos e pessoas com deficiência.

Sendo assim, constatou-se que a automação residencial tem muito a contribuir com a redução do gasto energético também, em virtude desta possibilitar automatização e controle no acionamento e desligamento de luzes, eletrodomésticos, com uso racional de energia, contribuindo para que estes não sejam utilizados de forma desnecessária.

Nesse sentido, é um sistema viável para quem o adere, podendo ter custo alto no desenvolvimento do projeto, mas que pode apresentar benefícios em curto prazo na medida em que a automação é realizada, seja em residências, empresas e indústrias.

Referências

- ARAGÃO, Keila Muniz. **Automação Residencial: novas perspectivas**. UFSC. Santa Catarina, 2014.
- BAÊTA, L.S. **Contribuição da automação residencial para a redução do consumo da energia elétrica**. ISLWyden. 2020. Disponível: https://www.wyden.com.br/selecao?gclid=CjwKCAjw8-OhBhB5EiwADyoY-1fReJKRMSLANOAJBw_PV7FsuEFXhjiKoWyu1lfmqbfwiPToxzzB1txoC_iYQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds. Acesso: 20/03/2023.
- BARROS. **Edifícios Inteligentes: uma Visão das Tecnologias Aplicadas**. 1 Ed. Blucher Open Access. p.31, 2017.
- BOLZANI, C. A. M. **Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes**. 2016 155f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São. Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, 2016.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional: Ano base 2019**. Rio de Janeiro: Epe – Empresa de Pesquisa Energética, 2020.
- CAIRES, Luís Eduardo; BURANI, Geraldo Francisco; SUETA, Hélio Eiji. Aplicação de sistemas inteligentes em instalações elétricas residenciais. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, v. 41, n. 468, p.140-147, mar. 2013.
- CARDOSO, A.R.; BARRETO, L.P; MACHADO, T.. **Estudo da melhoria da eficiência energética em edificações residenciais utilizando automação residencial**. 2014. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- CASTRO, Degmar Felgueiras. **Eficiência Energética Aplicada a Instalações Elétricas Residenciais**. 2015. 138 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- FARINELLI, F. A. **Domótica – Automação Residencial e Casas Inteligentes com Arduino e ESP8266**. 1 ed. São Paulo. Érica., 2019.
- GOMES, M. **Conceitos, referências e programações básicas com Arduino**. Assessoria de Inclusão Digital SMED, Porto Alegre - RS, 2014.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/procel, 2014.
- LIMA, Emanuel Maycon Santos; NOBRE, Antonio Ygo Magalhães; ALENCAR, Rômulo Alexandre Ellery de. **Automação residencial de baixo custo com arduino mega e ethernet shield**. São Paulo: Aureside, 2015.
- OSÓRIO, Arnóbio de Souza et al. **Automação Residencial**. 2010. 15f. Trabalho para a disciplina Instalações

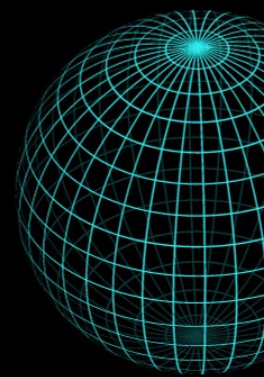


Elétricas. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010. Disponível em: http://www.aureside.org.br/te-mastec/automacao_residencial_final.pdfAcesso em 29 out. 2022.

RICARDO JUNIOR, Olair. **Sistema de monitoramento residencial baseado em Internet das Coisas**. 2017. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

SOUSA, J.; SOUSA, A. **Desenvolvimento de um sistema Fuzzy embarcado para controle de iluminação** . Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática Belo Horizonte, MG, 20 a 24 de Setembro de 2014.

15



AUTOMAÇÃO COMO FERRAMENTA DE SEGURANÇA NO PÁTIO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

AUTOMATION AS A SAFETY TOOL IN THE INDUSTRIAL YARD: A LITERATURE REVIEW

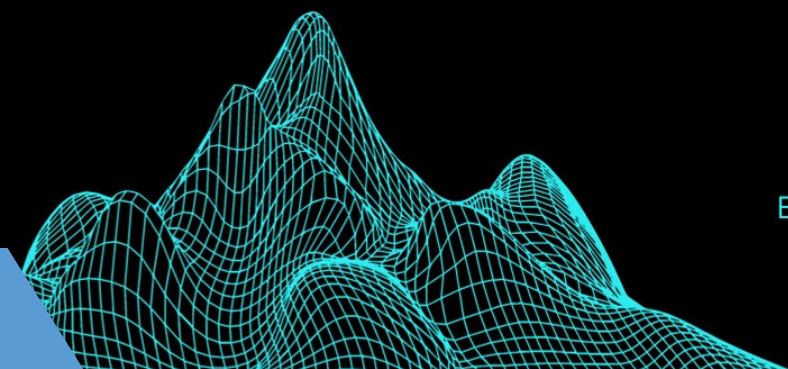
Ana Flávia Menezes Silva¹

Lilian Barros Santiago²

Joshiclayton Lopes Rego²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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



Resumo

A implantação da automação dentro de uma indústria possibilita benefícios, como por exemplo: a redução de custos, uma maior segurança operacional, colabora na abordagem dos pontos inseguros, gera mais lucro etc. Sabe-se que a segurança dentro de uma indústria é um dos aspectos mais relevantes, visto que é um ambiente onde circulam um maior fluxo de trabalhadores. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo principal discutir a importância do uso da automação como ferramenta de garantia de segurança dentro da indústria. Para isso, buscou-se por meio desta proposta de pesquisa responder ao seguinte questionamento: De que forma a automação contribui para o aumento da segurança dentro da indústria? Dessa forma, a metodologia utilizada foi o método de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Como resultado, pôde-se perceber a relevância da automação como ferramenta indispensável para garantia de segurança dentro da indústria e os benefícios que ela agrega a mesma.

Palavras-chave: Automação, Indústria, Segurança.

Abstract

The implementation of automation within an industry enables benefits, such as: cost reduction, greater operational safety, collaborates in addressing insecure points, generates more profit, etc. It is known that safety within an industry is one of the most relevant aspects, since it is an environment where a greater flow of workers circulates. Therefore, the main objective of this research was to discuss the importance of using automation as a tool to guarantee safety within the industry. For this, we sought through this research proposal to answer the following question: How does automation contribute to increasing safety within the industry? Thus, the methodology used was the literature review method, which is a qualitative and descriptive research. As a result, it was possible to perceive the relevance of automation as an indispensable tool for guaranteeing security within the industry and the benefits that it adds to it.

Keywords: Automation, Industry, Security.

1. INTRODUÇÃO

O A automação é uma ferramenta tecnológica que possibilita a execução de um procedimento sem a interferência humana, ou seja, ela é realizada por intermédio de um programa de instruções interligado a um sistema de controle, o qual desempenha as instruções.

Esse processo de automação garante a indústria maior produtividade, mais lucro e principalmente segurança. Dentro de um ambiente industrial a ocorrência de acidentes é inúmera, quanto mais automatizado o ambiente é, maior as chances de se prevenir acidentes relacionados à segurança.

Nesse contexto, a automação surge como ferramenta indispensável para a indústria, principalmente no que se refere à segurança, já que está tem se tornado um dos maiores desafios, visto o número alarmante de acidentes de trabalho que ocorrem no ambiente fabril.

Desse modo, a proposta de pesquisa deste projeto justificou-se na necessidade de buscar informações sobre o processo de automação e de que maneira ele colabora para a segurança dentro da indústria, sem deixar de citar seus inúmeros benefícios, e também enfatizar os riscos de acidentes de trabalho sem o uso da automação.

Nesse contexto, ao analisar a importância do uso da automação como ferramenta que garante a segurança dentro do setor industrial, com o intuito de reduzir os acidentes de trabalho, além de contribuir para o aumento da produtividade, buscou-se por meio desta proposta de pesquisa responder ao seguinte questionamento: De que forma a automação contribui para o aumento da segurança dentro da indústria?

Mediante aos fatos já mencionados, o objetivo geral deste estudo foi discutir a importância do uso da automação como ferramenta de garantia de segurança dentro da indústria. Para que isso fosse possível, o objetivo específico abordado foi: Debater a relevância do uso da automação como ferramenta essencial para garantia de segurança dentro da indústria.

Com isso, a presente pesquisa veio a contribuir de maneira clara e objetiva para demonstrar a importância da automação como ferramenta que possibilita o aumento da segurança dentro do setor industrial, alertando a todos sobre os benefícios que a mesma dispõe, como por exemplo: redução de acidentes no ambiente de trabalho, visto que as máquinas quem executarão maior parte do trabalho; redução de custos, maior produtividade, dentre outros, bem como destacando sua importância para a diminuição de gastos dentro de uma empresa.

Dessa forma, este estudo foi extremamente relevante, tendo em vista que, as indústrias fazem parte da atualidade e contribuem significativamente para a economia, logo, é válido para a comunidade acadêmica abordar temas como este, pois são indivíduos que estão se preparando para o mercado de trabalho, para atender as necessidades da população.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho teve caráter qualitativo e veio com o principal intuito discutir a importância da automação industrial para a garantia de segurança dentro do setor. Para isso, foi utilizado o método de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Dessa forma, foi realizada a pesquisa nas referidas base de dados: CIELO”, “ABEPRO” e “REVISTA FERRAMENTAL” etc, as quais possuem artigos, livros, dissertações, dentre outros que abordam o tema aqui explanado. O período dos trabalhos pesquisados foram os trabalhos realizados nos últimos dez anos, e para a realização deste trabalho foi feita a pesquisa utilizando-se das seguintes palavras-chave: Automação Industrial, Segurança, Benefícios.

2.1 Resultados e Discussão

De acordo com os avanços tecnológicos e sociais, bem como a expansão da industrialização pelo mundo, melhorando a situação econômica dos países, entende-se de imediato a ideia de buscar soluções que possam atender aos interesses da população como um todo. Sendo assim, na busca pela produtividade em larga escala de produtos que venham suprir a necessidade dos consumidores, sem deixar de garantir a segurança dentro do processo de produção, as indústrias passam a utilizar a automação, com o objetivo de garantir a segurança e maior produção, e que isso gere um menor custo.

Nesse cenário, a automação industrial surge como ferramenta capaz de garantir lucro e redução de gastos ao mesmo tempo, isso porque ela garante a autonomia dos processos de fabricação, além de reduzir o esforço humano ao máximo, cortando assim, custos operacionais e despesas com possíveis falhas.

Isso ocorre devido ao uso de tecnologias de software, hardware e equipamentos específicos utilizados em processos de produção. Nesse viés, com a substituição da mão de obra humana por máquinas capazes de desempenhar as mesmas funções e até outras consideradas mais perigosas, obtêm-se um aumento na lucratividade do setor, bem como uma maior redução de custos e falhas, sem deixar de lado a segurança dos trabalhadores.

Para Lage (2021), a automação industrial é a substituição do pensamento humano por computadores e máquinas. A palavra automação dá o significado de “auto ditado” ou “um mecanismo que se move por si mesmo” derivado das palavras gregas auto e matos, onde auto significa self enquanto matos significa se mover.

Sendo assim, com o desenvolvimento de uma sociedade que depende da indústria para suas necessidades básicas foi necessário o aperfeiçoamento das ferramentas para que pudessem se encaixar nesse novo contexto. De acordo com Neumann (2015), era comum nas indústrias lidar somente com processos manuais nas realizações das tarefas. Através da Revolução Industrial, no século XVIII, a tecnologia se desenvolveu fazendo com que o trabalho humano se tornasse mecanizado.

As revoluções foram essenciais para que a qualidade das máquinas fosse priorizada. Neste sentido, Martins e Silva (2020) destaca que, a utilização de máquinas em escala foi possível a partir da Primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII. Desde então, as indústrias vêm aumentando o atributo e credibilidade destes equipamentos para tornar a fabricação precisa e confiável.

Dessa forma, o aperfeiçoamento das máquinas juntamente com o trabalho humano

de inteligência, realizado dentro das fábricas é a base de uma indústria eficiente. Alguns especialistas consideram a Automação Industrial a “Terceira Revolução Industrial”, que foi a união de processos mecânicos e de tecnologia da informação aplicados à indústria que modificou os parâmetros de produção industrial implantados por Ford e outros iniciadores no século XX (MARTINS; SILVA, 2020, p. 25).

O desenvolvimento da automação deu-se devido ao avanço acelerado da tecnologia. Para acompanhar o mercado, as organizações necessitaram ser fundamentadas na rápida evolução tecnológica, aderir a novos meios de produção através de máquinas e equipamentos que assegurassem utilizar o mínimo de mão de obra possível (FREITAS, 2017). É importante destacar que, quanto maior a eficiência das máquinas e menor for o tempo que ela utiliza para realização do seu trabalho, maior será o lucro da indústria que se beneficia dessas ferramentas para garantir sua eficiência.

Diversos estudiosos salientam que foi após a “mecanização” (uso de maquinaria e ferramentas que auxiliam ou substituem o homem em suas tarefas industriais) que surgiu a automação (destacada como introdução da mecanização). Para Silveira e Santos (2017) classificam o advento da automação industrial com o surgimento do controle numérico, que tem como princípio de funcionamento o recebimento de um programa pela unidade de entrada, a leitura, interpretação, armazenamento e finalmente a execução do programa.

Nesse cenário, em Lage (2021) pode-se confirmar que, a demanda por equipamentos de automação na indústria é impulsionada principalmente pela necessidade crescente de aumentar a produtividade e melhorar a segurança dos trabalhadores. A pandemia causou a demanda por automação e deve aumentar no longo prazo, principalmente para lidar com a escassez de mão de obra e custos crescentes.

Segundo Bitkom e Vdma (2016), o mundo do controle e automação é universo enorme a ser desbravado, há a necessidade de se evoluir, trazer melhores condições de trabalho para humanos e máquinas, porém é preciso estar sempre atento para analisar todas as possibilidades onde, qualquer opinião sempre deve ser bem-vinda e pensar sempre fora da caixa.

Conforme Stoffel (2008) afirma que, o custo está inserido na vida de todo indivíduo, desde o seu nascimento até a sua morte, uma vez que todos os bens necessários ao seu consumo ou à sua utilização têm custo. Custo que precisa ser apurado, motivando assim, um estudo mais aprofundado.

De acordo com Castro *et al.* (2015), as indústrias de um mesmo segmento podem apresentar diferentes estruturas de custos, dependendo do tipo de tecnologia adotada, grau de terceirização das atividades, das características e dos recursos disponíveis para cada empresa.

Somente no início do século XX que os sistemas se tornaram inteiramente automáticos. A necessidade de aumento na produção e produtividade fez com que houvesse séries de inovações tecnológicas neste sentido, como máquinas com capacidade de produzir com maior rapidez e precisão, comparado com o trabalho feito à mão e a utilização do vapor como fonte de energia, em substituição à energia muscular (manual) e hidráulica. Foi aproximadamente no ano de 1788 que James Watt criou o que pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação (NEUMANN, 2015, p. 16).

Uma das formas mais viáveis de reduzir custos é o processo de automação, que conforme Brasil (2020), a automação industrial pode ser definida como uma série de tecno-

logias que utilizam sistemas e dispositivos de controle, como robótica e softwares, para automatizar processos e equipamentos industriais, sem a necessidade de intervenção humana.

Nesse contexto, dentre os benefícios que se pode destacar do processo de automação, são: redução de custos, menor tempo de produção, melhoria na produtividade, eliminação da possibilidade de falhas humanas. Dessa forma, observa-se que há uma maior segurança, uma vez que uma quantidade menor de pessoas estará de fato envolvidas em atividades pesadas ou que poderiam vir a ser um risco de acidente.

Segundo Novais (2014), muitos administradores acreditam que os principais problemas de uma indústria estão relacionados ao prejuízo financeiro e esquecem que o processo de prosperidade dentro do setor industrial é através dos funcionários, bem como da garantia de segurança deles.

Investir em medidas de segurança para prevenção de acidentes é uma atitude que as indústrias deveriam sempre aplicar, delas ainda resistem a essas medidas e só as tomam quando algo negativo acontece, sendo por acidente ou doença ocasionada devido a lida constante de trabalhadores com máquinas pesadas. Diante disso, o setor industrial pode diminuir os riscos a que estão expostos seus colaboradores, uma vez que a deficiência de um sistema ativo de segurança, por muitas vezes, ocasiona baixa produtividade, má qualidade dos serviços e o aumento dos custos (NOVAIS, 2014, p. 35).

Sendo assim, ao contrário do que a maioria das pessoas pensam, a automação não surgiu para roubar o trabalho dos indivíduos, e sim, para contribuir para que este seja mais produtivo e menos arriscado. Um dos principais objetivos da automação industrial é garantir mais autonomia para as máquinas e equipamentos, reduzindo assim, trabalhos humanos que são repetitivos e manuais, a fim de possibilitar que determinado colaborador seja exposto a um risco de acidente.

Um estudo realizado por Vilela e Vidal (2012) estabelece seis fases distintas para a automação industrial, são elas: ferramentas manuais, ferramentas acionadas, quantificação da energia, controle programado com realimentação, controle da máquina com cálculo e controle lógico das máquinas.

Já para Brasil (2020), a automação possui três áreas distintas, sendo elas: eletrônica, mecânica e tecnologia da informação (TI). Essas áreas vão auxiliar na implantação do processo de automação dentro de uma indústria. O autor destaca ainda vantagens e benefícios da automação industrial, sendo eles: permite o desenvolvimento de produtos mais eficientes e qualificados, processos industriais mais flexíveis, monitoramento otimizado, virtualização da operação (gêmeos digitais), descentralização de decisões, redução de erros, e por fim, integração de operações.

A chave do sucesso da automação é o uso da eletrônica microprocessada que pode fornecer sistemas eletrônicos programáveis. Como o programa do computador é armazenado em um chip de memória, a alteração de linhas do programa neste chip pode requerer somente minutos. Mesmo quando se tem que reescrever o programa, o tempo e custo envolvidos são muitas vezes menores que o tempo e custo para alterar as ferramentas (VILELA; VIDAL, 2012, p. 6).

A automação evolui de forma acelerada no caminho da construção de sistemas inteligentes que realizem tarefas que só um homem é capaz de executar. A automação pode também manter o homem no domínio da situação no

que se refere à produção industrial, porém numa posição mais confortável. O homem, nessa situação, necessita usar o seu cérebro e cada vez menos seus músculos. Porém essa mudança faz com que os profissionais necessitem se especializar, buscando competências para o desenvolvimento de suas atividades. A reconversão, isto é, a adaptação a novos postos de trabalho e a qualificação profissional são condições primordiais (SILVA, 2012, p. 25).

Dessa forma, o sistema de automação dentro do setor industrial surge para facilitar o processo de produtividade e garantir mais segurança aos trabalhadores, e ao contrário do que maior parte das pessoas pensam a respeito do processo de automação, esse não “toma” o emprego de seres humanos, mas sim, inverte funções e possibilita que os mesmos trabalhem com maior segurança.

É de extrema importância o uso da automação industrial dentro das indústrias, uma vez que a mesma traz benefícios que podem ser vistos em curto prazo, como por exemplo: redução de custos operacionais, aumento da segurança e redução de falhas. Uma indústria que investe na segurança reduz seus gastos, visto que com a redução de pessoas diminuiu-se o índice de acidentes, sem contar que as máquinas poderão realizar tarefas consideradas perigosas para os trabalhadores. Com a substituição de empregados por máquinas, têm-se também, a redução de custos operacionais e a diminuição de falhas, uma vez que, o número de trabalhadores a serem pagos será menor, o consumo de energia e água também será reduzido, sem contar que a intervenção humana está muito mais sujeita a erros do que o uso de máquinas.

Logo, aprofundar os estudos sobre automação é essencial e indispensável ao cenário pós pandêmico. Nesse viés, a necessidade de otimização dos custos de produção, a necessidade de reduzir a intervenção humana em pontos específicos das operações e a mudança do cenário industrial continuarão sendo os principais fatores de crescimento do mercado. A qualidade alcançada pela automatização de tarefas repetitivas vai além da produtividade, para o operador - ela melhora a qualidade do trabalho e a satisfação, porque os operadores ficam livres para realizar mais e variadas tarefas (LAGE, 2021, p. 18).

3. CONCLUSÃO

Pode-se concluir através dos trabalhos estudados que, a automação contribui de forma significativa para o avanço das indústrias, no que se refere a segurança, essa colaboração fica ainda mais perceptível, uma vez que fica claro e evidente os benefícios que a automação traz para a indústria, desde a redução de acidentes até a produção de produtos em larga escala sem que o profissional tenha que se exceder com tarefas repetitivas e arriscadas.

Nesse contexto, os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados, uma vez que foi possível, por meio da literatura, compreender a relevância da automação industrial como garantia de segurança dentro do setor fabril. Vale ressaltar que, todas as referências aqui apresentadas comprovam tal importância.

Logo, com esta pesquisa foi possível não somente responder ao questionamento que norteou este trabalho, mas também identificar os reais benefícios e contribuições da automação para o aumento da segurança dentro da indústria, sendo eles: redução de custos, menor tempo de produção, melhoria na produtividade e eliminação da possibilidade de falhas humanas.

Nesse viés, foi possível observar nos resultados e discussões aqui apresentados que,



a necessidade de otimização dos custos de produção, a necessidade de reduzir a intervenção humana em pontos específicos das operações e a mudança do cenário industrial, bem como a necessidade de trazer mais segurança para o ambiente industrial ainda são os principais fatores de crescimento do mercado.

Dessa forma, é relevante o estudo deste tema, bem como a abordagem de outros temas relacionados a automação industrial, como forma de informar aos profissionais da área e também empresários e público em geral sobre os benefícios dessa ferramenta e as melhorias que a mesma agrega dentro de um ambiente produtivo.

Referências

BITKOM; VDMA; ZVI. **Implementation Strategy Industrie 4.0**: report on the results of the industrie 4.0 platform. Plattform Industrie 4.0 (2013-2015). Frankfurt, Alemanha, 2016.

BRASIL, Balluff. **Porque investir na automação de segurança é essencial para a sua empresa**. 2021. Disponível em: <https://balluffbrasil.com.br/por-que-investir-na-automacao-de-seguranca-e-essencial-para-a-sua-empresa/>. Acesso em: 13 de fev. 2023.

BRASIL. **Automação industrial, o que é, benefícios e tecnologias**. 2020. Disponível em: <https://www.revis-taferamental.com.br/artigo/automacao-industrial-o-que-e-beneficios-e-tecnologias/>. Acesso em: 01 de fev. 2023.

CASTRO, Clarizza Ap. Oliveira; et al. **A Gestão estratégica de custos como diferencial competitivo para micro e pequenas empresas**. 2015. Disponível em: www.unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/gestao_foco/artigos/ano2015/gest_estrategica_custos.pdf. Acesso em: 28 de fev. 2023.

DAUDT, Gabriel; WILLCOX, Luiz Daniel. **Indústria automotiva**. 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16241/1/PRCapLiv214167_industria_automotiva_compl_P.pdf. Acesso em: 02 de fev. 2023.

FILHO, Wagson Lindolfo José. **A eficácia do direito fundamental da proteção em face da automação previsto no inciso XXVII, do art. 7º, da Constituição Federal de 1988**. 2016. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/35702/a-eficacia-do-direito-fundamental-da-protacao-em-face-da-automacao-previsto-no-inciso-xxvii-do-art-7-da-constituicao-federal-de-1988>. Acesso em: 11 de mar. 2023.

FREITAS, João Mário. **Guia de Estudo – Robótica e Automação**. Varginha: GeaD-UNIS/MG, 2017.

LAGE, Eron Antônio. **Controle e automação na indústria da mineração, estudo de caso**. 2021. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3167/1/MONOGRAFIA_ControleAutoma%3a7%3a3oInd%3%baustria.pdf. Acesso em: 10 de set. 2023.

MARTINS, Eric Couto; SILVA, Miriã Vieira da. **Evolução da automação nas indústrias automobilísticas no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Evolu%C3%A7%C3%A3o-da-Automa%C3%A7%C3%A3o-nas-Ind%C3%BAstias-Automobil%C3%ADsticas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 02 de mar. 2023.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de Fabrica e Layout**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NOVAIS, Reginaldo Santos de. **O uso de EPI no setor de manutenção e reparação automotiva da Empresa Expresso Pneus de Alta Floresta – MT**. 2014. Disponível em: www.ienomat.com.br/revistas/pedagogia/journals/1/articles/.../193-596-1-RV.docx. Acesso em: 21 de mar. 2023.

Silva, Sérgio Francisco (2012). **Automação Industrial Via Internet**: Uma Abordagem de Software Voltada à Pequena Empresa, Centro Universitário do Triângulo - Unit, Uberlândia - MG.

SILVEIRA, P. R. da; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 9. Ed. São Paulo: Érica Ltda, 2007. 229p.

STOFFEL, Júlia Graciele. **A Importância do controle de custos nas pequenas empresas**: um estudo aplicado a pequenas fábricas de confecções. 2008. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/1435/1435>. Acesso em: 28 de fev. 2023.

TEXEIRA, Ana Flávia Serpa; et al. **Automação industrial**: seus desafios e perspectivas. 2018. Disponível em: <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/viewFile/404/278>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

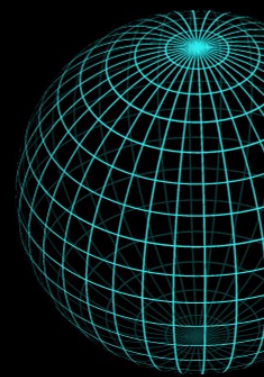
VILELA, Paulo Sérgio da Câmara; VIDAL, Francisco José Targino. **Automação industrial**. 2012. Disponível em:

https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_19.pdf. Acesso em: 28 de fev. 2023.

WORTMEYER, Charles; et al. **Automação residencial**: busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e segurança do usuário. 2015. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/256_SEGET%20-%20Automacao%20Residencial.pdf. Acesso em: 12 de mar. 2023.



16

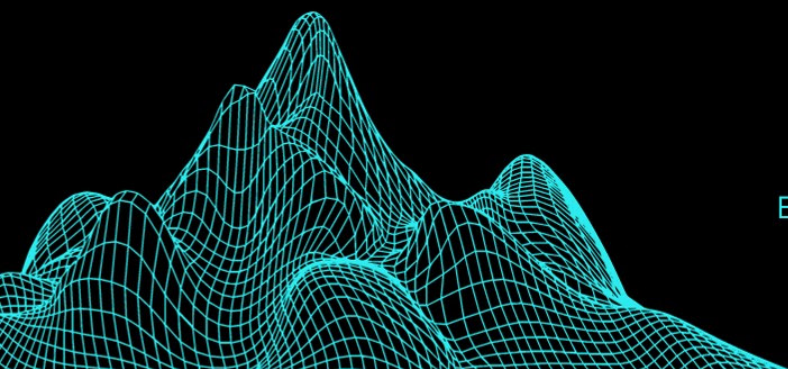


AS PRINCIPAIS MUDANÇAS NA AUTOMAÇÃO COM A IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

THE MAIN CHANGES IN AUTOMATION WITH THE IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0

Adriano Mendes Cardoso¹

¹ Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O objetivo do estudo foi compreender a importância da automação industrial através da revolução industrial 4.0, na qual teve como metodologia revisão bibliográfica. Sendo assim, os resultados do estudo mostraram que a indústria 4.0 trouxe consigo mudanças significativas, dentre estes benefícios que trouxeram melhorias na produtividade, integração dos dados no processo de fabricação, processos produtivos otimizado, dentre inúmeros outros, que contribuem de forma significativa com a automação. Concluindo-se, portanto, que a automação é utilizada para se referir aos computadores e máquinas que possibilitam a troca de informações e conseqüentemente acesso a dados, sendo aplicada diretamente a tarefas realizadas pelo homem de modo contínuo e repetitivo. E quando voltada para o campo industrial tem a finalidade de ser aplicada para obter melhores resultados.

Palavras-chave: Indústria 4.0; mudanças; automação.

Abstract

The objective of the study was to understand the importance of industrial automation through the industrial revolution 4.0, in which a bibliographical review was used as a methodology. , integration of data in the manufacturing process, optimized production processes, among many others, which contribute significantly to automation. Concluding, therefore, that automation is used to refer to computers and machines that enable the exchange of information and consequently access to data, being directly applied to tasks performed by man in a continuous and repetitive way. And when turned to the industrial field, it has the purpose of being applied to obtain better results.

Keywords: Industry 4.0; changes; automation.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de sistemas eletrônicos e de tecnologias da informação nos processos de produção e gerenciamento das indústrias, onde o computador e a internet deram início à automação dentro da fabricação dos bens de consumo. Esse processo de aplicação de tecnologias constituíram a chamada Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial, sendo essa um marco para automatização dos processos produtivos.

Nesse contexto a Indústria 4.0 passou a congregiar máquinas inteligentes, assim como análise computacional, conectando pessoas e gerando eficiência e eficácia operacional. Todo esse processo garantiu aos planos industriais metodologias digitais que valorizaram a cadeia de valor, aproximando os meios biológicos dos físicos, ou seja, pessoas e máquinas. Logo o processo de comunicação ganhou autonomia e garantiu a prevenção de falhas e correções sem danos ao processo produtivo.

Sabe-se que a implantação da Indústria 4.0, favoreceu o aumento da produtividade, gerando um menor tempo de produção em massa dos bens de consumo. Essa inovação gerou benefícios para as indústrias aumentando a eficiência e rapidez aos nichos específicos do mercado, onde a produção de determinados bens customizados passaram a gerar um maior valor. Nesse sentido, o estudo reside no seguinte problema: Quais as principais mudanças que ocorreram na automação industrial com a implantação da indústria 4.0?

Diante de tais aspectos, há de se reconhecer que a indústria 4.0 surgiu por conta dos avanços tecnológicos iniciaram inúmeras exigências no mercado voltadas para produtos com mais qualidade, sendo necessário introduzir uma nova linhagem de produção a automação industrial, buscando assim encerrar as falhas humanas. Nesse contexto a automação é um sistema de computadores que substitui o trabalho objetivando a velocidade produtiva, diminuindo os custos e melhorando a qualidade dos produtos.

Sabendo-se que, a indústria 4.0 trouxe mudanças significativas nas indústrias e conseqüentemente na automação, justifica-se o desenvolvimento do estudo, que tem como objetivo geral compreender a importância da automação industrial através da revolução industrial 4.0. Para melhor delineamento do estudo, os objetivos específicos são pautados em estudar a Revolução Industrial 4.0, definir as principais características da automação industrial e abordar o uso da automação industrial na Revolução Industrial 4.0.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada para desenvolver a pesquisa foi a revisão bibliográfica com busca realizada na base de dados do Google Acadêmico e repositórios virtuais de Engenharia de Automação. A busca foi realizada com auxílio das seguintes palavras-chaves: indústria 4.0, automação industrial, mudanças. Foram selecionados artigos, jornais e revistas que corresponderam ao título e objetivos do estudo. Portanto, foram excluídos arquivos que não respondiam aos objetivos da pesquisa. Os artigos selecionados para os resultados dos estudos foram de 2017 a 2022.

2.1 Resultados e Discussão

O ponto de partida da indústria 4.0 foi a 1ª Revolução Industrial, sendo essa marcada por intervenções de maquinários a vapor na produção têxtil, logo em seguida a 2ª Revolução Industrial trouxe o protocolo de eletrificações das indústrias sendo necessário criar produção de linhas de montagem de automóveis que vieram com Henry Ford em 1913. Iniciou-se o protocolo na década de 80 a informatização e automatização dos processos mecânicos que seriam eletrônicos e industriais (DUARTE, 2017).

A indústria 4.0 é também conhecida como Quarta Revolução Industrial, que pode englobar um sistema de tecnologias avançadas através de inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem. Porém com o passar dos anos ocorreram inúmeras modificações nos modelos desse tipo de fenômeno. A automação e a troca de dados passou a ser vista como uma etapa de produção e de modelos de negócios por meio de um maquinário e de computadores que buscou customizar as palavras para definir determinados conceitos voltados para a indústria 4.0 (NOGUEIRA; PATINI, 2017).

Logo o impacto que a indústria 4.0 passou a obter ganhou a obter resultados significativos para aumentar o processo de eficiência de seus usuários, onde estes passaram a desenvolver recursos de produtos em uma escala maior. No Brasil esse tipo de integração passou a ser feitos em cadeias globais. Assim é necessário compreender que a indústria 4.0 representa a automação industrial em seus diferentes graus tecnológicos, objetivando o aumento produtivo (SOUZA, 2018).

A incorporação da robótica avançada assim como os sistemas de conexão de máquina-máquina, internet das coisas e de sensores e de atuadores ajudaram esses equipamentos nas operações industriais. Esse tipo de tecnologia contribuiu para conexão nas etapas de cadeia de valor, onde o desenvolvimento passou a contribuir com novos produtos, produção e pós-vendas. Os exemplos das tecnologias utilizadas pela indústria 4.0 são: inteligência artificial, computação em nuvem, big data, internet das coisas, robótica avançada, manufatura aditiva e digital integração de sistemas e sistemas de simulação (SCHWAB, 2018).

Em estudo realizado por Perin (2019) inteligência artificial consiste na aplicação de análise avançada de sistemas que tem como base a lógica, sendo inclusa a aprendizagem de maquinários, para interpretar os eventos, assim como analisar os computadores e os sistemas. É uma tecnologia que serve para o processo de decisões e que contribui para o processo produtivo.

Entretanto, para Teixeira (2019) a computação em nuvem é considerada o processo de distribuição de computação, servindo como base para armazenamento, banco de dados, *software* e análises que são efetuadas por conta da internet e usam a memória como capacidade de proporcionar os recursos flexíveis para a economia em grande escala. A computação em nuvem permite que as empresas usem de recursos computacionais online que permitem fazer o acesso remoto em diferentes dispositivos. Nesse contexto o investimento pode ser alto nos equipamentos e na equipe de suporte, pois gera um alto custo de manutenção

Na pesquisa realizada por Sacomano e Sátyro (2018) é relevante ressaltar a Big data é uma das abordagens conhecidas para atuar no processo de variedade e complexidade dos dados, podendo chegar a um enorme volume crescente e com uma maior velocidade dos fatos, onde a resolução do negócio usa de *software* para processamentos que não podem ser gerenciados. Esse tipo de técnica permite que os usuários usem de aprendizagem dos maquinários para efetuarem uma interferência nas tendências e em seus dispositivos.



Segundo Yamada Patini (2018) Internet das coisas é uma abordagem sobre a interconexão que tem por objeto o meio de infraestrutura habilitada por *softwares*, sensores e atuadores que juntos ao sistema de computação distribuída podem organizar as redes e resultam em ganhos de eficiência. A Robótica avançada é um dispositivo que age em grande parte ou de forma parcial na forma autônoma que interage de forma física com pessoas ou no ambiente em que essas podem modificar seu comportamento com base nos dados de sensores

A manufatura aditiva é o processo de fabricação de peças que parte de desenhos digitais que são feitos com auxílio de uma modelagem tridimensional, onde são sobrepostas finais camadas materiais, uma a uma, através da impressora 3D, esse tipo de procedimento usa metal, plástico, ligas metálicas e areia como matéria prima. Já a manufatura digital é o sistema integrado que usa o computador como base de simulação, visualização 3D, análise de ferramentas de colaboração e criação de definições que juntas servem para o processo de manufatura do produto (SCHWAB,2018).

A integração de sistemas e sistemas de simulação aborda a união de diferentes sistemas de computação e de *software* seja física ou funcional para atuar na troca de informações que permite que as empresas mais abrangentes no mercado possam compreender as reais necessidades de seus negócios. esse tipo de informação serve para criar decisões estratégicas ainda na planta da produção (JUNIOR; SALTORATO, 2018).

De acordo Maneguelle e Decco (2019) com a indústria 4.0 gera autonomia e inteligência para as máquinas, porém é necessário compreender o significado na prática, ou seja, como essa ferramenta se inseriu nessa nova revolução. Essa revolução no sistema industrial ocorreu por conta do grande desenvolvimento tecnológico que iniciou uma série de mudanças organizacionais e sistemáticas.

Conforme Cardoso (2020) a Revolução Industrial investe pesado em tecnologia, necessitando assim de uma série de dispositivos adequados ao maquinário inteligente e as plataformas de gestão. Um dos maiores triunfos da Indústria 4.0 é a eficiência produtiva, onde os dispositivos trabalham em conjunto produzindo novas estruturas tecnológicas que permitem redesenhar todo o cenário do consumidor. Consiste, portanto, em modelo de novo padrão de eficiência garante qualidade ao produto e aumenta a lucratividade.

No estudo realizado por Bridi (2020) observa-se que como a eficiência, a agilidade tecnológica é outro fator abundante para o desenvolvimento industrial, já que facilita identificar possíveis problemas que possam afetar a produtividade. A agilidade é fundamental para o processo de otimização produtiva e contribui para a economia, uma vez que o alto investimento tecnológico necessita do aumento da produtividade a diminuição do desperdício de energia e de matéria-prima. Esse protocolo de economia contribui para aumentar a margem de lucro e contribui para o investimento em outros equipamentos.

Já para Marques (2022) a indústria 4.0 trouxe inúmeros benefícios desde sua implantação, dentre estes, os usos de tecnologias digitais para permitirem o aumento da capacidade produtiva de pequenas, médias e grandes empresas de ramos comerciais, como de alimentos, bebidas, moveleiros, vestuários, alimentos e calçados

Nesse viés observa-se, que todo o processo de agilidade é promovido pela indústria 4.0, onde a tecnologia contribui para a personalização dos produtos, redução de erros, diminuição de gastos. Além disso, há de se reconhecer que a medida que a indústria 4.0 se aprimora, conseqüentemente seus benefícios refletem também na automação industrial.

Em complemento aos resultados há de se reconhecer que a automação na indústria 4.0 cresce consideravelmente e vem quebrando muitas barreiras acerca do uso de tec-

nologias de ponta. Acessível e especificamente para as indústrias e conseqüentemente contribuindo com suas tecnologias. Aspecto que se deu devido os avanços tecnológicos evoluírem rapidamente nos anos 70, assim como com o surgimento de benefícios direcionados para setores da sociedade, dentre estas indústrias e edificações (FILHO JÚNIOR, 2018).

Observa-se que no Brasil esses avanços somente chegaram no século XX, e somente era acessível para as pessoas de classes econômicas altas, tendo em vista que os custos e manutenções da automação na época eram muito altos, o que impossibilitava que as classes mais baixas tivessem acesso aos mesmos (CARDOSO, 2020)

Atualmente, esse sistema apesar de ter custo alto é vantajoso para a indústria 4.0, e pode ser visto em sistemas de automatizações mais simples, como em portões automáticos, funcionamento automático de máquinas, sensores de presença e uso de celulares em atividades diversificadas que proporcionam aos seus usuários maior comodidade e segurança.

A Automação possibilitou que muitas que as indústrias possibilitassem a automatização de muitas operações em equipamentos residenciais e em sistemas que incorporados à tecnologia possibilitou o gerenciamento de recursos existentes na seara industrial sejam eles relacionados ao processo produtivo, à energia, segurança e comodidade de quem faz uso da automação.

Nesse posto, percebeu-se que se trata de uma necessidade que se tornou muito comum e como já visto, acessível para grande parte das indústrias e outros setores da sociedade, que veem a automação com outras perspectivas. Aspectos que se dão em virtude dos seus componentes reduzir custos e oferecer aos engenheiros, integradores e aos diversos agentes idealizadores e executores de projetos industriais, melhores condições de tornarem as habitações adaptáveis os processos produtivos com melhores resultados.

3. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do presente estudo todos os objetivos traçados foram alcançados. No decorrer do estudo, compreendeu-se que a automação é utilizada para se referir aos computadores e máquinas que possibilitam a troca de informações e conseqüentemente acesso a dados, sendo aplicada diretamente a tarefas realizadas pelo homem de modo contínuo e repetitivo. E quando voltada para o campo industrial tem a finalidade de ser aplicada para obter melhores resultados.

Sendo assim, constatou-se que a automação trouxe melhorias setores importantes da indústria, pois trouxe a automação dos processos produtivos, trazendo possibilidades para o trabalho do homem, onde parte do trabalho passou a ser realizado com auxílio de máquinas, computadores e robôs. Sendo, portanto, uma prática que passou a ser realizada em ramos industriais.

Na indústria 4.0, trouxe benefícios que foram vantajosos para o aumento da produtividade, maior precisão, redução de gastos, mais qualidade e menor tempo na produção, monitoramento remoto, segurança, assim como outras vantagens que refletiram positivamente no ramo.

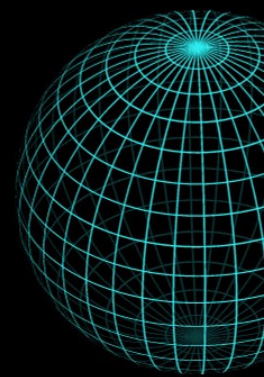
Diante de tais aspectos, há de se reconhecer o quão os benefícios foram potenciais e contribuíram com os processos de produção através da evolução tecnológica trazida pela automação.



Referências

- BRIDI, Maria Aparecida; BOHLER, Fernanda R., ZANONI, Alexandre P. Relatório técnico-científico da pesquisa: **o trabalho remoto/home-office no contexto da pandemia Covid-19**. Curitiba: UFPR, GETS, REMIR, 2020.
- CARDOSO, M.O. **Indústria 4.0. A quarta evolução industrial**. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020. Disponível: <http://repositorio.utfpr.edu.br>. Acesso:15/032023.
- DUARTE, Adriana Yumi Sato. **Proposta de integração entre ferramentas de avaliação de ciclo de vida do produto e Indústria 4.0 (Indústria 4.0): estudo de caso da indústria têxtil e de confecção brasileira**. 2017. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.
- FILHO JUNIOR, Geraldo Tassarini; SALTORATO, Patricia. Impactos da Indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.
- MARQUES, Renan Pasini. **Os impactos da indústria 4.0 na automação industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2022. Disponível: <http://repositorio.utfpr.edu.br>. Acesso:15/032023.
- MENEGUELLO, Cristina; DECCA, Edgar Salvadori de. **Fábricas e Homens: a revolução industrial e o cotidiano dos trabalhadores**. 5. ed. S.L.; 2019.
- NOGUEIRA, Arnaldo, M.; PATINI, Aline, C. Trabalho remoto e desafios dos gestores. S.L. **RAI Revista de Administração e Inovação**, V. 9. 2012.
- PERIN, Cláudio. **Indústria 4.0: qual o grau de maturidade digital da sua empresa. Qual o grau de maturidade digital da sua empresa**. 2019. Disponível em: <https://leanteam.com.br/industria-4-0-qual-o-grau-de-maturidade-digital-da-suaempresa/>. Acesso em: 05 out. 2022.
- SACOMANO, J. B.; SÁTYRO, W. C. **Indústria 4.0: conceitos fundamentais**. São Paulo: Blusher, 2018.
- SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. S.L: Edipro, 2018.
- SOUZA, Elana Silva de. **Características e impactos da Indústria 4.0: percepção de estudantes de ciências contábeis**. 2018. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- TEIXEIRA, Francisco M. P.. **Revolução Industrial**. 12. ed. S.L: Ática, 2019.
- YAMADA, V. Y.; MARTINS L. M. Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo. Revista Terra & Cultura: **Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n. especial, 2018.

17



AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA ÁREA AUTOMOBILÍSTICA: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS

*INDUSTRIAL AUTOMATION IN THE AUTOMOTIVE AREA: IMPORTANCE AND
BENEFITS*

Deyvisson Barbosa Santos¹

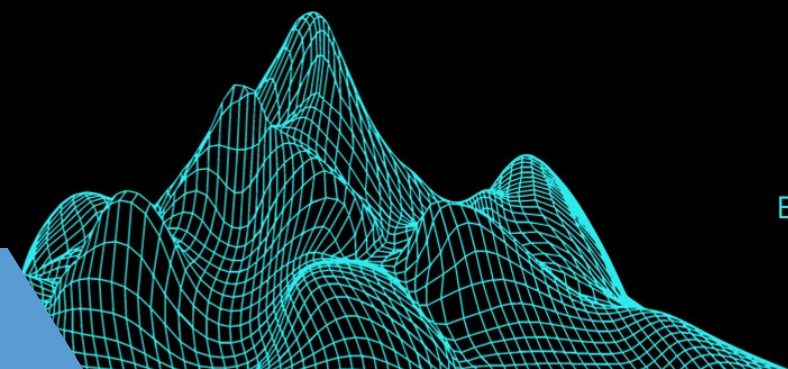
Ana Flávia Menezes Silva¹

Lilian Barros Santiago²

Joshiclayton Lopes Rego²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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



Resumo

A indústria de mineração cresce constantemente e com ela a automação caminha ao mesmo passo. A automação surge como ferramenta indispensável dentro desse setor, uma vez que lidar com máquinas grandes e materiais pesados torna-se tarefa um tanto difícil e pesada para trabalhadores, além de reduzir tempo, cortar gastos, a automação industrial ainda colabora para a lucratividade das indústrias e diminuição de acidentes no trabalho. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo principal discutir a importância do processo de controle e automação dentro da indústria de mineração. Para isso, buscou-se por meio desta proposta de pesquisa responder ao seguinte questionamento: De que forma o processo de controle e automação pode contribuir para gerar melhorias dentro de uma empresa de mineração?. Dessa forma, a metodologia utilizada foi o método de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Como resultado, pôde-se perceber a relevância da automação como ferramenta indispensável para a indústria de mineração, bem como o quão relevante ela é no combate a acidentes de trabalho e aumento de lucratividade.

Palavras-chave: Automação. Mineração. Lucratividade. Redução de Acidentes.

Abstract

The mining industry is constantly growing and with it automation is moving at the same pace. Automation emerges as an indispensable tool within this sector, since dealing with large machines and heavy materials becomes a somewhat difficult and heavy task for workers, in addition to reducing time, cutting expenses, industrial automation still contributes to the profitability of industries and reduction of accidents at work. Thus, the main objective of this research was to discuss the importance of the control and automation process within the mining industry. For this, it was sought through this research proposal to answer the following question: How can the control and automation process contribute to generate improvements within a mining company?. Thus, the methodology used was the literature review method, which is a qualitative and descriptive research. As a result, it was possible to realize the relevance of automation as an indispensable tool for the mining industry, as well as how relevant it is in combating work accidents and increasing profitability.

Keywords: Automation. Mining. Profitability. Accident Reduction.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a indústria de mineração está crescente e que vem se desenvolvendo. Ela foi uma das primeiras responsáveis a aderir à tecnologia de automação, no entanto, a princípio, não obteve muito êxito. Nos últimos anos, a indústria de mineração tem enfrentado crescente pressão ambiental, social e baseada em recursos para mudar a forma como opera. Como resultado indireto de ser tão obstinada, a automação generalizada pode ser a única maneira de atualizar a indústria de mineração (ALVES, 2019, p. 25).

Nesse contexto, a mineração é uma indústria responsável por extrair matéria prima da crosta terrestre, e a partir disto, transformá-la em um produto valioso e de qualidade. Essa missão tem instigado a indústria a pensar em formas de melhoria tanto na sua produtividade quanto em sua eficiência. Regularmente, a maioria das minas estão situadas em áreas remotas e nesses casos a implantação da automação contribuiria para uma melhoria da utilização dos recursos.

A implantação da automação dentro de uma indústria possibilita benefícios, como por exemplo: a redução de custos, uma maior segurança operacional, colabora na abordagem dos pontos inseguros, gera mais lucro, etc. Nesse sentido, prevê-se que as empresas que implementam tecnologias de automação percebam rapidamente um aumento significativo na produtividade e uma diminuição nos gastos com a implementação correta (BITKOM; VDMA, 2016, p. 45).

De acordo com isso, é possível perceber os inúmeros benefícios da automação dentro de uma indústria, bem como o quão ela contribui para o avanço tecnológico dentro da indústria de mineração, o que acarreta vários fatores positivos tanto para empresários quanto para funcionários do ramo.

Nesse viés, buscou-se responder ao seguinte questionamento: De que forma o processo de controle e automação pode contribuir para gerar melhorias dentro de uma empresa de mineração? E para que isso fosse possível, a presente pesquisa teve como objetivo geral: discutir a importância do processo de controle e automação dentro da indústria de mineração. Sendo assim, o objetivo específico foi: Entender a importância do processo de controle e automação dentro da indústria de mineração, bem como seu conceito e benefícios. Para que isso fosse possível, a metodologia definida foi a Revisão bibliográfica.

Portanto, a presente pesquisa contribui de maneira clara e objetiva para demonstrar a importância da implantação do processo de controle e automação dentro do setor de mineração, visto que a automação possui como benefícios a redução de custos, aumento da produtividade, mais segurança dentro do ambiente de trabalho, entre outros, sempre em busca de contribuir para melhorias e avanços dentro da indústria. Dessa forma, esta pesquisa é válida também para acadêmicos da área que pretendem se inserir no mercado de trabalho e serem profissionais qualificados e atualizados, os quais conhecem e entendem processos inovadores como a automação.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho teve caráter qualitativo e veio com o principal intuito discutir a importância da automação dentro do setor de mineração. Para isso, foi utilizado o método



de revisão da literatura, o qual trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e descritivo. Dessa forma, foi realizada a pesquisa nas referidas base de dados: CIELO”, “ABEPRO” e “REVISTA FERRAMENTAL” etc, as quais possuem artigos, livros, dissertações, dentre outros que abordam o tema aqui explanado. O período dos trabalhos pesquisados foram os trabalhos realizados nos últimos dez anos, e para a realização deste trabalho foi feita a pesquisa utilizando-se das seguintes palavras-chave: Automação Industrial, Indústria Mineradora, Benefícios, Vantagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabe-se que a indústria mineradora é uma grande contribuinte da economia, fomentando renda para milhares de pessoas, este setor cresce de forma promissora com potencial de crescimento positivo e contínuo, mas para que isso ocorra sem que ajam falhas e um grande custo, são necessários ajustes dentro da indústria de mineração.

A operação eficiente de uma mina depende do pessoal e dos equipamentos usados para extrair minerais e metais. De acordo com Bitkom e VDMA (2016, p. 48), os sistemas de controle de processo ajudam a melhorar o desempenho final das minas, otimizando seu gerenciamento geral.

As empresas de mineração usam sistemas de controle de minas para operar e supervisionar operações de mineração, processando informações em tempo real, ajustando o processo de produção com base na disponibilidade de mão de obra e equipamentos, além de abordar possíveis problemas por meio de alarmes e sistemas de detecção de falhas. (MARTINS; SILVA, 2020, p. 15).

A automação industrial surge como ferramenta capaz de garantir lucro e redução de gastos ao mesmo tempo, isso porque ela garante a autonomia dos processos de mineração, além de reduzir o esforço humano ao máximo, cortando assim, custos operacionais e despesas com possíveis falhas.

Isso ocorre devido ao uso de tecnologias de software, hardware e equipamentos específicos utilizados em processos de mineração. Nesse viés, com a substituição da mão de obra humana por máquinas capazes de desempenhar as mesmas funções e até mesmo outras funções consideradas mais perigosas, garantindo-se assim a segurança de funcionários que constantemente encontram-se expostos a potenciais situações de risco de vida. Desta forma obtêm-se um aumento na lucratividade do setor, bem como uma maior redução de custos e falhas, sem deixar de lado a segurança dos trabalhadores.

Estas vantagens nos levam a refletir sobre como o mercado de trabalho globalizado reage diante das mudanças que transformam a forma de alavancar a indústria. Sendo assim, a competitividade presente no mercado de trabalho estende-se a indústria, essa por sua vez, exige produtos de alta qualidade e consistentes com um preço abaixo, sem deixar de garantir a segurança dos envolvidos. Para enfrentar esse desafio, indústrias estão considerando projetos de novos produtos e técnicas de manufatura integradas em paralelo com o uso de dispositivos automatizados (LAGE, 2021, p. 14).

Nesse contexto, a automação, vem para auxiliar no processo de produtividade, onde o objetivo é produzir mais, mantendo a qualidade e baixo custo. E ao contrário do que se pensa a automação não é implantada com o propósito de retirar mão de obra humana e substituir por máquinas, mas sim de inverter os papéis, deixando o trabalhador seguro de riscos iminentes e diminuição da realização de atividades repetitivas e de mais esforço que gradualmente podem provocar doenças ocupacionais, gerando assim prejuízo a saúde do

profissional e perda de recurso financeiro para custear tratamentos hospitalares.

Visto que, a automação é um processo valioso e indispensável dentro de uma indústria, cabe lembrarmos que para entendermos o que é Automação Industrial, primeiro devemos olhar para os anos 1950. Foi nessa época, também conhecida como anos dourados, que o termo automação começou a se popularizar. Assim popularizava-se a movimentação automática de materiais (MARTINS; SILVA, 2020, p. 5). Deste então a interação das máquinas e atividades econômicas é sempre levada em consideração quando retratamos processos industriais em grande escala que auxiliam em avanços globalizados e tecnológicos para a sociedade como um todo, desde os grandes empresários até os operários que necessitam de seus empregos para sustentar sua família.

O potencial econômico Brasileiro foi alavancado e mecanismos que auxiliassem a cumprir os prazos de entrega tiveram que ser criados, as máquinas foram essenciais neste processo. Para Nolan (2019, p. 18), a mecanização é a operação manual de uma tarefa usando maquinário motorizado que depende da tomada de decisão humana. Por outro lado, a automação substitui o envolvimento humano com o uso de comandos com programação lógicos e máquinas poderosas. Apesar desta definição mais cética sobre mecanização, podemos pensar de forma mais flexível sobre como este processo de fato auxilia no desenvolvimento da industrialização.

Nesse contexto, para Lage (2021, p. 18), a automação industrial é a substituição do pensamento humano por computadores e máquinas. A palavra automação dá o significado de “auto ditado” ou “um mecanismo que se move por si mesmo” derivado das palavras gregas auto e matos, onde auto significa self enquanto matos significa se mover.

Refletindo um pouco mais sobre este tema, a automação se divide em três tipos, são eles: automação fixa ou rígida, automação programável e automação flexível ou suave. Quando trazemos essas ferramentas para a indústria mineradora estamos agregando a esse setor maior qualidade em sua produtividade, bem como reduzindo os custos e riscos recorrentes de atividades pesadas.

A mineração é uma indústria composta. Extrair da crosta terrestre matéria prima de diferentes formas, tamanhos e composições químicas e transformá-la em um produto final padronizado e de alta qualidade é um desafio e tem levado a indústria a optar por soluções que melhorem sua eficiência e produtividade. Normalmente as minas estão localizadas em áreas remotas e a adoção da automação ajuda na melhor utilização dos recursos (ARNOLD; KIEL; VOIGT, 2017, p. 38).

É importante ressaltar a importância da excelência no que tange o processo de mineração para que os compostos extraídos da natureza possam ser aproveitados ao máximo, para que não haja perda de materiais e nem tempo durante o processo. De acordo com Bitkom e VDMA (2016, p. 41), as tecnologias autônomas trazem benefícios que não podem ser negligenciados, pois afetam toda a cadeia de valor da indústria de mineração e, também das indústrias que dependem da mineração para suas necessidades de matéria-prima.

Tais benefícios podem ser facilmente identificados uma vez que são visíveis, tanto em curto prazo quanto em longo prazo. Pode-se destacar também a segurança operacional onde, a indústria deverá se beneficiar de um aumento considerável nas práticas de segurança.

Fatores como segurança operacional, riscos ambientais, pressão relacionada a custos



e produtividade e instabilidade político-econômica local e global estão expansivos e impactam as organizações de mineração.

Considerando essas circunstâncias, a automação está se tornando cada dia mais relevante para enfrentar esses e outros desafios. Nesse contexto, tecnologias como RPA, hiperautomação, *Machine Learning* e Inteligência Artificial (*Intelligent Automation*) ganham cada dia mais espaço nessa área. Nesse sentido, identificar processos e procedimentos operacionais, ajuda a abordar os pontos inseguros e, o desenvolver de softwares de saúde e segurança (SOP) para mitigar esses riscos são os principais aliados. Sendo assim, DNPM (2014, p. 45) salienta que:

Com o uso de equipamentos automatizados, que podem ser manobrados em áreas inseguras e locais desafiadores, as mineradoras podem enviar menos mineiros para o subsolo enquanto extraem uma maior produção, com menor risco para seus funcionários. Por exemplo, depois de implementar tecnologias autônomas em de suas minas africanas, a *randgold resources* reduziu a taxa de ferimentos trimestre a trimestre em 29% (DNPM, 2014, p. 45).

Nesse cenário, Lage (2021, p. 13) afirma que, a demanda por equipamentos de automação na indústria é impulsionada principalmente pela necessidade crescente de aumentar a produtividade e melhorar a segurança dos trabalhadores. A pandemia causou a demanda por automação e deve aumentar em longo prazo, principalmente para lidar com a escassez de mão de obra e custos crescentes.

Diante desse contexto, pode-se observar que as indústrias, em específico a mineradora, tiveram que se atualizar e buscarem métodos e ferramentas que os mantivessem ativas no mercado competitivo, os últimos anos não foram fáceis, e com eles vieram a necessidade de reinvenção, tanto de pessoas quanto de empresas e indústrias.

Muito já se sabe sobre esse amplo mundo tecnológico, porém muito ainda pode ser estudado e desenvolvido. Autores como Bitkom e VDMA (2016, p. 48) relatam que, o mundo do controle e automação é universo enorme a ser desbravado, há a necessidade de ser evoluir, trazer melhores condições de trabalho para humanos e máquinas, porém é preciso estar sempre atento para analisar todas as 46 possibilidades onde, qualquer opinião sempre deve ser bem-vinda e pensar sempre pensando fora da caixa.

Na mineração, ou como em qualquer setor, a RPA pode ajudar muito os processos de *back-office*. Em processos financeiros, recursos humanos ou qualquer outra área, a automação aumenta a produtividade, capacidade de processamento, rapidez e precisão, e permite atribuir tarefas de maior valor acrescentado aos colaboradores.

No entanto, deve-se notar que a automação não apenas melhora os processos de *back-office*, mas também desempenha um papel importante nas operações diretas.

Como muitas outras indústrias, a mineração busca fazer mais com menos, e é nessa premissa que a automação de processos se torna uma excelente aliada, desde a conexão de sistemas internos para aproveitá-los ao máximo, passando pelo aprimoramento da análise dos dados coletados das operações, ou mesmo a redução de erros humanos, ao processamento de dados em larga escala de computadores e sistemas físicos para monitorar proativamente os riscos e gerar alertas.

Logo, aprofundar os estudos sobre automação é essencial e indispensável ao cenário pós-pandêmico em que estamos inseridos. Nesse viés, a necessidade de otimização dos custos de produção, a necessidade de reduzir a intervenção humana em pontos específicos das operações e a mudança do cenário de mineração continuarão sendo os principais

fatores de crescimento do mercado. A qualidade alcançada pela automatização de tarefas repetitivas vai além da produtividade, para o operador - ela melhora a qualidade do trabalho e a satisfação, porque os operadores ficam livres para realizar mais e variadas tarefas (LAGE, 2021, p. 18).

Dessa forma, é de extrema importância o uso da automação industrial dentro das indústrias de mineração, uma vez que a automação traz benefícios que podem ser vistos em curto prazo, como por exemplo: redução de custos operacionais, aumento da segurança e redução de falhas.

Uma indústria que investe na segurança reduz seus gastos, visto que, com a redução de pessoas realizando trabalhos repetitivos ou até mesmo pesados, diminui-se o índice de acidentes, sem contar que as máquinas poderão realizar tarefas consideradas perigosas para os trabalhadores.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento da sociedade e da economia mundial está diretamente ligado à indústria. A tecnologia e a automação fundamentam setores essenciais para que as fábricas desempenhem bons trabalhos executados em tempo favorável e com eficiência, o que torna o valor comercial dos produtos mais vantajoso para as empresas e para o exportador e aumenta a oferta desses produtos em curto prazo, mantendo também a segurança dentro do setor de trabalho, aumentando a qualidade de vida dos operários e diminuindo custos trabalhistas voltados para riscos de vida e acidentes de trabalho.

Sendo assim, é de extrema importância que uma indústria saiba utilizar a tecnologia ao seu favor, buscando recursos que facilitem a produtividade e a lucratividade da empresa. A adesão de processos de controle e automação ajuda a aumentar os lucros e desenvolver determinado ramo.

Para captar o verdadeiro valor da automação de processos, é preciso ter uma visão holística dela e entender que essa tecnologia veio para ficar. Dessa forma, a automação torna-se fator fundamental na redução de riscos, sejam eles: financeiros, operacionais ou de segurança do trabalho, e ajuda as organizações a se transformarem, visando sempre a melhoria da eficiência e das operações.

Logo, conclui-se que, o processo de controle e automação contribui para o desenvolvimento da empresa para que esta execute seus processos com excelência. Já que, uma empresa que investe tanto na produção quanto na segurança de seus trabalhadores e também nos recursos que irão apoiá-los, reduz seus gastos, visto que dentro de uma instituição, quanto mais colaboradores existir dentro de uma área de risco iminente, mais custos e maior serão os riscos. O uso da automação somado a mão de obra humana é essencial para o investimento e para a diminuição de custos e no aumento a segurança.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir através dos trabalhos estudados que, a automação contribui de forma significativa para o avanço das indústrias, e quando nos referimos à indústria de mineração, essa colaboração fica ainda mais perceptível, uma vez que fica claro e evidente os benefícios que a automação traz para esse ramo, desde a redução de acidentes até a facilidade de trabalhar com maior eficiência e realização de trabalhos pesados, sem que seja necessário o empregador se arriscar.

Nesse contexto, os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados, uma vez que foi possível, por meio da literatura, discutir a importância do processo de controle e automação dentro da indústria de mineração, abordando seus principais benefícios para esse



setor. Ao longo do trabalho foram apresentados fatores positivos que a automação traz para a indústria mineradora.

Logo, com esta pesquisa foi possível responder ao questionamento que norteou este trabalho, esclarecendo de que forma o processo de controle e automação pode contribuir para gerar melhorias dentro de uma empresa de mineração. Sendo estas expostas nas discussões: redução de custos, menor tempo de produção, melhoria na produtividade e eliminação da possibilidade de falhas humanas.

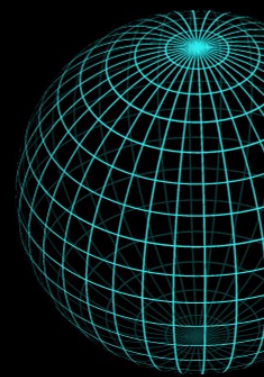
Nesse viés, foi possível observar nos resultados e discussões aqui apresentados que, a necessidade de otimização dos custos de produção, a necessidade de reduzir a intervenção humana em pontos específicos das operações e a mudança do cenário industrial, bem como a necessidade de trazer mais segurança para o ambiente industrial de uma mineradora ainda são os principais fatores de crescimento do mercado.

Dessa forma, é relevante o estudo deste tema, bem como a abordagem de outros temas relacionados à automação industrial dentro do setor de mineração, como forma de informar aos profissionais da área e também empresários e público em geral sobre os benefícios dessa ferramenta e as melhorias que a mesma agrega dentro desse setor.

Referências

- ALVES, R. A participação brasileira na maior convenção de exploração mineral. **Revista Brasil Mineral**. Ano XXXVI, n.388, p.18-20. mar. 2019.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 6 Ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- ARNOLD, C.; KIEL, D.; VOIGT K-I. Innovative Business Models for the Industrial Internet of Things. **Conference: International Association for Management of Technology (IAMOT)**. Vienna, Austria, v.26, 2017.
- BITKOM; VDMA; ZVI. **Implementation Strategy Industrie 4.0: report on the results of the industrie 4.0 platform**. Plattform Industrie 4.0 (2013-2015). Frankfurt, Alemanha, 2016.
- DNPM – **Departamento Nacional de Produção Mineral**. Sumário mineral 2014. Brasília, 2014.
- LAGE, Eron Antônio. **Controle e automação na indústria da mineração, estudo de caso**. 2021. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3167/1/MONOGRAFIA_ControleAutoma%20na%20Ind%20ustria.pdf. Acesso em: 10 de abr. 2023.
- MARTINS, Eric Couto; SILVA, Miriã Vieira da. **Evolução da automação nas indústrias automobilísticas no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Evolu%C3%A7%C3%A3o-da-Automa%C3%A7%C3%A3o-nas-Ind%C3%BAstrias-Automobil%C3%ADsticas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2023.
- NOLAN, A, **Artificial intelligence, and the technologies of the Next Production Revolution**. In: OECD. Science, Technology and Innovation Outlook 2018. p.51-74. 2019.
- PAIOLA, C. **As aplicações de Realidade Aumentada na Indústria 4.0**. Portal Indústria 4.0. mai. 2019.
- PEREIRA, Matheus Jacon; et al. **Automação na indústria metalúrgica de mineração com RFID: uma revisão integrativa**. 2015. Disponível em: <https://abmproceedings.com.br/en/article/download-pdf/automacao-na-industria-metalurgica-e-de-mineracao-com-rfid-uma-revisao-integrativa>. Acesso em: 09 de abr. 2023.
- SARTORI, Alexandre. **Automação é sinônimo de sobrevivência na mineração**. 2020. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/19905-automacao-e-sinonimo-de-sobrevivencia-na-mineracao>. Acesso em: 08 de abr. 2023.

18



AS DIFICULDADES DO AVANÇO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO BRASIL

THE DIFFICULTIES OF THE ADVANCEMENT HOME AUTOMATION IN BRAZIL

Moisés Pinheiro Silva¹

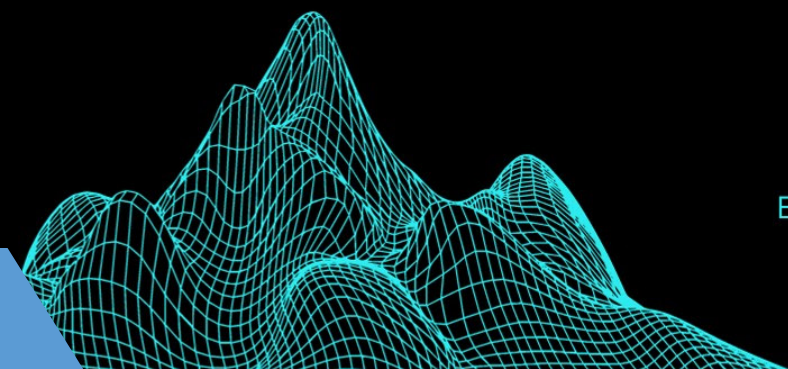
Marcus Vinícius Costa Righetti²

Joshiclayton Lopes Rego³

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Engenharia de Controle e Automação, Unicesumar, Mandaguaçu-Paraná

3 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A automação residencial ou domótica consiste na relação casa e robótica, por meio de ferramentas presentes no dia a dia (Eletrodomésticos, Smartphones, Sensores e outros). Essas interações podem promover conforto, praticidade, economia e segurança nas residências. Com o desenvolvimento dessa tecnologia, ainda é possível observar obstáculos que retarda o avanço da domótica no Brasil. Com isso, esse estudo teve como objetivo examinar as barreiras que impedem o avanço da automação residencial brasileira. Realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, através de artigos científicos indexados nas bases de dado da Scielo e Google acadêmico, publicados na Língua Portuguesa e Inglesa, do período de 2013 a 2023. Evidenciou-se que o alto custo, complexidade, cultura, manutenção, mão de obra, conhecimento e equipamentos são os maiores divisores, acrescenta-se também a insegurança dos usuários com a proteção de dados. Portanto, concluímos que metodologias simples e acessivas sejam adotadas, em conjunto com técnicas que oferecem mais segurança aos usuários, favorecendo a expansão da automação residencial no Brasil.

Palavras-chave: Domótica. Automação Residencial. Casa inteligente.

Abstract

Home automation or domotics consists in the relationship between home and robotics, by means of tools present in everyday life (Appliances, Smartphones, Sensors, and others). These interactions can promote comfort, practicality, economy, and safety in residences. With the development of this technology, it is still possible to observe obstacles that delay the advancement of home automation in Brazil. Thus, this study aimed to examine the barriers that hinder the advancement of Brazilian home automation. A qualitative bibliographic review was carried out, through scientific articles indexed in the Scielo and Google academic databases, published in Portuguese and English, from 2013 to 2023. It was evidenced that the high cost, complexity, culture, maintenance, labor, knowledge and equipment are the biggest dividers, it is also added the insecurity of users with data protection. Therefore, we conclude that simple and accessible methodologies be adopted, together with techniques that offer more security to users, favoring the expansion of residential automation in Brazil.

Keywords: Domotics. Residential Automation. Intelligent home.

1. INTRODUÇÃO

A automação residencial é a adição de tecnologia para a realização das atividades que eram dependentes do morador, possibilitando ao usuário o controle, por meio das ferramentas disponibilizadas no âmbito domiciliar. Apresenta-se também outra nomenclatura conhecida, a palavra Domótica, onde se deu pela fusão de casa e robótica. A aplicação desta ferramenta está além de simples passos de comando, está presente na arquitetura de um ambiente mais aconchegante, sofisticado e seguro, no qual facilite a vida dos indivíduos.

Estas tecnologias veem adentrando as residências, através de Eletrodomésticos, *Smartphone*, Câmeras de Segurança, Sensores, Fechaduras Eletrônicas, possibilitando um ambiente mais tecnológico, proporcionando comodidade e segurança. Essas ferramentas podem servir de base para a automação residencial promovendo assim seus benefícios como: conforto, saúde, segurança, estilo, praticidade e economia. Contudo, para que haja um ambiente adequado para receber este aparato tecnológico, são necessários planejamentos e ferramentas que atendem a necessidade do usuário.

Portanto visa-se as barreiras da automação residencial tais como: custo, equipamentos e outros, veem limitando o seu desenvolvimento, proporcionando uma lentidão no processo evolutivo. Mesmo com os lares com ferramentas mais modernas, ainda é possível visualizar uma resistência a inovação, onde impede o avanço da domótica no Brasil. Em vista disso, indaga-se quais os obstáculos oprimem o processo evolutivo da automação residencial no Brasil?

Sendo assim o presente estudo tem como objetivo visualizar as dificuldades da automação residencial no Brasil, examinando os obstáculos que comprometem o processo evolutivo da domótica. Diante disso, a análise deste trabalho é de suma importância social, pessoal e científica, pois, o assunto contribuirá para o desenvolvimento de técnicas e metodologias que auxiliem no processo evolutivo da automação residencial, compreendendo os usuários e estimulando o aperfeiçoamento buscando diminuir a lacuna sobre a temática.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Neste estudo foi realizado uma pesquisa básica estratégica, com objetivos descritivos, a partir do método hipotético-dedutivo, com abordagem de análise qualitativa com procedimentos de pesquisa bibliográficas, através de artigos pertinentes ao objetivo do trabalho. Foram estes extraídos das bases de dados Google acadêmico e Scielo. As palavras a serem utilizadas serão: Domótica; Automação Residencial; Casa inteligente. No qual a pesquisa foi realizada na Língua Portuguesa e inglesa. Os artigos foram analisados pelo resumo, e selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Os critérios de inclusão foram estudos que apresentavam a tese que foi elaborada a fim de construir a pesquisa e foram avaliadas as publicações dos últimos dez anos (2013 a 2023). Os critérios de exclusão foram estudos que apresentam inconsistências que invalidam os resultados e que não estejam no período pré-estabelecido.



2.1 Resultados e Discussão

A automação residencial ou conhecida por domótica vem ganhando espaço na sociedade, com isso, sabe-se a importância de conhecer suas metodologias e os desafios que precisam ser minimizados para que a mesma tenha um crescimento saudável contribuindo para a promoção do bem-estar e conforto dos usuários, através de melhorias, mediante o entendimento dos problemas (GOMES; SIRQUEIRA; 2020; MOURA; CUNHA, 2021).

2.2.1 Automação residencial

A automação residencial consiste no uso de tecnologias que favorecem a praticidade, conforto e segurança. No qual, automatiza atividades comuns pré-programadas, promovendo uma tecnologia adaptável ao usuário otimizando tempo e facilitando as tarefas. Esta inovação tecnológica possibilita que o consumidor se sinta com mais comodidade dentro do seu lar (SILVA, 2019).

O princípio da automação de forma simples esteve presente no início da humanidade, entretanto, durante a Revolução Industrial (século XVIII) ouve o progresso com máquinas a vapor. E a partir deste marco histórico surgiram muitos projetos e tecnologias importantes. A conceituação do nome automação está relacionada por meio da sua funcionalidade, no qual permite a ação de uma máquina programada sem mediação humana. Outro contexto importante é a definição da automação residencial conhecida também como domótica, onde está relacionada a palavra “Domus” que significa casa juntamente com a palavra “robótica”, sendo referente a automatização (MAIA, 2022).

A domótica é capaz de fazer com que a residência seja um local integrado, automatizado e agradável. A automação residencial está evoluindo, ganhando espaço na sociedade, onde os usuários estão exigentes. No qual é possível que através dessa tecnologia o controle esteja na palma de sua mão, por meio de *smartphones* ou *tablets*, podendo realizar comandos de segurança, sendo possibilitado o monitoramento em qualquer lugar (FERNANDES *et al.*, 2021).

2.2.2 Benefícios da automação residencial

A automação residencial proporciona aos seus usuários benefícios em relação a comodidade no lar, no qual variam desde a realização de tarefas por comando de voz ou controles, como também promove segurança, economia, além de propor um ambiente mais moderno. A utilização de sistemas integrados permite que o controle esteja na palma de sua mão pelo *Smartphone*, auxiliando os usuários nas tarefas, esta praticidade permite que pessoas com deficiência sejam beneficiadas. Esse conjunto de sistema integrado de controle possibilita a realização de inúmeras atividades cotidianas (MOURA; CUNHA, 2021).

Este auxílio no dia a dia é uma das vantagens de quem possui uma casa automatizada, onde esses benefícios podem ser usufruídos por pessoas com deficiência, sendo esses, portadores de morbidades estruturais, fisiológicas, psicológicas e anatômicas, entre esses os deficientes visuais, a realizarem atividades, por meio, de assistentes virtuais, como por exemplo, a Alexa, contribuindo para a qualidade de vida (GOMES; SIRQUEIRA; 2020).

Esta porta de acessibilidade dentro do lar, está mais próximo mediante as assistentes de voz, onde na interação do *Smartphone* com o ambiente, permite que atividades sejam direcionadas, como a ação de ligar e desligar uma lâmpada ou sistemas de aviso, como

de segurança com câmeras, de incêndio, possibilitando uma tranquilidade maior aos usuários. Outro grupo que se beneficiaria nesse processo de tornar o lar um ambiente mais acessível e seguro, são os idosos, no qual permitiria a realização de tarefas simples (ROCHA; ANHASINE, 2020).

Com o avanço da tecnologia e internet é possível analisar a sua influência na construção de uma casa mais inteligente, capaz de proporcionar inúmeros benefícios, tendo em vista que este crescente tem relação com o elo de desenvolvimento, no qual, interagem ainda com os conjuntos de aparelhos conectados em uma residência. As televisões, câmeras de segurança, aparelho de ar-condicionado, fechaduras eletrônicas, sensores, tomadas inteligentes vem adentrando a residência facilitando ainda mais a vida dos usuários, por meio de sistemas capazes de controlar através dos Smartphone e sistemas de inteligência, tornando a residência um ambiente conectado e acessível (YANG; LEE; LEE; 2018).

Para Cardoso (2019), os elementos necessários para garantir uma qualidade e eficiência em projetos conectados com a internet estão ligados com o plano de trabalho, ou seja, a ação que deseja realizar, e também um dispositivo capaz de interagir com os comandos e sensores, além de um bom algoritmo. Estas ferramentas conectadas de forma simultânea tornam possível a comunicação e acesso. O mesmo, cita que há protocolos bem conhecidos como Wi-fi, Bluetooth, Zigbee, SigFox e Long Range Wide Area Network (LoRaWAN).

2.2.3 As dificuldades da acessibilidade da automação residencial

Na construção de um lar acessível é necessários investimentos, tendo em vista que os aparelhos a serem integrados requer um sistema diferente dos que são utilizados no cotidiano. Estes aparelhos podem proporcionar ainda mais conforto, segurança e praticidade. Na realização desse projeto é essencial uma mão de obra qualificada que esteja preparado desde o processo de instalação e como na elaboração do projeto (GOMES; SIRQUEIRA; 2020).

Para o desenvolvimento e implantação de uma residência automatizada o custo se torna relativamente alto, tendo em vista a utilização de ferramentas, este valor pode chegar a ser 4,95% do valor usado na construção do imóvel (RIBEIRO, 2018). Mediante a este alto custo, uma parte da população não pode usufruir dessa tecnologia, principalmente pessoas portadoras de necessidades especiais, onde apenas 1% está no mercado de trabalho. Estes pontos retarda o avanço da automação residencial no Brasil (AMÉRICO, 2021).

De acordo com Medeiros (2012), o País ainda não conta com profissionais qualificados que atenda às necessidades do mercado, sendo um problema. Visto que a escolha de um sistema adequado proporcionaria economia de custo. Segundo Rebouças (2020), relata em seu estudo as barreiras para implementação da casa inteligente no Brasil foram, na sua maioria relacionada ao custo, acessibilidade, falta de equipamento, mão de obra qualificada, cultura e o conhecimento, descreve ainda sobre o mau funcionamento de telefonia e redes de internet, sendo uma barreira de crescimento.

Ao desejar uma casa automatizada, onde tenha sucesso em seu funcionamento é necessário um projeto bem elaborado que atenda às necessidades do usuário, neste processo de elaboração é preciso está presente uma boa infraestrutura, rede de dados, dispositivos e software de controle, sendo essencial o conhecimento nas tecnologias utilizadas. Um ponto importante a ser observado é a preparação da casa para receber um ambiente automatizado, para atingir o objetivo a estrutura deve estar preparada a receber os equipamentos (SILVA, 2021).

O acesso a uma casa automatizada, causa barreiras entre o consumidor, pois a implementação tem muitos elos, tanto ligado a finanças, o conhecimento com a tecnologia, outro relacionado é a privacidade de dados, sendo uma preocupação dos usuários e também confiabilidade dos serviços e dispositivos deixando o consumidor com dúvidas. Esse conjunto de razões pode proporcionar limitações para o avanço da automação residencial (REBOUÇAS, 2020).

De acordo com K. Sovacool e Rio (2020), uma casa tecnológica pode conter uns perigos relacionados a privacidade, confiança e o medo com a nova tecnologia. Relata ainda que os especialistas comentam que o medo com a segurança de dados, provoca insegurança, pois as casas inteligentes precisam coletar informações sobre a residência e tecnologias integradas, como os eletrodomésticos, demografia e padrões de consumo do usuário, com isso há anseio dos mesmos com a invasão de privacidade, onde possibilita que esses dados possam ser roubados e usado de forma indevida.

Conforme Silva (2021), o processo de automação residencial consiste em atividades cotidianas pré-programadas que otimiza o tempo e oferece praticidade, através de sistemas tecnológicos integrados. Mediante a isto é possível proporcionar segurança, conforto e gerenciamento energético nas residências e nos meios comerciais. No estudo de Silva, Oliveira (2019), descreve que houve um crescimento nos últimos anos, pois a tecnologia dispõe aos usuários comodidade, segurança e acessibilidade, onde, antes a casa inteligente poderia estar presente como algo futurista.

De acordo com Socolowiski (2022), o processo de integração, por meio de atuadores e sensores promoveram a modernização do lar. Sendo os mesmos divididos de acordo com dispositivos e funções, podendo ser automatizado, por meio de motores, segurança através de câmeras de monitoramento e conforto com dispositivos capazes de realizar atividades rotineiras, promovendo maior comodidade. Acrescenta Texeira; Cosmo (2021), outros benefícios que a domótica pode proporcionar é a ergonomia, gestão de tempo, programações de agendas, economia de energia.

O processo de evolução da domótica andam de mãos dadas com os seus benefícios, sua relação com a funcionalidade e suas aplicações são semelhantes e interligadas, impulsionando o seu crescimento, por meio da implementação de sistemas que promovem conforto, segurança e comunicação. Apesar da existência de recursos tecnológicos, a sua implementação, conhecimento e hábito de uso, leva o desconhecimento dos benefícios da automação, implicando diretamente no conforto e acessibilidade no seu dia a dia (CEBALLOS; MALQUIN; MAYANGER, 2021).

Os desafios mediante o avanço da automação residencial descrevem nas narrativas desde a falta de conhecimento, como o alto custo, complexidade dos sistemas, mão de obra, sendo essas, barreiras neste ramo. Pode-se observar que no trabalho de Texeira; Cosmo (2021), o desconhecimento das pessoas sobre as ferramentas que estão presentes na palma de suas mãos e a sua capacidade de interação com outros equipamentos, retarda o processo de gerar conforto e comodidade no lar.

Na narrativa de Peres *et al.* (2022), os sistemas de automação pré-estabelecidos pelos fabricantes são complexos e com custo elevado, sendo uma barreira para aplicações da tecnologia nas residências e escritórios. O desejo por uma automação mais simples geraria a sua inclusão nos lares e impactaria em benefícios sociais.

Outras dificuldades encontradas, foram observados os obstáculos onde no contexto da esfera social analisou-se os problemas relacionados, adaptação humano e máquina, redução de posto de trabalho, por meio da desvalorização humana e comprometimento da privacidade. Já no contexto ambiental acarretaria geração de resíduos eletrônico. Quando

examina-se o fator econômico, os obstáculos estão referentes ao custo, mão de obra, equipamentos e manutenção (OLIVEIRA; PIOLLA; SOARES, 2020).

De acordo com Moura (2022), a aplicação de um sistema domótico era de custo elevado, devido a mão de obra especializada limitada de difícil acesso. Menciona que este obstáculo vem decaindo nos últimos anos, oportunizando a utilização de atuadores e sensores, promovendo mais acessibilidade. No trabalho de Texeira; Cosmo (2021), a acessibilidade com os dispositivos implica positivamente na implementação da automação residencial, ficando à disposição do consumidor o seu nível e abrangência.

3. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como foco examinar os obstáculos que influenciam o desenvolvimento da automação residencial no Brasil. No decorrer da pesquisa notou que o avanço da automação concedeu a partir do século XVIII na Revolução Industrial, contribuindo para o desenvolvimento da tecnologia. Entretanto, evidenciou que pontos importantes devem ser abordados para o conhecimento e crescimento da automação residencial no Brasil.

Observou-se entre as narrativas o alto custo foram pontos de vários debates, em seguida de acessibilidade aos equipamentos, complexidade, mão de obra qualificada e o conhecimento. Outro ponto observado no decorrer da análise foi a insegurança na proteção de dados dos usuários, gerando anseio para utilizar dos serviços e equipamentos, mesmo com todos os obstáculos apresentados, a automação residencial demonstrou vantagens através da promoção de bem-estar, segurança e economia, tendo um futuro promissor.

Constata-se que para cooperação do avanço da automação residencial, o ser humano e os dispositivos devem andar de mãos dadas, para amplitude do saber. São necessários mais estudos, que relatem os problemas, a fim de contribuir para evolução dos sistemas de automação residencial brasileira. Enfatiza-se que metodologias mais simples sejam criadas e desenvolvidas a fim de alcançar um público maior, colaborando para o desenvolvimento.

Referências

AMÉRICO, Jonas de Jesus. Automação residencial de baixo custo. 2021. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/02/revista-esfera-tecnologia-v06-n01-artigo05.pdf><http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8860/1/Jonas%20de%20Jesus%20Am%c3%a9rico.pdf>. Acesso em: 31 out. 2022.

CARDOSO, D. S. **Aspectos atuais da IOT: Características e desafios**. 2019. 53 páginas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2569/1/MONOGRAFIA_AspectosAtuaisIot. Acesso em: 31 de out. 2020.

CEBALLOS; MALQUIN; MAYANGER. Sistema domótico para mejorar la administración de la finca “Santa Clara”, San Pedro de Huaca. **Dilemas contemp. educ. política valores**, Toluca de Lerdo, v. 8, n. spe4, 00037, 2021. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000600037&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 07 abr. 2023. E pub 20-Sep-2021. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2789>.

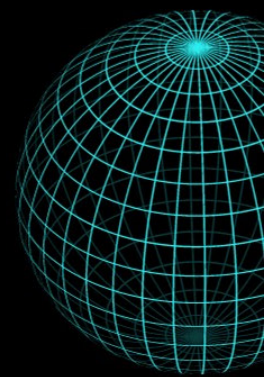
FERNANDES, Aynalle Suynalle de Castilho *et al.* **Automação residencial: domótica e suas aplicações**. DOMÓTICA E SUAS APLICAÇÕES. 2021. Disponível em: <https://www.confex.org.br/midias/uploads-imce/Con-tecc2021/Eletricista/AUTOMA%C3%87%C3%83O%20RESIDENCIAL%20DOM%C3%93TICA%20E%20SUAS%20APLICA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.

GOMES, Welberth José; SIRQUEIRA, Tassio Ferenzini Martins. Automação Residencial como Ferramenta de



- Acessibilidade. 2022. Disponível em: <http://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesi/article/view/2549/2271>. Acesso em: 28 out. 2022.
- K.SOVACOOOL, Benjamin; RIO, Dylan D.Furszyfer del. Tecnologias de casa inteligente na Europa: uma revisão crítica de conceitos, benefícios, riscos e políticas. Uma revisão crítica de conceitos, benefícios, riscos e políticas. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308688>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- MAIA, Gustavo de Freitas. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS WI-FI E ZIGBEE EM ESTUDO DE CASO: casa inteligente. CASA INTELIGENTE. 2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/50271/1/AnaliseComparativa_Maia_2022.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.
- MEDEIROS, Heloisa. Casa do futuro. 2012. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/antigo/artigos/techne.pdf>. Acesso em: 31 out. 2022.
- MOURA, Gabrielle Fernanda de Arruda; CUNHA, Nycollas Peixoto Nogueira da. Automação residencial. 2021. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/5991>. Acesso em: 28 out. 2022.
- MOURA, Guilherme Gianluppi. PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ E CONTROLE ATRAVÉS DE APLICATIVO MÓVEL. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/24002>. Acesso em: 06 abr. 2023.
- OLIVEIRA, Felipe Fernandes de; PIOLLA, Leonardo de Oliveira; SOARES, Pedro Henrique Levada. **Domótica**: a automação residencial. 2020. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/4641/1/Felipe%20Fernandes%20de%20Oliveira%2c%20Leonardo%20de%20Oliveira%20Piolla%20e%20Pedro%20Henrique%20Levada%20Soares%20.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- PEREZ *et al.*. Diseño de un sistema domótico basado en plataformas de hardware libre. **EAC**, La Habana, v. 43, n. 2, p. 47-61, agosto 2022. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282022000200047&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 07 abr. 2023.
- REBOUÇAS, Eduardo Pimentel. Análise do Mercado de Casas Inteligentes no Brasil: uma pesquisa exploratória por meio de surveys. Uma Pesquisa Exploratória por meio de Surveys. 2020. Disponível em: http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/1099/1/TCCP_GETEC_Eduardo%20Pimentel%20Rebou%2c%20A7as.pdf. Acesso em: 31 out. 2022.
- RESIDENCIAL (S.C.A.R). 2022. Disponível em: http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/bitstream/123456789/500/1/TCC_II_OTAVIO_PAIXAO_SOCLOWISKI.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.
- RIBEIRO, Carlos Eduardo. Domótica: viabilidade da automação residencial. viabilidade da Automação Residencial. 2018. Disponível em: http://192.100.247.84/bitstream/prefix/651/1/TCC%20-%20Viabilidade%20da%20Automa%2c%20A7%2c%20A3o%20Residencial_FINAL.pdf. Acesso em: 31 out. 2022.
- SALES ROCHA, W.; ANHESINE, M. W. **Automação residencial por comando de voz. Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 179–191, 2020. DOI: 10.31510/infra.v17i1.808. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/808>. Acesso em: 1 nov. 2022.
- SILVA, Antonia Natalia da Conceição; OLIVEIRA, Eduardo Rodrigues de. Desenvolvimento de um sistema de automação residencial baseado em domótica. 2019. Disponível em: https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/394/1/Ant%2c%20b4nia%20Nat%2c%20a1lia%20Silva_0003522%20Eduardo%20Rodrigues%20de%20Oliveira_0003394.pdf. Acesso em: 06 abr. 2023.
- SILVA, Kennedy Yakal Vieira da. Aspectos da automação residencial. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25931/1/YAKAL%20TCC%202%20%202021.2.pdf>. Acesso em: 31 out. 2022.
- SOCLOWISKI, Otávio Paixão. SISTEMA DE CONTROLE DE AUTOMAÇÃO
- TEIXEIRA, Vagner Facini; COSMO, Rafael. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: uma análise técnica e de investimento. UMA ANÁLISE TÉCNICA E DE INVESTIMENTO. 2021. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/02/revista-esfera-tecnologia-v06-n01-artigo05.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2023.
- YANG, Heetae; LEE, Wonji; LEE, Hwansoo. “ **IoT Smart Home Adoption**: The Importance of Proper Level Automation”, **Journal of Sensors**, vol. 2018, Artigo ID 6464036, 11 páginas, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/6464036>. Acesso em: 07 abr. 2023.

19

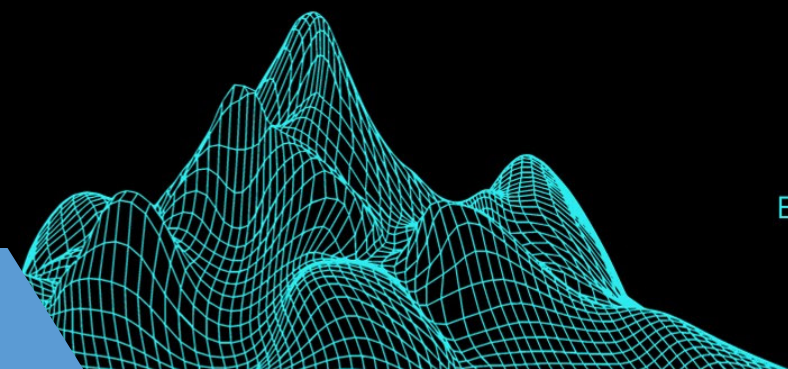


TECNOLOGIAS DE AUTOMAÇÃO NA INDÚSTRIA: A AUTOMAÇÃO LIGADA AS LINHAS DE PRODUÇÃO

*INDUSTRIAL AUTOMATION TECHNOLOGIES: AUTOMATION LINKED TO
PRODUCTION LINES*

Gustavo Brendo Costa Bastos Santos¹

¹ Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Nas grandes indústrias, os volumes de produção que atendem a sociedade cresceram em média 1,66% nos últimos cinco anos, com destaque para o maior percentual, 4,5% em 2017, e nesse contexto, a gestão do tempo de produção é essencial, trazendo consigo demandas no que concerne a confiabilidade e excelência das linhas e processos de produção. A automação industrial tem um papel importante nisso, pois trata do uso e aplicação de máquinas e processos industriais. Dessa forma, o tempo e os movimentos que um funcionário gasta realizando um trabalho podem ser estudados e otimizados de acordo com as leis científicas, permitindo que o desempenho do trabalho seja elevado a níveis nunca alcançados. Portanto, a chave para a automação é encontrar processos de maior qualidade, reduzir perdas (refletivas de custos) e permitir a produção de bens que não poderiam ser produzidos de outra forma, além de aumentar sua flexibilidade. A pesquisa bibliográfica é feita a partir de fontes teóricas publicadas em artigos, livros, teses e trabalhos do pesquisador sobre contribuições dos autores. Na pesquisa documental, a fonte são documentos que ainda não se teve processamento analítico ou que podem ser desenvolvidos de acordo com os objetivos da pesquisa, jornais, tabelas, relatórios e documentos legais, vídeos, fotografias, entre outros. O objetivo da pesquisa bibliográfica é encontrar respostas para problemas formulados, e o recurso para tal é a busca de documentos bibliográficos.

Palavras-chave: Automação. Indústria. Linha de Produção.

Abstract

In large industries, production volumes that serve society have grown by an average of 1.66% in the last five years, with the highest percentage, 4.5% in 2017, and in this context, production time management is essential, bringing with it demands regarding the reliability and excellence of production lines and processes. Industrial automation plays an important role in this, as it deals with the use and application of machines and industrial processes. In this way, the time and movements that an employee spends doing a job can be studied and optimized according to scientific laws, allowing work performance to be raised to levels never reached before. Therefore, the key to automation is to find higher quality processes, reduce losses (reflective of costs) and allow the production of goods that could not be produced otherwise, in addition to increasing its flexibility. The bibliographic research is carried out from theoretical sources published in articles, books, theses and works by the researcher on the authors' contributions. In documentary research, the source are documents that have not yet had analytical processing or that can be developed according to the research objectives, newspapers, tables, reports and legal documents, videos, photographs, among others. The objective of bibliographic research is to find answers to formulated problems, and the resource for this is the search for bibliographic documents.

Keywords: Automation. Industry. Production line.

1. INTRODUÇÃO

Nas grandes indústrias, os volumes de produção que atendem a sociedade cresceram em média 1,66% nos últimos cinco anos, com destaque para o maior percentual, 4,5% em 2017, e nesse contexto, a gestão do tempo de produção é essencial, trazendo consigo demandas no que concerne a confiabilidade e excelência das linhas e processos de produção.

As novas tendências tecnológicas emergentes no cenário econômico mundial, relacionadas ao crescimento da competitividade e ao novo perfil do consumidor mais exigente e informado, têm forçado as empresas a buscarem novas formas de se destacar e sobreviver no mercado (FABRICIO; SOUZA, 2015).

A automação industrial tem um papel importante nisso, pois trata do uso e aplicação de máquinas e processos industriais. Dessa forma, o tempo e os movimentos que um funcionário gasta realizando um trabalho podem ser estudados e otimizados de acordo com as leis científicas, permitindo que o desempenho do trabalho seja elevado a níveis nunca alcançados.

Considerando o aumento da demanda na indústria, como a automação industrial beneficia as linhas de produção?

O objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão bibliográfica de modo a apontar o benefício da automação para as linhas de produção. Abordando os seguintes tópicos: Conceituar a automação Industrial; descrever como a automação pode aprimorar o processo de produção; e explicar os benefícios da utilização da automação na indústria.

O tema desta pesquisa consiste em compreender a importância dos sistemas de automação nos processos da indústria. Esta pesquisa traz a implementação deste como um processo natural decorrente da evolução tecnológica que visa aprimorar o processo produtivo.

O processo produtivo demanda de grandes investimentos financeiros com matéria prima e mão de obra, os desperdícios no processo geram custos desnecessários que reduzem a lucratividade das empresas. Por meio da automação se tem a otimização das linhas de produção que promovem a padronização e aumento da produtividade, que resultam em maior qualidade e preços mais competitivos.

Este trabalho é relevante pois através da implementação da automação nas operações realizadas pela indústria e com isso pode-se garantir um processo produtivo mais eficiente e ergonômico, que resulta em crescimento para as empresas e conseqüentemente na economia.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Demonstrou-se o uso de revisão narrativa como processo metodológico, um processo de descrição da natureza artística de um determinado assunto, a aceitação da crítica literária, a tradução e a análise crítica do pesquisador sendo ilustradas e aplicadas pelas mesmas diretrizes do pesquisador, que pode ser usado nos leva, de certa forma, ao campo da análise de conteúdo.

A pesquisa bibliográfica é feita a partir de fontes teóricas publicadas em artigos, livros, teses e trabalhos do pesquisador sobre contribuições dos autores. Na pesquisa documen-

tal, a fonte são documentos que ainda não se teve processamento analítico ou que podem ser desenvolvidos de acordo com os objetivos da pesquisa, jornais, tabelas, relatórios e documentos legais, vídeos, fotografias, entre outros. O objetivo da pesquisa bibliográfica é encontrar respostas para problemas formulados, e o recurso para tal é a busca de documentos bibliográficos.

Para o desenvolvimento deste trabalho, referências bibliográficas serão utilizadas como suporte para uma base teórica, de acordo com o tema escolhido. Uma pesquisa bibliográfica foi feita, em materiais já publicados, em livros, artigos, teses e dissertações nas bases de dados ScieLO, BVS, BIREME e Google Acadêmico, procurando trazer os principais conceitos relacionados ao objetivo geral da pesquisa.

Para selecionar os estudos, os seguintes critérios de inclusão foram adotados: artigos disponíveis sobre a temática, publicados entre janeiro de 2000 e janeiro de 2021, na língua portuguesa e inglesa. Os critérios de exclusão se referem aos estudos publicados em anos anteriores a 2000 e repetidos em mais de uma base de dados, de modo a serem contabilizados apenas uma vez.

A escolha do tema do trabalho deve ser feita “de acordo com a inclinação, possibilidades, habilidades e tendências das pessoas que pretendem preparar o trabalho científico”.

A coleta de dados será realizada por meio de pesquisa documental e bibliográfica, onde materiais científicos, como artigos científicos já publicados, serão usados para apoiar a pesquisa, com o intuito de fornecer dados razoáveis.

A abordagem qualitativa tem como objetivo conhecer as particularidades dos fatos, bem como eles ocorrem e suas influências no processo de desenvolvimento do programa de microcrédito. A abordagem descritiva tem como objetivo descrever uma população ou um fato, que estão sob observação do estudo.

A pesquisa exploratória aproxima o pesquisador do tema abordado, constituindo uma ferramenta que cria grande familiaridade entre o tema e o fenômeno investigado, proporcionando uma visão maior acerca do fenômeno. Faz-se necessário explorar de modo a se criar uma aproximação e uma familiaridade com os fatos e os fenômenos por meio de levantamento bibliográficos, entrevistas, entre outros.

2.2 Resultados e Discussão

Zilbovicius apud Paim *et al.* (2009) aponta que os principais objetivos, tanto da tecnologia de produção quanto da gestão de processos, são desenvolver sistematicamente soluções para problemas de integração de fatores.

Automação é um sistema de dispositivos eletrônicos e/ou mecânicos que controla seu próprio funcionamento quase sem intervenção humana. Automação é uma questão diferente de mecanização. A mecanização é simplesmente o uso de máquinas para realizar um trabalho que substitui o esforço físico humano. A automação, por outro lado, permite que o trabalho seja realizado por meio de máquinas autorreguladas e controladas automaticamente.

As primeiras iniciativas humanas para mecanizar a ação manual ocorreram na pré-história. Invenções como a roda, o moinho de vento ou a força animal e as rodas d'água mostram a criatividade humana para economizar esforço.

No entanto, a automação só se tornou mais visível na sociedade quando o sistema de produção agrícola e artesanal se tornou industrial na segunda metade do século XVIII,

originalmente na Inglaterra. Os sistemas totalmente automáticos nasceram no início do século XX. No entanto, muito antes disso, dispositivos simples e semiautomáticos foram inventados.

Segundo Muraro (1969), a técnica utilizada para realizar a automação utiliza uma série de elementos básicos semelhantes aos computadores, que são: uma unidade de entrada, uma unidade de armazenamento (*storage*), uma unidade central de processamento (Central Processor) e por fim uma unidade de saída (*output*).

No entanto, há também uma definição de Martins (2012) que afirma: “um sistema de automação possui os seguintes componentes básicos: Sensoriamento; Comparação e controle; Atuação”. Notamos que uma visão não anula a outra, pois o input implica na aquisição de dados por meio de observação, armazenamento e processamento e controle e, finalmente, as saídas são baseadas no desempenho do sistema.

Automação tem significado de mover-se por si, que trata da utilização de técnicas, softwares e equipamentos específicos em uma máquina ou processo industrial, com o objetivo aumentar a eficiência desta, visando maximizar a produção com o menor consumo de energia e matérias primas, menor emissão de qualquer tipo de resíduos, condições melhores de segurança (material, humana ou das informações do processo), e de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina (AMÉRICO; AZEVEDO; SOUZA, 2011).

A automação se utiliza de dispositivos mecânicos ou elétricos para auxiliar e executar funções, visando melhorar a eficiência e a segurança nas operações. A automação possui tecnologias de ponta, está sendo adotada por empresa de diversos ramos de mercado que buscam enxugar seus processos. Redução de custos e eliminação do desperdício gerado é o objetivo das empresas que buscam a automação (MARCAL; GUIMARAES; RESENDE, 2013).

A essência da automação está em dar ênfase a tecnologia, utilizando-se de programas de computação para o controle de forma automática do processo produtivo. Desta forma está vem para aperfeiçoar as atividades do homem, dando as máquinas e a tecnologia as condições de realizar tarefas que não precisam da participação direta do homem (MARTINS, 2012).

A automação foi desenvolvida para ter sua aplicação em diversas atividades humanas, são observadas nas tarefas do cotidiano e em tudo o que se faz. Atualmente é uma realidade nas residências, e auxiliam o ser humano desde as atividades mais simples como lavar roupa, em serviços como nos equipamentos de registro de ponto, no lazer e nos esportes nas esteiras das academias, e diversas outras (MARTINS, 2012).

O objetivo da automação é facilitar a vida do homem, aprimoramento o tempo com eficiência e segurança. Na produção, ou melhor, no processo produtivo de bens de consumo a automação industrial o desenvolvimento é constante, buscando dinamizar o processo de trabalho humano e assim aumentando a produtividade em menor tempo e ao menor custo (GOEKING, 2010).

Automação é um conjunto de técnicas pelas quais se constroem sistemas, que utiliza de um programa de instruções combinado a um sistema de controle para executar as instruções. Se compõe por três elementos: energia para concluir processos e operar o sistema; programa de instruções para direcionar os processos e um sistema que controle e execute as instruções (GROOVER, 2011).

A Revolução Industrial do século XVIII é o grande marco histórico da automação da indústria, que se caracterizou pela substituição do trabalho humano pelo das máquinas,



proporcionando a aceleração do desenvolvimento tecnológico, este que continua sendo cada vez mais aprimorado. (GOEKING, 2010).

Ferreira (2001) destaca que o objetivo da revolução industrial iniciada na Inglaterra era mecanizar a produção que antes utilizava tecnologia de fabricação. No entanto, é importante distinguir entre mecanização e automação. A automação pode ser definida como o desenvolvimento após a mecanização, em que um sistema no qual os processos operacionais das fábricas são controlados e implementados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, que substituem o trabalho humano (HOUAISS, 2004).

Segundo Pazos (2002), a automação industrial refere-se à introdução de determinadas tecnologias, softwares e/ou equipamentos em uma máquina ou processo industrial visando à expansão e eficiência, maximizando a produção com consumo mínimo de energia, matérias-primas e emissões de resíduos, levando a melhores condições de segurança neste processo ou mesmo reduzindo o esforço ou atividade humana neste processo ou máquina. Existem vários exemplos de automação em linhas de produção industrial, a saber: máquinas de montagem mecanizada e sistemas de controle de produção industrial com realimentação (PAZOS, 2002).

Com o tremendo crescimento da automação industrial, a tecnologia evoluiu rapidamente e traz consigo uma gama de máquinas automatizadas que estão aumentando cada vez mais a produção. Automação significa aproveitar diversos avanços tecnológicos nos processos produtivos para atender aos objetivos estratégicos e às exigências do mercado.

Portanto, Kviatkowski e Gozzi (2005) enfatizam que algumas funções de produção não foram e não serão automatizadas devido a requisitos estratégicos, custo ou falta de desenvolvimento tecnológico suficiente para automatizar esse processo.

O principal objetivo da empresa é alcançar a máxima produtividade a baixo custo. Este objetivo será alcançado através do combate aos resíduos resultantes da melhor utilização dos recursos de conversão. Porque bons investimentos são aqueles que conseguem cobrir e recompensar o capital investido neles (ASSAF NETO, 2007).

Dessa forma, ao implementar ou alterar um processo produtivo, uma organização deve analisar a situação econômico-financeira em que a empresa se encontra. Para tanto, analisa-se o projeto e se é uma alternativa viável ao uso de recursos (FESTUGATO, 2016 apud BUARQUE, 1994).

Portanto, segundo Pissaia (2017), o gestor deve identificar o preço do produto, ou seja, sabe-se que o custo do produto forma o preço de mercado, assim como o preço do produto deve ser conhecido, concorrentes, ser competitivo e obter mais retornos. Nesse sentido, o custo é de extrema importância na tomada de decisão de uma empresa, independentemente da indústria ou setor fabril.

No entanto, dada a necessidade de melhoria contínua imposta pelo atual mercado contínuo, torna-se um requisito necessário que as organizações tenham indicadores que auxiliem nesta tomada de decisão. Reconhecer a importância de um indicador, análise de custos e seu impacto quando bem feito entenderá porque ele está presente em todas as organizações. Os indicadores desempenham um papel fundamental em todos os processos. Isso significa que eles mostram se o processo é eficaz ou não. Mostra se uma empresa está tendo lucro ou se está operando com prejuízo (ALVES, 2015).

No entanto, na visão de Antunes (2016), todos os custos associados a um produto são certamente custos adicionais a tudo o que foi utilizado para produzir um bem ou serviço ou para adquirir um bem para venda. Assim, a gestão de custos é essencial para que as empresas encontrem novos segmentos de mercado, desenvolvam novos produtos, am-

pliem seus negócios, ou mesmo continuem operando devido à necessidade de melhores resultados.

Os custos são assim divididos em princípio: diretos, indiretos, fixos e variáveis, ou seja, de acordo com as atividades realizadas pela mesma pessoa. Os custos diretos são os custos diretamente relacionados ao produto, a mensuração do consumo é suficiente, enquanto os custos indiretos são aqueles que cobrem toda a produção, o que não é observado em cada produto, mas geralmente tem que ser medido proporcionalmente ao consumo de produtos ou serviços executados. E os custos fixos são aqueles cujo valor não muda à medida que a produção aumenta ou diminui, portanto, são independentes do nível de atividade, também conhecidos como custos estruturais. Por outro lado, as variáveis são aquelas que variam proporcionalmente ao nível de produção ou atividade. Seus valores dependem diretamente do volume de produção ou vendas em determinado período (GUIMARÃES NETO, 2012).

Automação não significa necessariamente robôs, mas também controle de produção inteligente, controle de qualidade e muitos outros sistemas.

Um operário automatizado trabalha com total ergonomia, pois é projetado para evitar grandes esforços físicos. Exemplo: se a linha de montagem não fosse automatizada, os trabalhadores teriam que transportar cerca de 500 a 600 blocos de motor, cada um pesando 40 quilos, por turno. Em algumas fábricas de motores do Grupo Volkswagen, o tempo de lazer por acidente ou fadiga varia de 3,5% a 4%, enquanto na unidade de São Paulo esse percentual varia de 1,9% a 2,0%.

Os trabalhadores das indústrias automatizadas têm agora um novo perfil profissional em que a “inclusão digital” é essencial e está se espalhando para o ambiente familiar.

Há algum tempo, a reação do mercado à automação era confusa. Hoje, já é dado como certo, pois é amplamente conhecido que computadores, robôs e máquinas automatizadas são essenciais para o conforto humano.

A questão polêmica diz respeito ao desemprego, pois a automação sem dúvida mudou a estrutura de pessoal da empresa. Em alguns casos, as oportunidades de trabalho diminuiriam. Mas a automação também salvou empregos, porque sem ela, algumas empresas simplesmente fechariam suas portas.

As atividades feitas pelo homem foram reorganizadas. Os primeiros alvos da automação foram funções repetitivas, monótonas e perigosas que, quando executadas de forma inadequada, colocavam em risco sua saúde ou mesmo sua vida.

Ao aplicar uma automação bem projetada, o impacto social é minimizado e é improvável que o investidor incorra em perdas ou aumente os problemas.

A automação industrial também aumentou o uso de mão de obra feminina. Os robôs realizam operações consideradas perigosas e que exigem esforço físico por parte dos homens, abrindo espaço para que as mulheres se integrem a esse ambiente em melhores condições de trabalho. Ela também apresentou a oportunidade oferecida aos deficientes físicos. Usar essa força de trabalho em um ambiente de trabalho normal seria impossível.

A automação industrial no Brasil enfrenta uma série de problemas tecnológicos, organizacionais e sociais. Ele não está unido. Algumas indústrias estão procurando soluções prontas de um único fornecedor, geralmente internacional. Essas soluções de tecnologia são obsoletas e têm manutenção limitada e melhorias de fornecedores.

Algumas empresas estão implantando automações individuais para processos individuais. Outros implementam a integração parcial de seus subsistemas nas partes de pro-

cesso e de gerenciamento.

Esse cenário pode ser alterado com a modernização das instalações industriais, aproveitando o fato de já existirem indústrias nacionais capazes de fornecer equipamentos, serviços e suporte em nível internacional.

De acordo com os fornecedores de hardware e software, os setores automotivo, siderúrgico, papel e celulose, petroquímico, farmacêutico e alimentício são os mais avançados do Brasil em termos de automação industrial. A indústria automotiva brasileira é frequentemente citada como exemplo de automação no mundo.

No Brasil, a modernização industrial continua. Deve haver uma mudança estrutural para uma economia verdadeiramente moderna que demonstre uma produção industrial sustentável, competitividade internacional e uso eficiente do conhecimento e do *know-how*.

O tema desta pesquisa consiste em compreender a importância dos sistemas de automação nos processos da indústria. Esta pesquisa traz a implementação deste como um processo natural decorrente da evolução tecnológica que visa aprimorar o processo produtivo.

O processo produtivo demanda de grandes investimentos financeiros com matéria prima e mão de obra, os desperdícios no processo geram custos desnecessários que reduzem a lucratividade das empresas. Por meio da automação se tem a otimização das linhas de produção que promovem a padronização e aumento da produtividade, que resultam em maior qualidade e preços mais competitivos.

Este trabalho é relevante pois através da implementação da automação nas operações realizadas pela indústria e com isso pode-se garantir um processo produtivo mais eficiente e ergonômico, que resulta em crescimento para as empresas e conseqüentemente na economia.

3. CONCLUSÃO

Diante do exposto, se pode concluir que um dos fatores que acelerou a automação das empresas brasileiras foi a entrada de empresas estrangeiras, que trouxeram experiências tecnológicas inovadoras, além da introdução de diferentes práticas de gestão.

Nesse contexto, a automação tomou conta do parque industrial brasileiro. Em 2000, o Brasil apareceu pela primeira vez nas estatísticas internacionais sobre robôs instalados. Então o país começou a aparecer no campo da automação industrial.

Aos poucos, surgiram empresas competitivas, não só pela liberalização de preços e abertura de mercado, mas também porque os processos industriais passaram a ser baseados na qualidade. Uma explicação para isso é o uso eficaz de conhecimentos e habilidades em todos os níveis, desde o movimento até a gestão e administração.

Para lidar com o desenvolvimento gradativo da tecnologia relacionada ao processo de automação, é fundamental que os profissionais dessa área não apenas tenham o conhecimento técnico, mas também estejam abertos para receber a grande quantidade de informações necessárias.

Ampliado, esse fato é essencial para que um profissional tenha uma formação abrangente em projeto, operação, manutenção e otimização de sistemas automatizados.

De uma perspectiva mais restrita, as indústrias tomaram a iniciativa de investir na melhor capacitação de seus funcionários, financiando cursos de competência voltados para

seus objetivos de produção. Ao analisar toda a cadeia produtiva, essa capacitação deve ser obtida por meio do processo de capacitação.

No contexto nacional, porém, nem todas as instituições de ensino valorizam a educação adaptada à dinâmica do rápido desenvolvimento tecnológico. Em geral, o indivíduo fica com uma visão limitada da tecnologia existente e, se não buscar se atualizar, ficará obsoleto no mercado. Por outro lado, existem instituições que desenvolvem pesquisas relacionadas à indústria nacional.

Uma estratégia para melhorar o processo de automação no país é abordar métodos que priorizem a interdisciplinaridade e integração; definir, em particular, uma política científica geral sobre automação para garantir os meios para apoiá-la e promover a formação de profissionais de visão sistêmica.

A automação industrial é um marco no setor manufatureiro. Seus efeitos trouxeram mudanças que revolucionaram toda a indústria e se estenderam a toda a cadeia de consumo, afetando os setores agregados e, finalmente, setores residenciais.

As empresas começaram a adquirir recursos que aumentariam sua competitividade. Muitos podem pensar que o objetivo crucial de automatizar um negócio seria apenas aumentar a produção, mas não é só isso, não faria sentido produzir muito e não há ninguém para comprar. Portanto, a automação industrial está causando melhorias tanto dentro da indústria quanto para o consumidor, que passa a ter melhores produtos, preço, etc.

Mas como todas as coisas que existem, a automação também apresenta atividades inconvenientes que podem ser vistos como uma descentralização do trabalho humano e as empresas têm custos adicionais para a competência das pessoas com essas mudanças.

Um processo de automação bem-sucedido é alcançado pela combinação de fatores importantes como: o uso de abordagens metodológicas que levem em consideração simultaneamente os aspectos técnicos, organizacionais e sociais do problema; definir e implementar uma política científica em que governo, indústria e universidades estejam efetivamente envolvidos em seus respectivos papéis; e treinamento de automação com foco na nova atitude do engenheiro, mais criatividade e as habilidades necessárias para interdisciplinaridade e integração.

Uma maneira de gerenciar melhor a grande quantidade de dados em movimento em uma empresa automatizada é usar uma rede industrial. Dessa forma, os processos são mais controláveis, o que reduz o desperdício de matéria-prima e tempo. Como os dados processados não são processados manualmente, a margem de erro no processamento é muito pequena.

Este trabalho servira como um começo para projetos futuros, pois incita a importância de levar a automação para as indústrias, com o propósito de aumentar o nível tecnológico presente. Para um futuro projeto na área de automação industrial este trabalho tenderá em produzir um trabalho focalizado em economizar e otimizar a ação, aplicando as ideias e apresentações deste Artigo.

Referências

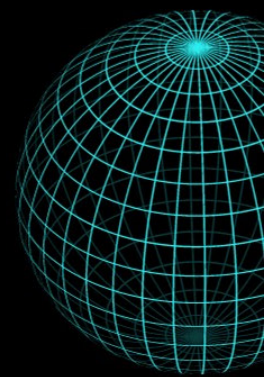
AMÉRICO, I.; AZEVEDO, M. J. G.; SOUZA, A. de. **Trabalho automação na metalurgia manual X automatização**. 2011. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAekoAAJ/trabalho-automacao-na-metalurgia-manual-x-automatizado>. Acesso em:

DAVILA, Tony. *As regras da inovação, como gerenciar, como medir e como lucrar*. Porto Alegre: Bookman, 2009.



- FABRÍCIO, Thiago Moreira.; SOUSA, Valter Joao De. **Automação e padronização dos processos produtivos como ferramentas de melhoria de produtividade: um estudo de caso.** Simpep, Bauru –SP 2015.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- GOEKING, W., Da máquina a vapor aos softwares de automação. **Revista O Setor Elétrico**, Edição 52, Brasil, maio de 2010. Disponível em <http://www.osestoreletrico.com.br> Acesso em:
- GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura.** São Paulo: Pearson Prentice, 2011.
- HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2004.
- JUNIOR, Eudes Luiz Costa. **Gestão em processos produtivos.** 1 ed. Curitiba: Intersaberes, 2012.
- KVIATKOWSKI, Márcio Augusto; GOZZI, Sérgio. **Impactos da automação de subestações de energia em indicadores técnicos de qualidade da ANEEL – uma abordagem crítica.** XII SIMPEP – Bauru, SP, 2005.
- MARCAL, L. F.; GUIMARAES, M. P.; RESENDE, A. A. **Automatização de uma termoformadora visando melhorias no processo produtivo de uma empresa fabricante de peças termoplásticas para o setor automobilístico.** 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_013_22735.pdf Acesso em:
- MARTINS, G. **Princípios de Automação Industrial.** 2012. Apostila de Automação. UFSM, 2012.
- MONACO, Rafael. **Investimentos em automação potencializam competitividade da indústria.** 2013. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br>. Acesso em:
- MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial.** 2.ed. LTC, 2007.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações.** 2ª Edição. São Paulo. Cengage Learning Edições Ltda. 2009.
- NETO, B. G. (18 de maio de 2004). **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia De Produção.** Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande: UFCG. Disponível em UTFPR — Universidade Tecnológica Federal do Paraná: http://static.tumblr.com/3uetq9w/kgkmdftq9/projeto_pedag_eng_de_prod.pdf Acesso em:
- NEVES, Cleonor.; DUARTE, Leonardo.; VIANA, Nairon.; LUCENA Jr, Vicente Ferreira de.; **Os dez maiores desafios da automação industrial: As perspectivas para o futuro.** In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/10140228-Osdez-maiores-desafios-da-automacao-industrial-as-perspectivas-para-o-futuro.html>> Acesso em:
- NOGUEIRA, T. A. **Redes de Comunicação para Sistemas de Automação Industrial.** Monografia de conclusão de curso. Ouro Preto, 2009. Disponível em: www.em.ufop.br/cecau/monografias/2009/THIAGO%20AUGUSTO.pdf Acesso em:
- OLIVEIRA, Walker Bastos De.; BITTENCOUT, Fabricio Roulin.; BARBOSA, Rafael Diego.; BELMONTE, Vanessa.; MOURA, Sérgio Alves De., **Automação do gerenciamento de energia elétrica em uma planta industrial.** Simpep, Bauru –SP2014.
- PAIM, R., CARDOSO, V., CAULLIRAUX, H., & CLEMENTE, R. (2009). **Gestão de Processos: Pensar, Agir e Aprender.** Porto Alegre, RS, Brasil: Bookman.
- PAZOS, F., **Automação de sistemas e robótica.** Axcel Books, 2002.
- REIS, D. R. et al. **Gestão da Inovação Tecnológica.** São Paulo: Manole. 2004. Disponível em: <http://portal.utfpr.edu.br/inovacao/propriedade-intelectual/downloads/01-gestao-dainovacao.pdf/@@download/file/01-Gestao%20da%20Inovacao.pdf>. Acesso em:
- SILVA, W. D. F. da. **Introdução à Gestão da Informação.** 1ª edição, São Paulo: Alínea, 2014.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- VASCONCELLOS, Marcos A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de Economia.** São Paulo: Saraiva, 5ª edição, 2012.

20

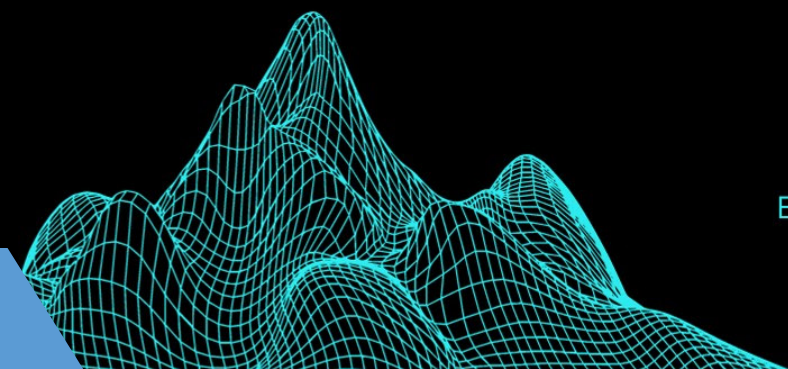


SMART CITIES: CONCEITOS, DESAFIOS DE IMPLANTAÇÃO, INICIATIVAS E MODELOS DE CIDADES INTELIGENTES AO REDOR DO MUNDO

*SMART CITIES: CONCEPTS, IMPLEMENTATION CHALLENGES, INITIATIVES AND
MODELS OF SMART CITIES AROUND*

Emerson Pereira Belém¹

¹ Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Em função do crescimento desenfreado da população que vive na zona urbana, problemas relacionados a infraestrutura e acesso limitado a recursos nas cidades tem afetado de forma negativa o bem-estar de muitas de pessoas. Desse modo, novas formas de geração de energia, saúde, preservação dos recursos naturais, transportes eficientes, educação, segurança e alimentação se apresentam como questões a serem equacionadas. Transformar uma cidade inteligente é uma maneira de aprimorar os serviços urbanos, e conseqüentemente, proporcionar uma melhor qualidade de vida daqueles que nela vivem. A Tecnologia da Informação e Comunicação são ferramentas essenciais para alcançar esse objetivo. No entanto, existem desafios para implantação de plataformas, aplicações e da infraestrutura de cidades inteligentes. Este artigo discute a idealização de *smart cities* como uma abordagem para a administração dos serviços, infraestruturas urbanas e para a evolução sustentável das cidades, desafios de implantação e modelos implantados em Barcelona, Amsterdã, Chicago e Santander.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes, Desenvolvimento Sustentável, Gestão Urbana, Tecnologias de Informação e Comunicação.

Abstract

Due to the unbridled growth of the population living in urban areas, problems related to infrastructure and limited access to resources in cities have negatively affected the well-being of many people. In this way, new forms of energy generation, health, preservation of natural resources, efficient transport, education, safety and food are presented as coefficients to be considered. Transforming a smart city is a way to improve urban services, and consequently, provide a better quality of life for those who live in it. Information and Communication Technology are essential tools to achieve this goal. However, there are challenges for deploying smart city platforms, applications and infrastructure. This article discusses the idealization of smart cities as an approach for the administration of services, urban infrastructures and for the sustainable evolution of cities, implementation challenges and models implemented in Barcelona, Amsterdam, Chicago and Santander.

Keywords: Smart Cities, Sustainable development, Urban Management, Information and Communication Technologies.

1. INTRODUÇÃO

A falta de sustentabilidade ambiental e econômica que geram problemas como poluição e gastos desnecessários ou desperdícios de insumos para uma cidade do futuro são temas que os processos tecnológicos pretendem resolver com a utilização de inovações dessa área para construir as cidades inteligentes, processos esse como utilização de sistemas supervisórios de câmeras com inteligência artificial, sensoriamento urbano para detecção de excesso de poluente no ar ou para controle de fluxo do trânsito.

A interação direta dos habitantes das cidades é um dos maiores focos da implantação desses sistemas para que os perímetros urbanos sejam geridos com uma eficiência cada vez maior, onde cada indivíduo tem fácil acesso as autoridades responsáveis pela administração dos setores, como coleta de lixo, segurança, empresas responsáveis por água, energia e gás.

Sistemas acompanhados de métodos e seguimentos da automação são o que compõem as *smart cities*, sensoriamento, IA, *smart grids*, domotica e outros ramos são exemplos que se completam ao utilizar automação para fim de gestão eficiente urbana, proporcionando um maior controle e comodidade nas cidades.

Tendo em vista o cenário onde a gestão eficiente de ambientes urbanos tem ganhado novos meios e ferramentas de gerenciamento que procura sempre melhorar a qualidade de vida dos habitantes, monitoramento de câmeras com reconhecimento facial, semáforos inteligentes com sensores de fluxo, análise desses dados por processos de data science, coleta de dados, carros elétricos autônomos, distribuição de redes de energia e água por demanda e outras são exemplos de tecnologias que fazem parte das cidades inteligentes, tais mudanças no paradigmas e dinâmicas das cidades proporcionadas por todas essas tecnologias podem gerar problemas não previstos antes que elas sejam postas em prática. Diante do exposto, o presente trabalho relata sobre o tema *smart cities* e tem como indagação como está implantada a automação em sistemas de cidades inteligentes e quais os impactos dela?

Dessa forma, como objetivo geral, este artigo visa conceituar as melhorias que são alcançadas com a utilização da automação em *smart city*, e como específico, apresentar o cenário que proporciona a implementação da automação em sistemas urbanos inteligentes.

Devido a escassa fonte de informações sobre as cidades inteligentes e suas áreas de aplicação da automação que também utiliza outras inovações tecnológicas o que torna o tema muito extenso por ser um conjunto de integração e otimização ao gerar redução de custos e eficiência nas operações urbanas e municipais o presente trabalho visa ser uma fonte de contribuição de informações sobre *smart city*.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa bibliográfica é entendida como uma revisão da literatura sobre as principais teorias que guiam o trabalho científico, a qual pode ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da internet, entre outras fontes (PIZZANI *et al.*, 2012).

A abordagem metodológica deste trabalho se propõe a um compilado de pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter descritivo por meio de uma revisão inte-



grativa da literatura. O tipo de pesquisa realizado neste trabalho trata-se de uma revisão da literatura, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e artigos científicos. Os principais autores que embasam esta pesquisa são Kon e Santana. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 20 anos.

A revisão de literatura foi realizada seguindo as seguintes etapas: estabelecimento do tema; definição dos parâmetros de elegibilidade; definição dos critérios de inclusão e exclusão; verificação das publicações nas bases de dados; exame das informações encontradas; análise dos estudos encontrados e exposição dos resultados. Seguindo essa sistemática, após a pesquisa dos descritores nos sites, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. As palavras-chave utilizadas na busca são: Cidades Inteligentes, Desenvolvimento Sustentável, Gestão Urbana e Tecnologias de Informação e Comunicação.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 *Smart cities*: Conceitos e definição

Criado na década de 90, o termo possui foco nas novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que se integraram na infraestrutura urbana. O *California Institute for Smart Communities* foi um dos primeiros a avaliar como as cidades poderiam se tornar inteligentes e como elas poderiam ser projetadas para implementar tecnologias de informações (ALAWADHI *et al.*, 2012).

Anos depois, o Centro de Governança da Universidade de Ottawa teceu críticas à noção de que cidades inteligentes deveriam possuir conceitos ligados a questões técnicas. Na interpretação dada, a cidade inteligente deveria ter uma abordagem voltada para a governança enfatizando o papel do capital social no desenvolvimento urbano. Todavia, o rótulo de cidade inteligente se difundiu nos primeiros anos do novo século como um fenômeno de “selo urbano”. Os pesquisadores começaram a exigir que as cidades que se considerassem “inteligentes” apontassem os diferentes aspectos que justificariam a atribuição autodeclaratória do selo (HOLLANDS, 2008).

Para Caragliu *et al.* (2009), uma cidade pode ser definida como cidade inteligente quando os investimentos em capital social, tradicional, humano, moderno, infraestrutura, comunicação, desenvolvimento econômico e sustentável, qualidade de vida e gestão dos recursos naturais ocorrem por meio de uma ação participativa e engajamento dos cidadãos. A definição de cidade inteligente significa, essencialmente, a eficiência. Entretanto, eficiência com base na gestão inteligente e nas Tecnologias da Informação e Comunicação integradas com participação ativa dos cidadãos. Isto implica em um novo tipo de governança, na participação efetiva dos cidadãos nas políticas públicas.

As cidades inteligentes também foram definidas como territórios que trazem inovação através das Tecnologias de Informação e Comunicação dentro da mesma localidade. O *Intelligent Community Forum* (2006), desenvolveu uma lista de indicadores que fornecem uma estrutura para a compreensão de como as comunidades e regiões podem ganhar uma vantagem competitiva na economia de banda larga. Em uma cidade inteligente se faz necessário a combinação de:

- a) Instalações de comunicações de banda larga para instalações governamentais, empresas e residências;
- b) Educação eficaz, treinamento e força de trabalho capaz de realizar trabalho de conhecimento;

- c) Desenvolvimento econômico de marketing que utiliza a banda larga da comunidade para atrair empregos e investimentos;
- d) Políticas e programas que promovam a democracia digital acabando com a exclusão digital para garantir que todos os setores da sociedade e dos cidadãos se beneficiem da revolução da banda larga;
- e) Inovação nos setores públicos e privado e os esforços para a criação de clusters econômicos e do capital de risco para financiar o desenvolvimento de novo negócios.

O conceito de cidade inteligente como o próximo estágio no processo de urbanização tem se evidenciado na área política nos últimos anos, com o objetivo de estabelecer uma distinção entre cidade digital e cidade inteligente. O seu foco principal é sobre o papel da Infraestrutura das Tecnologias da Informação e Comunicação. Estudos realizados para definir o papel do capital em relação ao capital humano, social e relacional e de interesse ambiental como fatores importantes para o crescimento urbano (JUMP, 2007).

2.2.2 Desafios de Implantação

Nessa seção serão discutidos alguns desafios para implantação aplicações, plataformas e da infraestrutura de cidades inteligentes. Dentre estes, estão a confiabilidade e segurança dos usuários, dificuldades par criação e manutenção de infraestrutura, custo e os desafios relacionados à implementação e implantação de grandes sistemas distribuídos como escalabilidade e heterogeneidade. Além desses, existem desafios culturais e sociais que são considerados importantes, como o incentivo à colaboração dos habitantes e uso correto dos recursos que são destinados ao público.

2.2.2.1 Segurança

A privacidade de dados dos usuários e segurança, se faz indispensável para a infraestrutura da cidade. É necessário a prevenção e recuperação de ataques à segurança dos sistemas. Além do mais, com o desenvolvimento das cidades inteligentes, a população deve ficar dependente (KON; SANTANA, 2016).

Dentre os ataques que uma cidade inteligente pode sofrer, tem-se como exemplo: ataque à infraestrutura de hardware, podendo alterar os valores de leitura de sensores, ataques de negação de serviço, deixando serviços indisponíveis e vandalismos nos elementos físicos dessa cidade (PIRO *et al.*, 2014; HERNÁNDEZ-MUÑOZ *et al.*, 2011; PETROLO *et al.*, 2014).

Muitos autores discutem que a cidade deve garantir que seus sistemas sejam a prova de ciberterrorismo e cibervandalismo, destacando que uma cidade com uma rede de sensores e atuadores deve ser especialmente segura, pois um usuário malicioso pode controlar a infraestrutura da cidade causando sérios problemas como acidentes, erros nas leituras de dados e ataques aos serviços públicos (HANCKE *et al.* 2012; GURGEN *et al.*, 2013).

2.2.2.2 Privacidade

Os usuários pertencentes de uma cidade inteligente serão manipulados pela infraestrutura e pelas plataformas de *smart cities*. Todos os dados serão protegidos para que

usuários mal-intencionados não consigam ter acesso. A maneira de como os dados serão armazenados, usados ou alterados serão notificados para os usuários de forma antecipada (KON; SANTANA, 2016).

2.2.2.3 Gestão de dados

Uma das principais características de uma cidade inteligente é um enorme volume de dados. Esses dados podem ser organizados com informações dos habitantes, semiestruturados com dados de leituras de sensores e não-estruturados como os fluxos de imagens de câmera de segurança e de tráfego. Os principais desafios de pesquisas nessa área são: processamento, modelos, armazenamento e confiança (KON; SANTANA, 2016).

2.2.2.4 Escalabilidade

As partes que compõe uma cidade inteligente devem ser escalpáveis para que se possa conseguir suprir o crescimento da demanda por serviços e dados da cidade. Se faz necessário devido ao crescimento populacional e também para suportar eventos inesperados que que podem fazer o acesso às aplicações e plataformas aumentarem ordens de magnitude em um pequeno intervalo de tempo, tais como grandes eventos, engarrafamentos e desastres naturais.

Ademais, se faz necessário que a quantidade de dados coletados aumente constantemente, devido a criação de novos serviços e aplicações, implantação de novos dispositivos e ao aumento populacional. Dessa forma, um dos principais desafios na implantação da infraestrutura e na implementação de plataformas, serviços e aplicações é garantir que eles sejam escaláveis (KON; SANTANA, 2016).

2.2.2.5 Heterogeneidade

A interoperabilidade entre a infraestrutura, plataformas e aplicações é um dos principais desafios para a construção de uma cidade inteligente. Para tal finalidade, é necessário lidar com a grande heterogeneidade dos componentes de hardware e software que compõem o ambiente de uma cidade inteligente.

Exemplos de onde esse desafio ocorre são: nos diferentes tipos de semáforos que já estão instalados nas cidades e utilizam diferentes protocolos de comunicação, nas aplicações legadas da cidade que foram implementadas com diferentes linguagens de programação e interfaces quase nunca compatíveis, na instalação de múltiplos sensores e atuadores de diferentes fabricantes que possuem diferentes protocolos (KON; SANTANA, 2016).

Alguns autores citam diferentes módulos de uma cidade inteligente que devem lidar com esse desafio. Naphade *et al.* (2011) discute o problema dos dados que são coletados em fontes e que necessitam de um modelo comum para poderem ser agregados e processados. Outros autores como Wenge *et al.* (2014) defendem a definição de padrões em vista dos dispositivos, sistemas e domínios heterogêneos.

2.2.2.6 Manutenção e implantação da infraestrutura

Ao implantar, obrigatoriamente se faz necessário fazer a manutenção de todos os componentes, pois estes estão sujeitos a danos e falhas. Como exemplo, sensores podem ser danificados por vandalismo, disponibilizar dados errados por falha no equipamento ou acidente. E isso poderá ser um grande desafio devido à um grande número de dispositivos instalados.

Este é um desafio técnico importante pois, mesmo a manutenção da infraestrutura já existente como ruas, semáforos, pontos de ônibus, sinalização e praças, já não é a ideal em muitas partes do mundo (KON; SANTANA, 2016).

A principal dificuldade da manutenção de todo o software e hardware necessário para uma cidade inteligente, é causada pela grande quantidade de dispositivos que estão distribuídos pela cidade (PERERA *et al.*, 2014; WENGE *et al.*, 2014; HANCKE *et al.*, 2012).

2.2.2.7 Custos

Um sério problema na implantação de uma infraestrutura de cidades inteligentes são os custos para a construção de todos os componentes necessários. O custo inclui a obtenção de todos os dispositivos na cidade, podendo citar: servidores e equipamentos de comunicação, servidores, desenvolvimento de softwares, atuadores, sensores, atuadores, contratação de grupos para a manutenção e gerenciamento, bem como, adaptação às mudanças nos processos das cidades (KON; SANTANA, 2016).

Segundo Al Nuaimi *et al.* (2015) discutem a possibilidade de um novo projeto de cidade inteligente não ser corretamente desenvolvido, acarretando custos elevados que serão desperdiçados. Um exemplo citado é o uso de um novo sistema de semáforos, que se for mal implementado pode piorar o trânsito e causar acidentes.

Um outro problema recorrente relacionado a custos, é que muitos serviços de cidades inteligentes apenas são percebidos pela sociedade a longo prazo. O que gera desinteresse por partes dos políticos, uma vez que, muitos estão interessados na próxima eleição, a investirem em projetos desse tipo que possuem um custo elevado e que não trazem benefícios a curto prazo (KON; SANTANA, 2016).

2.2.2.8 Colaboração

A sociedade se faz importante no que se refere a utilizar os serviços que serão disponibilizados na cidade e a compartilhar dados e informações sobre esse uso. Uma boa parte dos serviços das cidades inteligentes dependem do engajamento da população (KON; SANTANA, 2016).

Para Diamantaki *et al.* (2013), um grande projeto já criado para aumentar o engajamento da população em aplicações de cidades inteligentes é o sistema *Multi-Input Transport planning System* (MITOS) que incorpora na plataforma *Smart Santander* elementos e mecanismos de jogos. O sistema permite a distribuição de premiações para usuários que realizam uma ou um conjunto de tarefas, como por exemplo o que pegou um determinado número de ônibus em um dia ou o usuário que utilizou mais o transporte público em um mês.



2.2.3 Iniciativas e modelos de cidades inteligentes

2.2.3.1 Santander

Situada na Espanha, Santander é capital de Cantábria e tem população estimada em 180 mil habitantes. Financiada pela *European Commission*, em Santander foi implantada um projeto experimental para o desenvolvimento de uma plataforma da cidade inteligente, chamado *SmartSantander* (SANCHEZ *et al.*, 2014).

Para esse propósito, implantou-se uma rede com mais de 20 mil sensores e atuadores na cidade que coletam uma vasta quantidade de dados pela região, como: temperatura local, identificadores de pontos de interesse, luminosidade dos ambientes e espaços livres para estacionamento. Além dos sensores, a plataforma coleta dados de caminhões de lixo, ônibus e táxis utilizando dispositivos móveis instalados nos veículos (KON; SANTANA, 2016).

Para Vlahogianni *et al.* (2014), a plataforma *SmartSantander* foi utilizada para o desenvolvimento de projetos como, por exemplo, mostrar aos usuários os locais livres para estacionamento e também para prever a utilização desses lugares em dias de grandes eventos nas cidades.

Também foi desenvolvido um aplicativo de realidade aumentada para dispositivos móveis que detém mais de 2700 pontos de interesse da cidade como museus, pontos de ônibus, livrarias, oficinas de turismo e estação de aluguel de bicicletas, além de mostrar a localização real de táxis e ônibus (KON; SANTANA, 2016).

2.2.3.2 Barcelona

Barcelona é uma cidade Espanhola, com população estimada em 4,7 milhões de pessoas. Um grande projeto nela implantado foi o BCN Smart City, que desenvolve iniciativas científicas e comerciais para tornar a cidade inteligente. Um grande exemplo de projeto é o da implantação de uma rede de sensores para notificar quando as lixeiras das cidades estão cheias, desenvolvimento de *dashboards* para monitoramento das condições das cidades e um portal de dados abertos da cidade que podem ser utilizados para a implementação de aplicações e serviços para os cidadãos.

A cidade desenvolve projetos para incentivar o uso de forma sustentáveis dos transportes, estimulando o uso de carros elétricos e projeto de para uso de bicicletas compartilhadas.

Um ponto relevante, é poder fiscalizar e acompanhar o poder público, o portal de dados abertos da cidade disponibiliza uma grande quantidade de dados da administração pública (KON; SANTANA, 2016).

2.2.3.3 Amsterdã

Capital da Holanda, Amsterdã possui aproximadamente 2,5 milhões de habitantes. Muitos projetos e experimentos estão sendo desenvolvidos para tornar a cidade inteligente e aumentar a qualidade de vida da população. As principais iniciativas contam com a cooperação de empresas, governanças e universidades.

Em uma região de 10 mil habitantes está sendo implantado o primeiro *Smart Electricity Grid* da Holanda. Nessa rede, os usuários podem produzir, consumir e acompanhar de

forma simultânea o consumo.

No que se refere ao monitoramento e controle de trânsito, projetos estão sendo realizados, são: reserva de vagas de estacionamento, monitoramento das principais vias da cidade, diminuição de CO₂, incentivando ao uso carros elétricos e bicicletas (KON; SANTANA, 2016).

Foram criados projetos para melhorar a transparência dos gastos e ações dos administradores da cidade, entre eles o *Budget Monitoring* que permite que os cidadãos acessem e façam sugestões para o orçamento da cidade. Um outro projeto interessante, é o CitySDK Tourism API, uma ferramenta que permite o desenvolvimento de aplicações para ajudar os turistas que visitam a cidade (PEREIRA *et al.*, 2015).

2.2.3.4 Chicago

O um dos projetos criados por Chicago para deixar a cidade inteligente foi a plataforma WindyGrid, que tem a função de coletar, armazenar e processar os dados da cidade. Desse modo, é possível visualizar as operações da cidade de forma unificada utilizando dados em tempo real e dados históricos. Essa ferramenta é uma iniciativa da administração municipal de Chicago.

Os dados principais que são coletados são sobre os eventos sobre o trânsito da cidade, ligações de telefones de emergência, publicações sobre a cidade em redes sociais como Twitter e dados sobre edifícios públicos. Nesta plataforma foram implementadas ferramentas de MongoDB, Big Data com o Banco de dados NoSQL e ferramentas de processamento paralelo.

Chicago possui um portal de dados abertos com milhares de fontes de dados sobre a cidade, como exemplo, o nome, carga e salário de todos os funcionários que fazem parte da administração municipal, mapa de veículos que foram abandonados, dados censitários da população da cidade e registro de ocorrências policiais (KON; SANTANA, 2016).

3. CONCLUSÃO

Em decorrência do crescimento populacional nos grandes centros urbanos e dos grandes problemas enfrentados por elas, surge naturalmente a necessidade de tornar as cidades inteligentes. Tendo em vista que os principais benefícios são as melhorias na infraestrutura e serviços da cidade, uso sustentável dos recursos e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida dos habitantes. Este artigo trouxe iniciativas de cidades inteligentes mundo a fora, como modelos implantados nas cidades de Santander, Barcelona, Amsterdã e Chicago.

Entretanto, existem alguns desafios técnicos e de pesquisas no que se refere ao desenvolvimento de cidades inteligentes que precisam ser exploradas. Entre os principais desafios, destaca-se a necessidade de garantir a privacidade dos dados dos usuários, a segurança, gestão dos dados, escalabilidade, heterogeneidade, manutenção e implantação da infraestrutura, custos e colaboração.

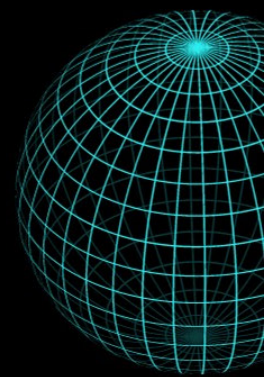
O presente trabalho tem por finalidade contribuir com a arena de discussões acerca de como o uso de maneira eficiente das Tecnologias da Informação e Comunicação podem contribuir para a melhoria do gerenciamento dos serviços públicos, bem como, estimular a iniciativa privada para ações que visem a melhorias da qualidade de vida nos

centros urbanos e uma maior interação entre o poder público e a academia com vistas para soluções relacionadas a problemas provenientes da intensa urbanização nas cidades brasileiras.

Referências

- AL NUAIMI, Eiman et al. Applications of big data to smart cities. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2015.
- ALAWADHI, Suha et al. Building understanding of smart city initiatives. In: **Electronic Government: 11th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2012, Kristiansand, Norway, September 3-6, 2012. Proceedings 11**. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 40-53.
- Albino, R.M. Dangelico, **“Green Cities into Practice,”** in R. Simpson and M. Zimmermann, eds., **The Economy of Green Cities: A World Compendium on the Green Urban Economy** (Dordrecht, Netherlands: Springer Science Business Media B.V., 2012).
- Amsterdam: Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, 2009.
- Batty, K.W. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov, A. Bazzani, M. Wachowicz, G. Ouzounis, and Y. CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. **Smart cities in Europe**. University
- DIAMANTAKI, Katerina et al. Integrating game elements for increasing engagement and enhancing User Experience in a smart city context. In: **Workshop Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Environments**. IOS Press, 2013. p. 160-171.
- DROEGE, Peter (Ed.). **Intelligent environments: spatial aspects of the information revolution**. Elsevier, 1997.
- GURGEN, Levent et al. Self-aware cyber-physical systems and applications in smart buildings and cities. In: **2013 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE)**. IEEE, 2013. p. 1149-1154.
- HANCKE, Gerhard P.; DE CARVALHO E SILVA, Bruno; HANCKE JR, Gerhard P. The role of advanced sensing in smart cities. **Sensors**, v. 13, n. 1, p. 393-425, 2012.
- HARRISON, Colin et al. Foundations for smarter cities. **IBM Journal of research and development**, v. 54, n. 4, p. 1-16, 2010.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, José M. et al. Smart cities at the forefront of the future internet. In: **Future internet assembly**. 2011. p. 447-462.
- HOLLANDS, Robert G. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?. **city**, v. 12, n. 3, p. 303-320, 2008.
- INTELLIGENT COMMUNITY FORUM. **What is an Intelligent Community**. 2006.
- KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios. **Jornadas de atualização em informática**, v. 17, 2016.
- NAPHADE, Milind et al. Smarter cities and their innovation challenges. **Computer**, v. 44, n. 6, p. 32-39, 2011.
- PERERA, Charith et al. Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. **Transactions on emerging telecommunications technologies**, v. 25, n. 1, p. 81-93, 2014.
- PETROLO, Riccardo; LOSCRI, Valeria; MITTON, Nathalie. Towards a cloud of things smart city. **IEEE COMSOC MMT E-Letter**, v. 9, n. 5, 2014.
- PIRO, Giuseppe et al. Information centric services in smart cities. **Journal of Systems and Software**, v. 88, p. 169-188, 2014.
- PIZZANI, Luciana et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012.
- WENGE, Rong et al. Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges. **China Communications**, v. 11, n. 3, p. 56-69, 2014.

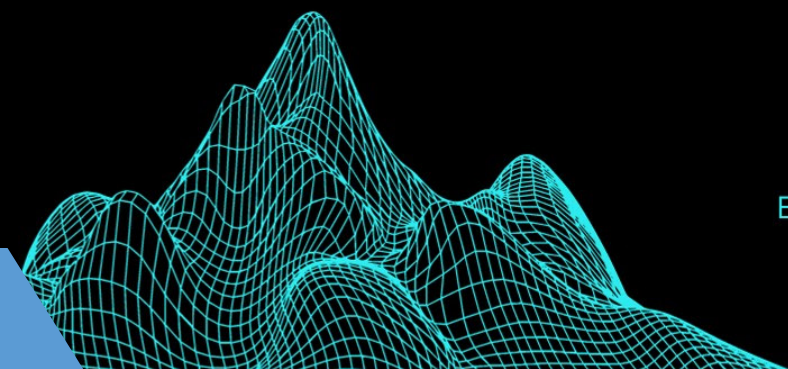
21



AUTOMAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA *AUTOMATION OF ENERGY DISTRIBUTION NETWORKS*

Karlyson Caio Bottentuint Gomes¹

¹ Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A fase de distribuição de energia necessita de grandes e frequentes soluções tecnológicas que proporcionem mais assertividade na entrega de energia elétrica ao consumidor. Nesses casos, o principal objetivo da automação é melhorar o processo de distribuição de energia elétrica. Reduza os custos operacionais e o tempo dessa maneira. Um imprevisto que a automação ajuda a prevenir, por exemplo, é a interrupção do fornecimento de energia quando o sistema sinaliza falta de energia e o operador pode solucionar o problema remotamente. As tecnologias de distribuição automática elétrica e controle de subestações permitem a operação remota ou automática de circuitos. Isso é feito por meio de sistemas e ferramentas que permitem a comunicação em tempo real com outros subestabelecimentos. O objetivo geral buscou compreender as vantagens oferecidas através da automação das redes de distribuição de energia para os consumidores e concessionárias. 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 para atender às crescentes expectativas dos consumidores por um serviço de fornecimento de energia confiável e acessível, os sistemas de automação da rede de distribuição de energia aumentam a eficiência operacional do sistema e reduzem os custos operacionais.

Palavras-chave: Energia. Redes de Distribuição. Redes inteligentes. Automação de redes. Automação.

Abstract

The energy distribution phase needs large and frequent technological solutions that provide more assertiveness in the delivery of electricity to the consumer. In these cases, the main objective of automation is to improve the electrical energy distribution process. Reduce operating costs and time this way. An unforeseen event that automation helps to prevent, for example, is the interruption of the energy supply when the system signals a lack of energy and the operator can solve the problem remotely. Automatic electrical distribution and substation control technologies allow remote or automatic operation of circuits. This is done through systems and tools that allow real-time communication with other sub-establishments. The general objective sought to understand the advantages offered through the automation of energy distribution networks for consumers and concessionaires. 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 concluded, therefore, that in order to meet the growing expectations of consumers for a reliable and accessible energy supply service, the automation systems of the energy distribution network increase the operational efficiency of the system and reduce operating costs.

Keywords: Energy. Distribution Networks. Intelligent Networks. Network automation. Automation.

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo das distribuidoras de energia elétrica é fornecer aos seus clientes energia segura e de alta qualidade, de forma a atender aos indicadores de continuidade estabelecidos pela ANEEL. A automação de redes de distribuição tem ganhado cada vez mais destaque na indústria elétrica por funcionar como o principal agente na busca pela melhoria da eficiência energética.

Devido à necessidade de o sistema elétrico necessitar de um nível de proteção impossível de ser alcançado apenas com a intervenção humana, a automação e a introdução de equipamentos automatizados nas redes de distribuição tornaram-se tarefas essenciais nas grandes e pequenas concessionárias.

A eficácia das redes de distribuição é mantida pelos equipamentos de proteção e automação. À medida que as concessionárias reduzem o número total de erros em uma rede, benefícios estão sendo gerados tanto para seus clientes quanto para elas mesmas. O nível de proteção e automação de uma rede de distribuição está diretamente relacionado com a qualidade da energia elétrica que está fornecendo, evitando que seus consumidores sejam impactados negativamente pelas frequentes e prolongadas ocorrências.

A utilização de sistemas integrados de automação tem auxiliado significativamente as distribuidoras de energia elétrica no rastreamento de todas as atividades instaladas em um nó estrategicamente importante da rede. Esses sistemas são responsáveis por encurtar o tempo que os consumidores ficam sem fornecimento de energia elétrica em decorrência de falhas no fornecimento de energia. Isso reduz o custo para as concessionárias e o tempo total que os consumidores ficam sem fornecimento de energia elétrica. Surge assim uma problemática a ser analisada: Quais vantagens a distribuição automatizada de redes de energia elétrica traz para consumidores e concessionárias?

O objetivo geral buscou compreender as vantagens oferecidas através da automação das redes de distribuição de energia para os consumidores e concessionárias. Já os objetivos específicos buscaram: estudar o sistema elétrico brasileiro, abordar o sistema de distribuição de energia e destacar a importância da automação das redes de distribuição para aperfeiçoar e melhorar o tempo de retorno em interrupções no fornecimento de energia elétrica e proteção do sistema contra curtos.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Cassole, (2020), Leme (2017), Simões (2017), 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, redes de distribuição, redes inteligentes e automação de redes.

2. AUTOMAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA PARA OS CONSUMIDORES E CONCESSIONÁRIAS

A eletricidade tornou-se essencial para a vida moderna porque ajuda as pessoas a viverem com mais praticidade, conforto e qualidade de vida, tanto na vida pessoal quanto profissional. Isso é feito aumentando a produtividade e abrindo mais oportunidades para o desenvolvimento de bens e serviços por meio da otimização de sua qualidade.



É responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fiscalizar e manter o sistema em geral com base em suas competências legais. Os prestadores de serviços, que só poderão exercer suas funções mediante outorga ou autorização do poder público, respondem pelo fornecimento de energia elétrica mediante a utilização de serviços públicos. Segundo Leme (2017), o sistema elétrico brasileiro é dividido em três seções, que podem ser observadas na Figura 1: geração, transmissão e distribuição.

Figura 1. Divisão do Sistema Elétrico Brasileiro



Fonte: (ABRADEE, 2021).

A Figura 1 descreve o procedimento para levar energia elétrica aos consumidores e enfatiza a necessidade de uma estrutura adequada que permita o cumprimento dos critérios de forma que a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica atendam às necessidades dos consumidores. Como resultado, os fornecedores devem valorizar o fornecimento de bens e serviços com confiabilidade, acessibilidade, qualidade e segurança, a fim de minimizar sua influência negativa no meio ambiente e maximizar a segurança do trabalhador (LEME, 2017).

Segundo a ABRADEE (2021), a geração refere-se à área em que grandes usinas hidrelétricas conectadas a linhas de transmissão são utilizadas principalmente para produzir energia elétrica a partir da força hidrocínica. Sobre esse tipo de fonte de energia, Leão (2020) destaca que o método utilizado para gerar energia envolve a construção de uma barragem, que fornecerá um potencial gravitacional que pode ser convertido em energia cinética. O movimento da água faz girar as turbinas dos geradores, que transformam energia mecânica em energia elétrica que é injetada na rede e enviada aos centros consumidores. É importante observar que há mais fontes de energia no setor energético brasileiro, incluindo usinas termelétricas, nucleares e eólicas.

A função da transmissão é transferir a energia elétrica das fontes geradoras para as distribuidoras encarregadas de entregá-la aos clientes (ABRADEE, 2021). Em outras palavras, as redes de linhas de transmissão, que utilizam as áreas apoiadas por torres como principal meio de transporte, são responsáveis por movimentar a energia que sai das usinas e chega às subestações.

A necessidade de alteração dos níveis de tensão e corrente decorre do fato de que no

nível de tensão fornecido pelos geradores, o nível de corrente é bastante elevado e causa perdas nos condutores que impossibilitam a transmissão de energia. Com isso, torna-se necessário aumentar o nível de tensão durante o uso de conversores de potência, a fim de reduzir a corrente e, conseqüentemente, as perdas de potência durante a transmissão. Logo com o aumento da tensão, a potência gerada nas usinas que é função da tensão produzida pela corrente pode ser transmitida com correntes menores que as utilizadas para geração, o que facilita a transmissão (LEAO, 2020).

A forma pela qual a energia é entregue ao consumidor final é a distribuição. Ao contrário dos casos anteriores (geração e transmissão), onde a concorrência está presente, segundo a ABRADÉE (2021), dada à existência de inúmeros agentes e também pelo fato de o produto, uma energia elétrica, ser homogêneo, como commodity, qualquer tipo de competição agora é impossível. Como visto anteriormente, as linhas de transmissão transportam energia para áreas próximas aos centros de carga, onde é então conectada às subestações para permitir que tensão e corrente sejam mantidas em níveis compatíveis com os níveis de subtransmissão e distribuição, que atingem no máximo 69 kV (SIMÕES; TOLEDO, 2017).

A aplicação da automação a um sistema de distribuição de energia elétrica pode envolver uma variedade de tarefas cujo único objetivo é proteger a rede de distribuição contra interrupções. O principal benefício da proteção da rede de distribuição é a capacidade de detectar faltas de energia elétrica por meio de sistemas de monitoramento que coletem dados dos equipamentos conectados em tempo real. Outro fator que contribui para o crescimento da automação no setor elétrico é a capacidade de melhorar o atendimento ao cliente, gerenciando melhor a rede e diminuindo o tempo de resposta às consultas (IBRAEP, 2021).

Por exemplo, reduzir o tempo e/ou a frequência das quedas de energia é possível com a automação, pois sistemas automatizados são capazes de alertar os usuários com antecedência sobre problemas e realizar operações remotas (ELETROREDE, 2018). Esse atributo da automação permite restabelecer de forma rápida e eficaz o fornecimento de energia elétrica em locais de difícil acesso, evitando a espera de horas para que a equipe operacional chegue ao local da interrupção e resolva o problema de falta de energia (ELETROREDE, 2018).

Segundo Joel (2019), a adoção de sistemas automatizados e inteligentes pode ser uma solução para gerar receita no setor elétrico devido à redução de custos associados à deslocalização e detecção precoce de falhas na rede de distribuição. A partir do momento que a automação possibilita detectar e corrigir a falta de energia elétrica, os custos para a concessionária são reduzidos, pois elimina a necessidade de trabalho de uma equipe operacional e atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

Um fator significativo na evolução da automação da rede de distribuição é o *smart grid*. Essa abordagem visa tornar o sistema elétrico mais inteligente, seletivo e adaptável ao longo do tempo. Segundo Passari (2020), *smart grid* é definido como “sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica, compostos por recursos de TI e alto grau de automação, de forma a aumentar significativamente a eficiência operacional”. Segundo Martegan (2011), “em caso de curto-circuito, atua apenas o dispositivo mais próximo da falha, isolando uma parcela menor do sistema elétrico no menor tempo possível, protegendo ainda o equipamento e sistema.

Para garantir o bom desempenho das concessionárias nos indicadores coletivos de continuidade DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC



(Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), o *smart grid* deve ser implementado na distribuição de energia. Segundo a ANEEL (2016), os indicadores de continuidade são utilizados para medir e avaliar a frequência e a duração das ocorrências com base em valores que a própria ANEEL estabeleceu como norma.

Os indicadores coletivos de continuidade são utilizados para avaliar a eficácia de uma determinada distribuidora de energia elétrica. As distribuidoras devem garantir que os indicadores DEC e FEC não fiquem abaixo desses valores máximos, sob pena de aplicação de penalidade, conforme determinação da ANEEL. Essas medidas estão sendo tomadas para garantir que a energia elétrica chegue ao consumidor em um estado confiável e de alta qualidade.

Como forma de atender às demandas da ANEEL e dos consumidores, as distribuidoras de energia elétrica passaram a instalar equipamentos de proteção e monitoramento em sua infraestrutura de rede de distribuição. Uma dessas ferramentas é o religador automático, cujo funcionamento, segundo Cassole (2020), se baseia na detecção automática de falha na rede elétrica, interrompendo o circuito elétrico temporariamente. Esses dispositivos possuem um sistema interno de extinção de linhas elétricas semelhante a seccionadoras.

O *Self Healing* é um sistema inteligente frequentemente utilizado para melhorar a automação das redes de distribuição. Se o fornecimento de energia elétrica for interrompido, ele visa restaurar uma parte do sistema elétrico. Esta restauração é realizada de forma inteligente e sem intervenção humana. É baseado em dados em tempo real coletados de sistemas de monitoramento de rede.

Sobre o funcionamento do *Self Healing*, Cassole (2020) afirma que “em caso de defeito, o sistema identifica o trecho, isola-o, e compensa o máximo de clientes possível utilizando fontes alternativas de subestações interconectadas.” Isso reduz o alcance do impacto do incidente e o número de consumidores sem acesso à energia elétrica, ao invés de afetar toda a rede com muitos clientes.

Segundo Santos, Marinato e Santos (2021), é um software que utiliza tecnologia de informação e comunicação para monitoramento e controle, coleta e organização de dados e apresentação ao operador dos sistemas supervisórios de sistemas automatizados. Por meio desses sistemas de monitoramento, é possível realizar uma análise detalhada de um trecho específico de uma rede de distribuição por meio de medições de corrente, tensão, fator de potência e histórico de curto.

O SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) é um sistema fundamental quando se trata da automação das redes de distribuição, pelo fato do grande volume de ativos físicos instalados em campo, que precisam ser monitorados diariamente. Esse monitoramento acontece entre uma estação de controle remota e uma central.

Os principais componentes dos sistemas de vigilância são equipamentos de campo, estações remotas, redes de comunicação e estações centrais de monitoramento. Cada um desses fatores é extremamente importante para que o SCADA funcione corretamente e tenha um bom desempenho. Os dispositivos de campo servem principalmente para trazer análises de medidas e binárias de monitoramento, com correntes, tempos e estado de equipamentos, enquanto os atuadores, servem para fazer algum tipo de manobra no sistema. Os dispositivos automáticos responsáveis pelo armazenamento da memória são os atuadores remotos.

Todas as informações vindas do equipamento e direcionando-as de forma rápida, segura e precisa para a central. A rede de comunicação é o que permite que os dados trafeguem entre locais remotos e centrais; é responsável por manter os dispositivos conectados

na mesma rede, por exemplo, usando um APN (*Access Point Name*). A responsabilidade pelo recebimento de todas as informações coletadas em campo é das estações centrais, que também se encarregam de processar, analisar e retransmitir essas informações ao operador por meio de uma IHM (*Interface Homem Máquina*).

Para utilizar os sistemas de monitoramento de forma eficaz, é necessário escolher um protocolo de comunicação adequado à aplicação, possibilitando a conexão entre as estações remota e central. O DNP3 (*Distributed Network Protocol*) é um dos protocolos mais utilizados no contexto das redes inteligentes. Para Pereira (2015, p.76), o protocolo DNP3 é “muito utilizado para automação de sistemas de energia”.

Segundo Pereira (2015, p. 24), “O protocolo DNP3 foi desenvolvido para comunicação entre aquisição de dados e equipamentos de controle”. Um método tradicional de utilização do protocolo DNP3 em sistemas de monitoramento é dividi-lo em *Master* e *Outstation*. Os dispositivos que funcionam como *Master* são responsáveis por solicitar informações dos dispositivos *Outstation* em intervalos pré-determinados ou em resposta a solicitações. Enquanto os dispositivos ativos como *Outstation* são responsáveis por responder às solicitações do Mestre, eles também são responsáveis por enviar informações de alta importância, como a condição do equipamento, mudanças bruscas de corrente e ações de proteção (PEREIRA, 2015).

Segundo Cassole (2020), dependendo do nível de automação da rede, com equipamentos de segurança distribuídos, é possível que o sistema de segurança já tenha isolado a brecha no menor trecho possível. Como resultado, buscando obter boas métricas de desempenho para os indicadores de continuidade DEC e FEC, as distribuidoras de energia elétrica têm implementado fortes sistemas de supervisão aliados a protocolos de comunicação eficientes. As redes de distribuição têm se tornado cada vez mais eficientes em decorrência do atendimento às exigências da ANEEL. Com o avanço significativo da automação, as concessionárias têm mais condições de acompanhar a curva de crescimento das unidades consumidoras e atender às suas necessidades.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso e a geração de energia elétrica aumentam junto com o crescimento populacional, tornando necessária a expansão das redes de transmissão e distribuição de energia elétrica. Mais informações estão chegando aos operadores dos centros de operação à medida que essas redes crescem. Como resultado, em caso de erros, o tempo de busca e a complexidade são aumentados. Muitas vezes, os problemas são simples e poderiam ser resolvidos rapidamente se o sistema fosse automatizado.

A Central de Controle e Operação da Rede de Distribuição de Energia Elétrica (COD) da concessionária é acionada quando ocorre um problema com o RD para coordenar as ações de reassentamento e isolamento do consumidor até a correção da falha. Quando não há monitoramento e controle remoto, demora muito mais para encontrar o problema, pois as equipes de campo devem realizar reparos manualmente para restabelecer o atendimento ao consumidor após serem instruídas a fazê-lo pelo COD via rádio ou telefone. Isso exige que eles percorram rotas de RD para encontrar o problema. Além dos custos envolvidos, essa ineficiência se reflete nos indicadores de continuidade individuais (DIC, FIC e DMIC) e coletivos (DEC e FEC), podendo resultar em penalidades para as distribuidoras e ressarcimento do consumidor.

Conclui-se, portanto que para atender às crescentes expectativas dos consumidores



por um serviço de fornecimento de energia confiável e acessível, os sistemas de automação da rede de distribuição de energia aumentam a eficiência operacional do sistema e reduzem os custos operacionais.

Referências

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. **Setor elétrico**: visão geral do setor. 2021. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/visaogeral-do-setor/>. Acesso em 29 abr. 2023.

ANNEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Qualidade do Serviço**. Brasília: SRD, 28 jun. 2016. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/qualidade-do-servico2>. Acesso em: 22 de out. 2022.

CASSOLE, Luiz Carlos. VARGAS, Francisco Javier Triveño. Religador self-healing. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 12, Vol. 01, pp. 73-86. Dez. 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/self-healing>. Acesso em: 25 abr. 2022.

ELETROREDE. **Automação na distribuição de energia**: entenda a importância. São Paulo: Equipe Eletrorede, 2018. Disponível em: <https://eletrorede.eng.br/blog/2018/10/25/automacao=-distribuicao-energia/#:~:text=AS%20VANTAGENS%20DA%20AUTOMA%C3%87%C3%83O&text=Desta%20forma%2C%20diminui%20custos%20operacionais,solucionar%20o%20problema%20a%20dist%C3%A2ncia>. Acesso em: 25 abr. 2022.

INBRAEP - INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE (Brasil). **Definição dos Fundamentos de Rede de Distribuição**. Santa Catarina: Equipe INBRAEP, 30 set. 2021. Disponível em: <https://inbraep.com.br/publicacoes/definicao-dos-fundamentos-de-rede-de-distribuicao/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

JOEL, Renan. **Inteligência para aumentar a eficiência do setor elétrico**. GTDC, 2019. Disponível em: <https://www.energiaquefalacomvoce.com.br/2019/07/17/fieefuture-inteligencia-para-aumentar-a-eficiencia-do-setor-eletrico/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

LEAO, Ruth. Sistema elétrico. **Eletrotécnica geral**. PEA – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840834/59/SistemaEletrico1.pdf>. Acesso em 08 mai. 2023.

LEME, Thaís Bredariol Grilo. **Prospecção tecnológica a médio e longo prazo do uso de fontes alternativas de geração de energia**. Dissertação. Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2017. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/331070/1/Leme_ThaisBredariolGrilo_M.pdf. Acesso em: 29 abr. 2023.

MARDEGAN, Cláudio. **A seletividade**. Proteção e seletividade, 2011. Disponível em: https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/06/Ed64_fasc_seletividade_cap17.pdf. Acesso em: 25 abr. 2022.

PASSARI, Guilherme Henrique Da Silva. VARGAS, Francisco Javier Triveño. **Redes elétricas Smart Grid**: Estudo de aplicação nas redes de distribuição. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 12, Vol. 05, pp. 05-25. dez. 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/redes-de-distribuicao>. Acesso em: 25 abr. 2022.

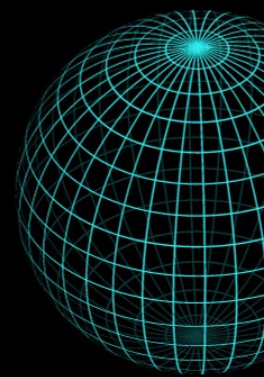
PEREIRA, Cássia Correia da Silva. **Modelo de simulação NS-2 para o protocolo DNP3 sobre o protocolo de rede sem fio IEEE 802.15.4 para simulação de baixo custo de aplicação Smart Grid**. 2015. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/dissertacao-cassia-correia-da-silva-pereira>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PINHEIRO, José. **Introdução às Redes de Supervisão e Controle**. Projeto de redes, 2006. Disponível em: https://www.projetederedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php. Acesso em: 30 de mar. 2023

SANTOS, Fabrício; MARINATO; Matheus; SANTOS, Wemerson. **SISTEMA SUPERVISÓRIO**: Utilização de um sistema Supervisório na usina fotovoltaica, 2021. Disponível em: https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3885/1/Sistema%20Supervis%C3%B3rio%20_Artigo_2021_2.pdf. Acesso em: 30 de mar. 2023.

SIMÕES, C.; TOLEDO, P. Implantação de sistemas self-healing em concessionárias de energia. **Anais do X Fórum Latino-Americano de Smart Grid**. São Paulo – SP, 2017. Disponível em: http://www.smartgrid.com.br/eventos/smartgrid2017/pericles_. Acesso em: 29 abr. 2023.

22



A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA BASEADO NA INTERNET DAS COISAS PARA IRRIGAÇÃO

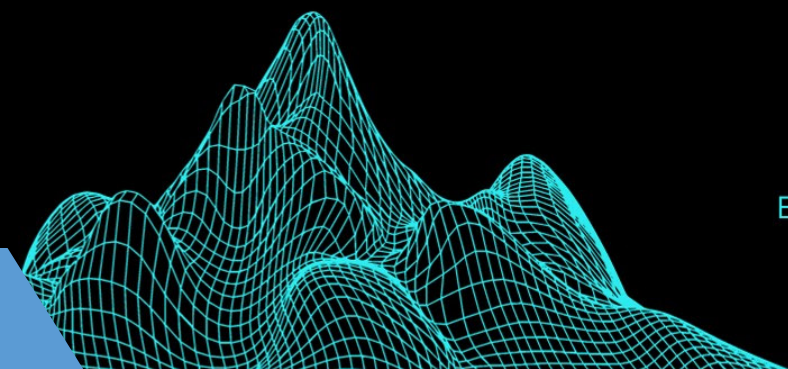
*THE IMPORTANCE OF A SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS FOR
IRRIGATION*

Michael Wanderson Arouche Lima¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A irrigação é uma técnica que visa fornecer às plantas a quantidade ideal de água para que elas possam se desenvolver adequadamente. Existem diversos tipos de sistemas de irrigação, como a irrigação via gotejamento, asperso, sub-irrigação, sulco e micro-asperso. Devido à modernização dos equipamentos em novos projetos de irrigação, a irrigação automática na agricultura é hoje uma realidade para os produtores. O objetivo da automação é implementar o controle automático da operação e a operação assistida. Assim, essa tecnologia permite monitoramento, controle e até intervenção em tempo real em caso de mau funcionamento do sistema, o que reduz o custo operacional. O objetivo geral buscou compreender a importância das técnicas da Internet das Coisas para a irrigação. O desenvolvimento do presente estudo foi pautado no método de revisão bibliográfica. Com busca de artigos realizada na base de dados do Google Acadêmico, Scielo, Revistas, Jornais e Repositórios virtuais de Engenharia de Automação. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Conclui-se, portanto que o uso de um sistema de irrigação automatizado permite um controle preciso sobre a aplicação de água nas culturas, bem como sobre as operações de irrigação e problemas externos que podem interferir na irrigação. A diminuição dos déficits e a possibilidade de melhorias em água, energia e produção agrícola resultam disso.

Palavra-chave: Internet das Coisas. Automação. Irrigação. Tecnologia. Produtividade.

Abstract

Irrigation is a technique that aims to provide plants with the ideal amount of water so that they can develop properly. There are several types of irrigation systems, such as drip irrigation, sprinkler, sub-irrigation, furrow and micro-sprinkler. Due to the modernization of equipment in new irrigation projects, automatic irrigation in agriculture is now a reality for producers. The purpose of automation is to implement automatic control of the operation and assisted operation. Thus, this technology allows monitoring, control and even intervention in real time in case of system malfunction, which reduces operating costs. The general objective sought to understand the importance of Internet of Things techniques for irrigation. The development of this study was based on the bibliographic review method. Searching for articles in the database of Google Scholar, Scielo, Magazines, Newspapers and Virtual Repositories of Automation Engineering. Exclusion criteria were based on discarding articles without scientific content. It is therefore concluded that the use of an automated irrigation system allows precise control over the application of water to crops, as well as over irrigation operations and external problems that may interfere with irrigation. The reduction of deficits and the possibility of improvements in water, energy and agricultural production result from this.

Keywords: Internet of Things. Automation. Irrigation. Technology. Productivity.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação é uma técnica que busca o fornecimento de água com um conjunto de boas práticas ligadas a agronomia. A agricultura irrigada passou a estar presente em grande parte das regiões brasileiras por conta da problemática da escassez de água, como ocorre na região do semiárido, onde as secas prolongadas geram inúmeros prejuízos.

Arelada a tecnologia surgiram novos métodos de irrigação interligados, que contribuem para aumentar a produtividade, reduzir as perdas na produção, auxílio na aplicação de insumos e diminuição de riscos de perdas por conta do clima. Para novos projetos de irrigação foram aplicadas técnicas através da Internet das Coisas (IoT), sendo essa uma rede coletiva de dispositivos conectados que contribuem para facilitar a comunicação através de dispositivos.

A presente pesquisa buscou a importância das técnicas da Internet das Coisas para a irrigação, abordando a importância dessa sistemática para o processo de melhora na agricultura onde a perda por conta da escassez de água já gerou grandes prejuízos. Nesse contexto o estudo busca aprimorar o conhecimento sobre a Internet das Coisas e seus benefícios para o campo através da tecnologia. Surge assim uma problemática a ser analisada: Como a Internet das Coisas pode contribuir para a técnica de irrigação?

O objetivo geral buscou compreender a importância das técnicas da Internet das Coisas para a irrigação. Já os objetivos específicos buscaram: estudar a técnica de irrigação, definir a internet das coisas e abordar as principais técnicas de Internet das Coisas que podem ser inseridas no controle da irrigação.

O desenvolvimento do presente estudo foi pautado no método de revisão bibliográfica. Com busca de artigos realizada na base de dados do Google Acadêmico, Scielo, Revistas, Jornais e Repositórios virtuais de Engenharia de Automação. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Para a busca dos artigos utilizou-se as seguintes palavras-chaves: Internet das Coisas, Automação, Irrigação, Tecnologia e Produtividade. Para auxiliar no desenvolvimento do estudo foram selecionados artigos dos últimos 10 anos.

2. A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA BASEADO NA INTERNET DAS COISAS PARA IRRIGAÇÃO

Um dos principais desafios na agricultura moderna é conseguir eficiência e eficácia, onde o conceito de Internet das Coisas (IoT) para o campo passou a ganhar destaque nos últimos anos. É um ramo que passou a crescer dentro do contexto de irrigação, ganhando reconhecimento por conta das técnicas usadas pelos agricultores para tornar a solução mais eficiente (KAMIENSKI; VISOLI, 2018).

O sistema de irrigação é o nome designado para o processo que proporciona a sobrevivência produtiva das plantas através do fornecimento de água em um determinado tempo necessário. Existe no mercado diversos sistemas de irrigação, são eles o gotejamento, aspersão, subirrigação, sulco e microaspersão. A seleção desse sistema depende da condição e da quantidade de recursos hídricos que estão disponíveis, assim como o sistema de implantação do tipo de solo e do tipo de planta (CARVALHO, 2016).



A irrigação passou a ser uma tecnologia totalmente indispensável para o processo de melhoria na produção agrícola, principalmente nas regiões mais áridas onde a pluviosidade é considerada inferior a 250 mm anual. Logo o protocolo de irrigação gera inúmeros benefícios para a agricultura em diversos períodos do ano. Os benefícios podem garantir a redução dos riscos de quebras de safra, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade final do produto e aumentar o número de safras (FERREIRA, 2017).

Nesse contexto a irrigação automatizada passou a ser vista como um sistema de melhoria para minimizar os problemas com desperdício de água, onde a Internet das Coisas (IoT) termo usado na computação que relaciona a internet a sistemas globais que usam redes conectadas compreendidas como objetos físicos ou virtuais. Esse termo usa a comunicação de usuários em todo o mundo em uma rede aberta e compreensiva de objetos inteligentes que tem a capacidade de organizar, compartilhar informações, dados de recursos, de acordo com a situação do ambiente em que são empregados (PRADO; NUNES; TINOS, 2014).

O problema da seca que afeta a região Nordeste do Brasil é causado principalmente pela falta de chuva e altas temperaturas, que têm um impacto significativo na disponibilidade de recursos hidrológicos da região. O recurso é muito utilizado na irrigação agrícola, que responde por cerca de 65% do consumo de água no Brasil (ABBASI; ISLAM; SHAIKH, 2014).

A eficácia da irrigação é uma abordagem que só aplica água no momento adequado e na quantidade necessária para a cultura. Em termos de quantidade de água efetivamente utilizada para irrigação, apenas 36% da água utilizada para irrigação globalmente é utilizada pela cultura. A maioria dos agricultores toma decisões empíricas sobre quanto e quando aplicar água em suas plantações. Cerca de 30% da água utilizada seria economizada se fosse aplicada de forma consistente, evitando o uso desnecessário (TESTEZLAF, 2011).

Os agricultores utilizam técnicas de irrigação como forma de controlar a perda de água e como forma de calcular a quantidade de água necessária para a cultura, levando ao aumento da produtividade. Algumas categorias podem ser usadas para categorizar as técnicas de irrigação, incluindo aspersão, localização e superficial (RAHUL et al., 2015).

Os métodos de irrigação utilizam componentes (aspersores, válvulas e motobombas) no ambiente, tornando difícil e demorado para o agricultor monitorar o solo, bem como para ele se deslocar até a região da cultura para acionar bombas ou válvulas abertas. Logo colocando em prática o conceito de Internet das Coisas (IoT) (AGRAWAL; VIEIRA, 2013). A IoT refere-se à interação entre sensores e atuadores por meio de um ponto centralizado de tomada de decisão, como um servidor web ou aplicativo móvel. A interação entre os sensores e atuadores acabará por levar a uma automação ou facilidade em rotinas diárias, dando aos agricultores uma ideia de um processo inteligente (COSKUN; OZDENIZCI, 2015).

De acordo com a Internet das Coisas, os objetos inteligentes funcionarão de forma transparente e autônoma com objetos físicos para fornecer serviços e aplicativos que permitirão a interação homem-máquina. *Radio-Frequency Identification* (RFID) é uma tecnologia que usa a Internet das Coisas (IoT). RFID permite a comunicação entre objetos que estão presentes em uma rede e permite a identificação numérica única desses objetos (VIANA, 2018).

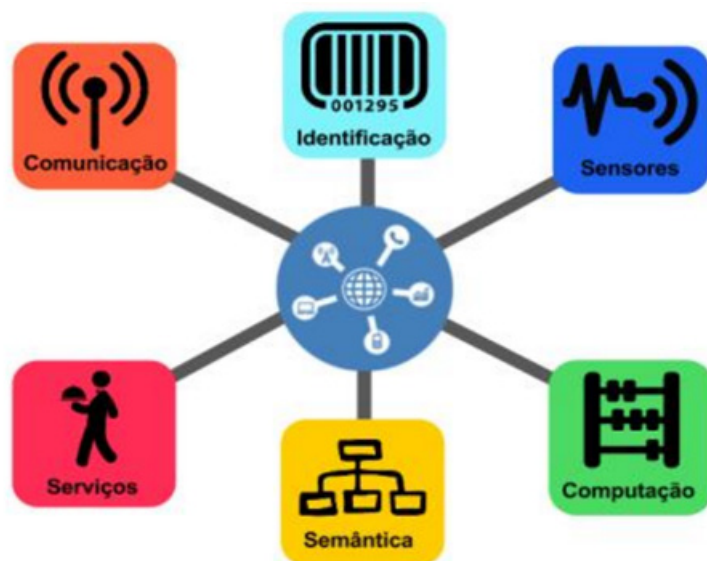
Uma técnica utilizada na agricultura para suprir a necessidade de água em uma área de plantação é a irrigação. Essa técnica faz uso de uma variedade de ferramentas, acessórios e técnicas de gerenciamento. Existem três tipos principais de irrigação: superficial, localizada e aspersão. Algumas características, como o tipo de solo, o clima e outras, determinam qual tipo de irrigação é adequado para uma planta (SOMBRIO, 2021).

Utilizando aspersores posicionados ao longo da cultura, a técnica do asperso tenta imitar o efeito de uma chuva, espalhando a água em forma de gotas ao redor da área. Devido à grande área que os aspersores cobrem, esta técnica é amplamente utilizada por grandes plantações. As técnicas de aspersão podem ser classificadas como convencionais ou mecânicas. A guerra convencional faz uso de motobombas, tubulações e aspersores dispersos pela cultura, cada um cobrindo simultaneamente uma determinada área. Uma estrutura é construída em torno do sistema mecanizado, e é aqui que os aspersores são montados. Essa estrutura distribui uniformemente a irrigação por toda a cultura (FREIRE et al., 2019).

O método de irrigação superficial envolve a aplicação direta de água no solo, uma vez nivelado. Com a ajuda da gravidade, a água se espalha uniformemente por toda a área de cultivo, envolvendo todo o espaço e se infiltrando em todos. Esta técnica é muito utilizada na produção de arroz. A técnica de irrigação por superfície pode ser categorizada de duas formas: via solar ou por alagamento (CARVALHO, 2016). O método de irrigação por sapais implica a aplicação de água em pequenos canais que são atravessados por todas as linhas culturais. A água é aplicada uniformemente sobre a área durante uma inundação e se acumula para formar um “espelho d’água” a partir de então.

A Internet das Coisas pode ser vista como uma espécie de combinação de diversas tecnologias que se complementam no processo de integração dos objetos no ambiente físico e virtual. Os blocos básicos que fazem parte da construção da IoT são: a identificação, sensores (atuadores), comunicação, computação, serviços e semântica. Na Figura 1 é possível compreender os blocos básicos de construção da IoT (VIANNA, 2018).

Figura 1. Blocos de Construção da IoT



Fonte: Viana (2018, p.76)

A comunicação é o bloco responsável pelo uso de tecnologias para fazer o processo de comunicação entre os dispositivos inteligentes, que são: RFID, IEEE 802.15.4; Bluetooth e Wifi. A computação é o bloco que é incluído na unidade de processamento responsável por executar os algoritmos locais nos dispositivos inteligentes, como processadores e microcomputadores (FREIRE et al., 2019). Os serviços é o bloco responsável pela classe dos serviços que são: Serviços de Identificação, Serviços de Agregação de Dados, Serviços de Colaboração e Inteligência que age sobre os serviços de agregação e os Serviços de Ubiquidade (TESTEZA, 2011).

A semântica é o bloco responsável pela descoberta do conhecimento e de uso eficiente dos recursos existentes na IoT, sendo usadas as técnicas como *Efficiente XML Interchange* (EXI), *Web Ontology Language* (OWL) e *Resource Description Framework* (RDF). Na IoT as coisas devem ser identificadas, assim como os atributos físicos e as personalidades virtuais, tendo como finalidade o uso de interfaces inteligentes que são ativos para os negócios (SOMBRIO, 2021).

Nesse contexto o aumento populacional fez com que aumentasse a necessidade da produtividade do agronegócio, aplicando assim IoT como tendência do mercado. Esse tipo de mecanização do campo serviu para preparar áreas de plantio, até a aplicação correta e uniforme de fertilizantes. Logo passou a ser importante o uso da Internet das Coisas para dar um novo potencial de ganho aliado a novas tecnologias como *big data*, *analytics* e automação (SANTOS, 2014).

A Internet das Coisas serve como auxílio para os agricultores, ajudando no protocolo de irrigação mecânico que contribui para a conservação dos produtos e manejo para todas as áreas, contribuindo para facilitar a vida no campo (MADALOSSO, 2014). O sistema de automação utiliza sensores e módulos que aumentam a eficiência da produção, assim como reduzem as perdas e controlam a quantidade de água usada na irrigação.

Para irrigação o conjunto de técnicas utilizadas contribuiu para sanar a deficiência em equipamentos, que gerava o desperdício total de água e perdas na plantação. A inserção desses métodos tecnológicos contribuiu para determinar a quantidade de água que o solo precisa, assim como área específica que desenvolveu novos métodos de manejo para a agricultura (TESTEZA, 2011).

Ter um sistema de irrigação depende de alguns requisitos básicos que devem ser cumpridos pelo agricultor, a responsabilidade hídrica é uma delas que busca garantir a boa qualidade do controle de uso da água. Além disso, controlar a água não é apenas uma necessidade do ramo agrícola, mas sim uma responsabilidade para com a geração futura logo a aplicação de sensores tecnológicos garante benefícios ao ramo (PRADO; NUNES; TINOS, 2014).

Com ajuda da A Internet das Coisas o método de irrigação passou a gerar mais qualidade, sendo feita análises do protocolo instalado e tipo do solo, relevo, clima, cultura e todo o manejo da irrigação (CARVALHO, 2016). A instalação do sistema só é feita mediante ações de escolha da hora do melhor sistema de irrigação e da projeção do sistema, para não ocorrer danos ao solo e nem ao processo produtivo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à modernização dos equipamentos em novos projetos de irrigação, a irrigação automática na agricultura é hoje uma realidade para os produtores. O objetivo da automação era implementar o controle automático da operação e a operação assistida. Assim, essa tecnologia permite monitoramento, controle e até intervenção em tempo real em caso de mau funcionamento do sistema, o que reduz o custo operacional.

Apesar de ter alto custo de instalação, o uso da irrigação automatizada traz diversos benefícios que a maioria dos produtores rurais não considera importantes para o manejo da irrigação. Outros fatores que contribuem para o baixo interesse ou busca dos produtores rurais pela automação são a falta de informação sobre as mudanças climáticas, o custo da energia, a ênfase em práticas culturais e a ausência de suporte técnico.

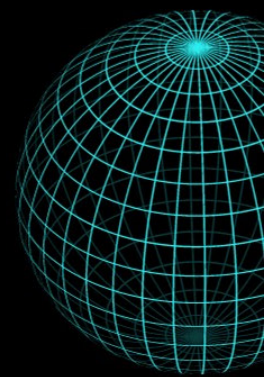
Conclui-se o uso de um sistema de irrigação automatizado permite o controle preciso

da aplicação de água na cultura, bem como o gerenciamento das operações de fertirrigação e problemas externos que podem interferir na irrigação. Isso reduz os déficits e possibilita melhorias no uso de energia e água, bem como na produção agrícola. Apesar dos altos custos iniciais, há um potencial significativo para sistemas automatizados, particularmente na região norte do Brasil, para aumentar a produção e reduzir o desespeço hídrico, tornando-os um recurso valioso lá.

Referências

- ABBASI, A. Z.; ISLAM, N.; SHAIKH, Z. A. et al. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. **Computer Standards & Interfaces**, Elsevier, v. 36, n. 2, p.263–270, 2014.
- AGRAWAL, S.; VIEIRA, D. A survey on internet of things-doi 10.5752/p. 2316-9451.2013 v1n2p78. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 78–95, 2013.
- CARVALHO, Matheus Souza de. **SENSOR PARA MONITORAMENTO DE UMIDADE DO SOLO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR**. 2016. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2016.
- COSKUN, V.; OZDENIZCI, B.; OK, K. The survey on near field communication. **Sensors**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 15, n. 6, p. 13348–13405, 2015.
- FERREIRA, Jéssimon. **SISTEMAS CAPACITIVOS APLICADOS NA AVALIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DE MADEIRA DE PINUS**. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
- FREIRE, B. A. et al. Ateliê Técnico Científico: Sistema de Irrigação Automatizada na instituição de ensino particular Rede Doctum. **Caderno de Resumos**, Espírito Santo, outubro/novembro 2019.
- MADALOSSO, E. **Sistema Automatizado para Irrigação de Estufas**. 76 f. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.
- KAMIENSKI, C.; VISOLI, M. **Swamp: uma plataforma para irrigação de precisão baseada na internet das coisas**. Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em periódico indexado (ALICE), Fonte, Belo Horizonte, v. 15, n. 20, p. 76-84, dez. 2018., 2018.
- PRADO, G. do; NUNES, L. H.; TINOS, A. C. **Avaliação técnica de dois tipos de emissores empregados na irrigação localizada**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada-INOVAGRI, v. 8, n. 1, p. 12, 2014.
- RAHUL, A.; KRISHNAN, G. G.; KRISHNAN, U. H.; RAO, S. The survey on near field communication. **International Journal on Cybernetics & Informatics (IJCI)**, Amrita Center for Wireless Networks & Applications, v. 4, n. 2, 2015.
- SANTOS, Lorena Beatriz. **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CONTROLE DE UMIDADE E TEMPERATURA EM CULTURA DE MORANGOS APLICADOS AOS PEQUENOS PRODUTORES**. 2014. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.
- SOMBRIO, Yuri Machado. **Um estudo comparativo entre placas e ambientes de desenvolvimento em um contexto mecatrônico**. 2021. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- TESTEZLAF, R. Irrigação: **Métodos, sistemas e aplicações**. Faculdade de Engenharia Agrícola Unicamp-FE-AGRI, 2011.
- VIANNA, Gabriel Pereira. **DOMÓTICA: AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM BAIXO CUSTO UTILIZANDO O ARDUINO**. 2018. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário Unifacvest, Lajes, 2018.

23



AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM FOCO NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO

*HOME AUTOMATION WITH A FOCUS ON ENERGY EFFICIENCY USING THE
ARDUINO PLATFORM*

Emerson Glauber Ribeiro Junior¹

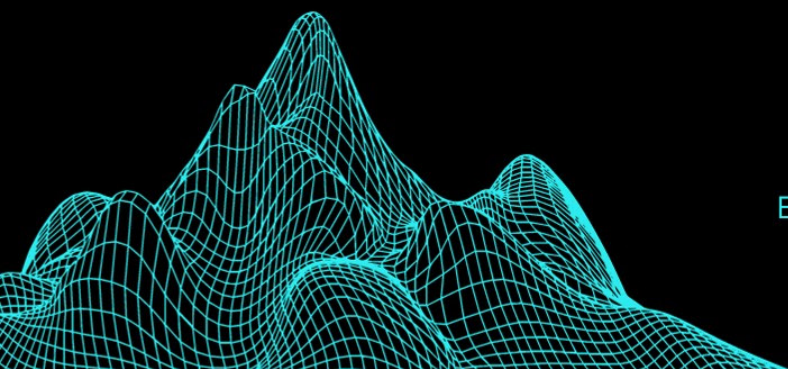
Hugo Alves Velozo²

Wedson Jonas Barros Silva³

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

3 Mestre em Educação, Universidade Estadual do Maranhão, São Luis-MA



Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir a automação residencial utilizando a plataforma Arduino, com foco no monitoramento contínuo do consumo de energia e coleta de dados relevantes. O método de pesquisa utiliza por meio da abordagem qualitativa a fim de analisar a viabilidade do uso eficiente de energia elétrica a partir de um projeto de automação residencial utilizando a plataforma Arduino. Os resultados obtidos mostram que a automação residencial usando Arduino possibilita o controle eficiente do consumo de energia, identificação de padrões de uso e implementação de medidas para economia energética. Além disso, a integração com outros dispositivos e sistemas residenciais, como sensores de luminosidade e sistemas de iluminação inteligentes, permite a criação de cenários personalizados que otimizam o uso de energia. A coleta de dados relevantes sobre o consumo de energia possibilita análises mais aprofundadas e a tomada de decisões informadas sobre eficiência energética. Com base nos resultados, conclui-se que a automação residencial usando Arduino é uma solução viável e eficaz para o monitoramento e controle do consumo de energia em residências, proporcionando economia, conforto e sustentabilidade.

Palavras-chave: Microcontrolador. Economia. Consumo. Domótica.

Abstract

This article aims to discuss home automation using the Arduino platform, focusing on continuous energy consumption monitoring and data collection. The research method employed a qualitative approach to analyze the feasibility of efficient electricity usage through a home automation project using the Arduino platform. The obtained results demonstrate that home automation using Arduino enables efficient control of energy consumption, identification of usage patterns, and implementation of measures for energy savings. Furthermore, integration with other residential devices and systems, such as light sensors and smart lighting systems, allows for the creation of customized scenarios that optimize energy usage. The collection of relevant data on energy consumption enables deeper analyses and informed decision-making regarding energy efficiency. Based on the results, it can be concluded that home automation using Arduino is a viable and effective solution for monitoring and controlling energy consumption in residential settings, providing savings, comfort, and sustainability.

Keywords: Microcontroller. Economy. Consumption. Home automation.



1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos produtos industriais a partir da Revolução Industrial no Século XVIII, trouxe significativas transformações tanto na indústria como no cotidiano das pessoas. A utilização das máquinas trouxe mais automação para o mundo, proporcionando uma aceleração no desenvolvimento global que vem crescendo amplamente na utilização de muitos processos de produção.

A automação residencial ou domótica, também conhecida como casa inteligente ou casa do futuro, trata-se da integração de serviços e tecnologias, que visa automatizar uma casa e obter aumento de segurança, conforto e funcionalidade. Nessa perspectiva a automação é um processo que auxilia as pessoas em suas tarefas diárias, seja no comércio, na indústria, em casa ou no campo. Constitui-se ainda como um conjunto de serviços prestados por sistemas técnicos integrados, que é a melhor forma de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto da casa

Essa automatização perpassa principalmente pelo uso da eletricidade, visto que a energia elétrica é um insumo praticamente indispensável na sociedade contemporânea. Entretanto, há que se considerar que os crescentes aumentos de custo financeiro, no que tange ao acréscimo de impostos e tarifas acentuadas para a utilização da energia Brasil, exigem que se pense em maneiras de gerenciar esses recursos de forma automatizada e inteligente.

O consumo de energia no Brasil tem aumentado em função dos avanços tecnológicos, uma vez que produtos eletrônicos como computadores, celulares, televisores e eletrodomésticos tornaram-se indispensáveis. A automação residencial pode proporcionar uma série de benefícios à sociedade, um deles é auxiliar na regulação do uso de energia por esses dispositivos, que podem ser gerenciados e monitorados por meio do Arduino.

O tema da economia de energia elétrica tem exercido grande influência nas discussões acerca do clima brasileiro, pois a diminuição das chuvas obriga as pessoas a depender de termelétricas e outras formas de geração de energia. Desta maneira, tomou-se como base a problemática do aumento do consumo de energia elétrica no Brasil, bem como o aumento dos impostos de tarifas relacionadas à energia. Não obstante, a pesquisa foi orientada a partir da seguinte problemática: Como o uso eficiente de energia elétrica pode ser alcançado em um projeto de automação residencial utilizando a plataforma Arduino?

O objetivo geral do estudo foi analisar a viabilidade do uso eficiente de energia elétrica a partir de um projeto de automação residencial utilizando a plataforma Arduino, assim como, o objetivo específico buscou compreender os sistemas de automação residencial, estudar as características técnicas da plataforma Arduino, entender o que é eficiência energética e estudar a relação da utilização do Arduino com a eficiência energética na automação residencial.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido por meio da abordagem qualitativa a fim de analisar a viabilidade do uso eficiente de energia elétrica a partir de um projeto de automação residencial utilizando a plataforma Arduino.

Quanto aos objetivos tratou-se uma pesquisa descritiva, pois tem como objetivo analisar os dados coletados a fim de descrever, minuciosamente, experiências, processos, situações e fenômenos. E com relação aos procedimentos metodológicos adotou-se a metodologia de pesquisa bibliográfica visto que, fundamentar-se-á com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

O estudo foi desenvolvido a partir de publicações referentes a temática encontradas nos repositórios e bibliotecas digitais. A base de dados foi fundamentalmente a plataforma *Scielo*, o catálogo de teses e dissertações da Capes e a Biblioteca do Google. Para o tratamento dos dados utilizou-se a análise de conteúdo, diante de uma vasta bibliografia publicada. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos.

2.2 Resultados e Discussão

A chamada automação residencial consiste no uso da tecnologia para facilitar e automatizar determinadas tarefas, que em casas comuns seriam de responsabilidade dos moradores. Nessa perspectiva são incluídos, ferramentas como sensores de presença, temporizadores e até mesmo a possibilidade de acionar através de dispositivos móveis ou controles remotos tarefas pré-programadas, trazendo maior praticidade, segurança, economia e conforto para o morador (FERREIRA, 2010).

A automatização residencial demonstra o desempenho da tecnologia para o meio ambiente, proporcionando conforto, comodidade, acessibilidade, eficiência e produtividade. As unidades de controle tornaram-se usuais em diferentes serviços. Essa automatização de tarefas do cotidiano, pode ser ainda definida como “domótica”, que faz referência a utilização da robótica computacional para a automação residencial. Essa associação tem sido estereotipada como futurista ou como algo ainda distante das realidades domésticas, embora já seja a realidade de muitas residências. Esse estereótipo é também por conta do alto custo para sua implantação, considerando os padrões de mercado e a comparação com outras sistemáticas de automação. (ACCARDI *et al.*, 2012)

No entanto, pode-se dizer que a automatização residencial se tornará comum e mais presente na sociedade, trazendo inegáveis mudanças e inovações no meio tecnológico e arquitetônico, nos projetos e construções habitacionais e, assim, inúmeras melhorias e vantagens em termos de conforto ofertadas, segurança, fiabilidade, conforto, disponibilidade, eficiência energética e satisfação individual. (CABRAL, CAMPOS 2008).

Entretanto, já existem no mercado dispositivos capazes de proporcionar essa automatização com baixo custo e eficiência, principalmente no que tange ao uso eficaz e eficiente da energia elétrica. Uma alternativa viável é a utilização da plataforma Arduino. (BONNETTI, 2019)

O Arduino é baseado em um microcontrolador Atmel AVR, que é programável em uma linguagem derivada do C chamada Wiring. É um sistema de plataforma aberta, o que significa que o hardware, o software e a documentação estão disponíveis para o público em geral. Isso inclui uma ampla variedade de placas Arduino, bem como shields (placas extras que se encaixam na placa principal) que expandem suas capacidades. (MURATORI, 2017).

A placa Arduino é uma plataforma educacional popular, que tem como objetivo incentivar a aprendizagem prática de eletrônica e programação. Com ela, os usuários podem aprender sobre eletrônica básica, programação e controle de dispositivos eletrônicos.



O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino simplifica o processo de escrita de programas, tornando possível que até mesmo iniciantes em programação criem projetos funcionais. (BONNETTI, 2019)

Os projetos com o Arduino são variados, desde simples lâmpadas pisca-piscas até robôs e sistemas de automação complexos. Os *shields* desenvolvidos pela comunidade aumentam ainda mais as capacidades da plataforma, permitindo controlar motores, ler sensores e incluir recursos adicionais de comunicação, como Wi-Fi, Bluetooth e redes mesh. O uso do Arduino tem se popularizado especialmente em projetos de Internet das Coisas (IoT), em que dados gerados por sensores podem ser coletados e analisados em tempo real (MURATORI, 2017)

Arduino é uma plataforma de computação de código aberto baseada em uma placa simples com portas de entrada e saída digitais e analógicas. Possui o próprio ambiente de desenvolvimento baseado na linguagem C++ e pode ser usado para desenvolver objetos interativos autônomos ou pode ser conectado a um software em computadores comuns (Flash, Processing, MaxMSP etc.). O ambiente de desenvolvimento de código aberto (IDE) está disponível gratuitamente (disponível para Mac OS X, Windows e Linux). Sobre a plataforma McRoberts (2015, p. 22), o classifica como uma [...] “plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software*.” Também é conhecido como uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um dispositivo de hardware com um sistema de software que interage com o ambiente (MCROBERTS, 2015).

Com relação a software, o Arduino possui seu próprio ambiente de programação, denominado Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), um software de uso livre, utilizado para criação de códigos baseados na linguagem C e *Processing*. (CABRAL, CAMPOS 2008).

Com o IDE, é possível escrever um conjunto de instruções ou programa, conhecido no Arduino como *sketch* (rascunho) e assim enviá-lo ao microcontrolador da placa por meio da conexão USB para que ele o execute. O Arduino, como descreve Bonnetti (2019), possui tais características e se encaixa no escopo deste projeto pela facilidade de implementação, baixo custo e forma simples de gerenciamento, no entanto ele não tem a capacidade de se conectar com uma rede por si só, para isso, utilizam-se os *Shields* que expandem as funcionalidades do Arduino.

Existem diferentes tipos de *Shields* que permitem ao Arduino se conectar a uma rede *wifi* ou através de *Bluetooth* ou até mesmo um *Ethernet Shield* para conectar-se diretamente à rede via cabo. Um microcontrolador contém um microprocessador e periféricos como: dispositivos de entrada e saída (E/S), memória de dados e programa, conversores analógicos - digitais (A/D) e digitais - analógicos (D/A), temporizadores, geração PWM, entre outros, integrando em um único circuito. (SANTOS, 2019).

Com o auxílio de um software de ambiente para desenvolvimento integrado (IDE) é possível desenvolver um programa (algoritmo) para o controle dos periféricos do microcontrolador, e, em consequência, atua sobre os dispositivos externos (BONNETTI, 2019).

Existe um serviço consolidado e de baixo custo que oferece uma ferramenta completa para entusiastas e profissionais. O *Blynk* é um aplicativo personalizável que te permite controlar e reportar placas de Hardware programáveis baseadas em Arduino. Kolban (2015).

O serviço é composto por 3 elementos: O *Blynk App*, *Blynk Server* e *Blynk Libraries*. O *Blynk App* é a interface propriamente dita, é o ambiente que lhe permite criar aplicações

que interagem com o hardware através de um espaço específico, através dessa interface um usuário consegue criar e manipular funções numa única placa. Já *Blynk Server* é o ambiente programado em nuvem onde ficam armazenadas todas as informações e estados do aplicativo e da placa, ele é o intermediário que viabiliza a comunicação dos sensores do hardware, dos comandos do aplicativo e armazena as respostas geradas. O *Blynk Libraries* é responsável por gerir toda a conexão do hardware com o servidor *Blynk* e gerir as requisições de entrada e saída de dados e comandos. A forma mais fácil e rápida é utilizá-la como bibliotecas Arduino. Esses três componentes fazem parte de uma única ferramenta que interagem para viabilizar a aplicabilidade do Arduino (mas não somente) na automação de *Smart Appliances* ou até mesmo em processos de produção de baixa escala (KOLBAN, 2015).

A sua criação tinha como objetivo inicial, auxiliar os estudantes com práticas de ensino voltadas ao estudo de eletrônica e programação de dispositivos, mas rapidamente se popularizou, tornando-se comercial em virtude do seu baixo custo e por ter patente de fabricação livre, onde qualquer empresa que deseje fabricar uma cópia desta placa e vender pode fazê-lo (MONK, 2013).

É ainda, considerado um módulo eletrônico de prototipagem de hardware livre, sendo acessível a todos os interessados em conhecimentos de automatização e robótica com baixo custo de investimento e aplicação simplificada. Devido à facilidade de uso, considerando também o excelente suporte para programadores iniciantes, bem como melhorias constantes, a plataforma Arduino tornou-se uma ótima ferramenta para projetos de nível iniciante. Inclui um microcontrolador Atmel AVR, entradas e saídas digitais, entradas USB ou serial. E é de código aberto mostrando seus derivados. Firmware compatível com sistemas operacionais populares. A fonte de alimentação funciona com tensão mínima de 7 Volts e máxima de 35 Volts e corrente mínima de 300 mA. A placa e os outros circuitos operam tensões de tensão 20 entre 3,3 e 5 volts. Possui resultados, chamadas de Shields, que podem ser realizadas separadamente e oferecem mais opções ao Arduino original. Existem diferentes tipos de cartões, variando suas configurações de acordo com a complexidade do projeto (ARDUINO, 2014).

Existem versões do Arduino e todas utilizam a mesma linguagem para serem programadas, mas a versão UNO é a mais utilizada e utiliza a maioria das mesmas conexões com o ambiente externo, o que permite que qualquer modelo seja facilmente utilizado (MONK, 2013). O software e o hardware do Arduino são de código aberto para todos, o que significa que os códigos e esquemas, bem como os projetos, podem ser usados livremente por qualquer pessoa para qualquer finalidade (MCROBERTS, 2015).

No que tange a sua utilização para eficiência energética, a plataforma pode ser utilizada conectada a computadores ou a internet para enviar conjuntos de dados recebidos pelos sensores para um site, podendo ser exibido graficamente. A partir dessa função do Arduino de enviar dados para um site pode-se executar a ideia de deixar o resultado da análise do consumo de energia mais legível para o usuário (MCROBERTS, 2015). Nesse sentido, se tem uma eficiência energética visto que com essa análise mais legível é possível se obter um melhor aproveitamento usando menos energia, logo, fazer mais com menos e utilizar a energia de modo mais racional, monitorando o consumo de energia elétrica em tempo real de forma segura e não invasiva.

A plataforma Arduino possui uma ampla capacidade de integração com diferentes dispositivos e sistemas residenciais. Isso é possível devido às interfaces de comunicação disponíveis nos controladores Arduino e às bibliotecas e módulos adicionais desenvolvidos pela comunidade Arduino. Por exemplo, é possível utilizar módulos de comunicação sem



fiu, como o módulo Bluetooth ou Wi-Fi, para conectar o Arduino a dispositivos móveis, computadores ou roteadores de rede. Isso permite o controle remoto dos dispositivos residenciais por meio de um aplicativo ou interface web. (EVANS, 2013)

Além disso, o Arduino pode se comunicar com dispositivos e sistemas através de outras interfaces, como I2C, SPI, UART, entre outras. Essas interfaces possibilitam a conexão com sensores, atuadores, displays, relés, sistemas de segurança, sistemas de iluminação, sistemas de aquecimento/ventilação/ar-condicionado, entre outros. A plataforma Arduino também oferece bibliotecas e exemplos de código para uma ampla gama de dispositivos e sistemas, o que facilita a integração com esses componentes. Por exemplo, existem bibliotecas disponíveis para controle de LEDs, sensores de movimento, sensores de temperatura, sensores de umidade, entre outros. (MARTINAZZO, 2014)

Com essa flexibilidade de comunicação e integração, é possível controlar e monitorar dispositivos e sistemas residenciais usando a plataforma Arduino como um hub central. Isso permite a automação de tarefas, o ajuste de configurações e a coleta de dados para análise e otimização. É importante destacar que, embora o Arduino seja uma plataforma poderosa para integração de dispositivos e sistemas residenciais, a complexidade e compatibilidade podem variar dependendo dos componentes específicos que você deseja integrar. Algumas integrações podem exigir adaptações, como o uso de níveis de tensão adequados, a seleção de protocolos de comunicação compatíveis e a implementação de lógica de controle adequada. (EVANS, 2013)

A automação residencial usando Arduino pode desempenhar um papel importante no monitoramento contínuo do consumo de energia e na coleta de dados relevantes. Ao integrar sensores de corrente ou medidores de energia elétrica ao sistema Arduino, é possível obter informações precisas sobre o consumo de energia em tempo real. Com esses dados, é possível monitorar e controlar o consumo de energia em diferentes áreas da casa, identificar padrões de uso e tomar medidas para economizar energia. Por exemplo, o sistema Arduino pode ser programado para desligar automaticamente dispositivos elétricos quando não estão em uso, ajustar o funcionamento de sistemas de aquecimento ou ar-condicionado com base na ocupação da casa, ou até mesmo enviar notificações sobre o consumo excessivo de energia. (EVANS, 2013)

Além disso, Santos (2019) descreve o Arduino como uma plataforma que pode ser integrada a outros dispositivos e sistemas de automação residencial, como sensores de luminosidade, sensores de presença e sistemas de iluminação inteligentes. Dessa forma, é possível criar cenários personalizados que otimizam o uso de energia, como ajustar a intensidade das luzes de acordo com a luz ambiente ou ligar/apagar as luzes automaticamente quando alguém entra ou sai de um cômodo.

A coleta de dados relevantes sobre o consumo de energia também permite análises mais aprofundadas. É possível armazenar esses dados em um banco de dados ou enviá-los para uma plataforma de nuvem para posterior análise. Com essas informações, é possível identificar tendências de consumo, estabelecer metas de economia de energia e tomar decisões informadas sobre eficiência energética. (SOUZA, 2014)

Além do monitoramento e controle de energia, a automação residencial usando Arduino pode ser expandida para outras áreas, como segurança, conforto e entretenimento. Por exemplo, é possível integrar sistemas de alarme, câmeras de segurança e sensores de movimento ao Arduino, permitindo o monitoramento remoto da casa e o acionamento de alarmes em caso de detecção de atividade suspeita (MARTINAZZO, 2014).

3. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a automação residencial utilizando a plataforma Arduino é uma opção viável para alcançar a eficiência energética em projetos de automação residencial. Através da integração de sensores, dispositivos e programação, é possível gerenciar e controlar o consumo de energia elétrica de forma inteligente, proporcionando economia, conforto e praticidade aos usuários. A automação residencial permite que os moradores tenham maior controle sobre os dispositivos e sistemas em suas casas, podendo monitorar e regular o uso de energia elétrica de acordo com suas necessidades e preferências. Isso contribui para a redução do desperdício de energia, resultando em uma maior eficiência energética.

A plataforma Arduino é mencionada como uma opção de baixo custo e versátil para implementar projetos de automação residencial. Sua flexibilidade e capacidade de programação permitem criar soluções personalizadas de automação, adaptadas às necessidades específicas de cada usuário. Em tese, a automação residencial utilizando a plataforma Arduino pode desempenhar um papel significativo na busca pela eficiência energética, permitindo um controle mais inteligente do consumo de energia elétrica.

Não obstante, a utilização do Arduino na automação residencial pode contribuir para a eficiência energética ao permitir o controle inteligente e otimizado dos sistemas e equipamentos presentes na residência, resultando em um menor consumo de energia e um uso mais consciente dos recursos energéticos.

Referências

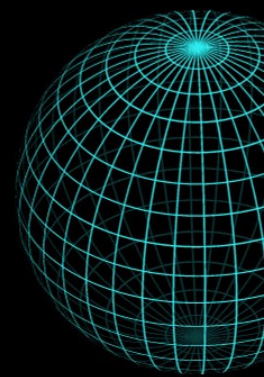
- ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. In: **Tecnologias, Infraestrutura e Software**, ISSN 2316- 2872 T.I.S., São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166, novembro 2012.
- ARDUINO-SPI. SPI library. 2014. Site [www.arduino.cc](https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/spi/). Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/spi/>> . Acesso em: 07 de mai. 2023.
- BONNETTI, D. A., **Design for in-system programming**. Proceedings of the ITC International Test Conference, Atlantic City, NJ, USA, pp 252 – 259. 2019
- CABRAL, M. M. A.; CAMPOS, A. L. P. S. **Sistemas de Automação Residencial de Baixo Custo: Uma Realidade Possível**. Editora Érica, 2008.
- EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em ação**. Novatec Editora, 2013.
- FERREIRA, V. Z. G. **A Domótica Como Instrumento para a Melhoria da Qualidade de Vida dos portadores de Deficiência**. Dissertação (Monografia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- KOLBAN, Neil. **Kolban's Book on ESP8266**. Texas, USA. 2015
- MARTINAZZO, Claodomir Antonio et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspecfiva**, v. 38, n. 143, 2014.
- MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- MONK, S. (2013). **Programação com Arduino: começando com sketches**. Porto Alegre, RS: BOOKMAN EDITORA LTDA.
- MURATORI, J. R.; **Automação Residencial: Histórico, Definições e Conceitos**. 2017. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62_fasc_automacao_cap1.pdf>. Acesso em: 07 de mai. 2023.
- SANTOS, J. W e LARA JR, R. C. **Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo mi-**



crocontrolador esp32 e monitorado via smartphone. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

SOUZA, Vitor Amadeu. **Programação Para Arduino.** Clube de Autores, 2014.

24



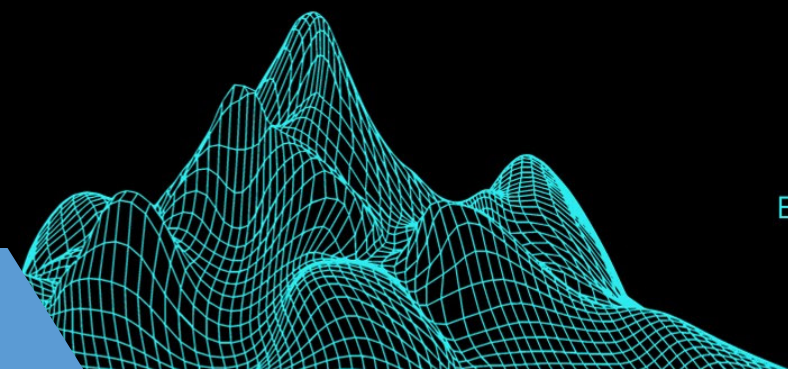
TECNOLOGIA NO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO: USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGRICULTURA INDUSTRIAL
TECHNOLOGY IN THE INDUSTRIALIZATION PROCESS: USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INDUSTRIAL AGRICULTURE

José de Ribamar Carvalho Lima Júnior¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Agricultura de maneira geral foi afetada diretamente pelas evoluções tecnológicas, onde se fala muito das máquinas que são representativas na indústria, pois é possível ver as mudanças na questão industrial agrícola, cada vez afetando processos em grande escala, no sentido da qualidade e da quantidade, se falando também da rapidez e praticidade da produção. Tem-se como objetivo apresentar comprovações quanto a influência e interferência do uso da Inteligência Artificial na agricultura, considerando comparações com o seu uso, não uso, ou uso inadequado; definir o conceito de agricultura, tecnologia e Inteligência Artificial. A metodologia usada foi a revisão literária, com base na pesquisa bibliográfica, de caráter qualitativo e descritivo. Concluiu-se que na perspectiva evolutiva industrial da agricultura, a Inteligência Artificial passa a ser usada como forma de melhorar os resultados da lavoura, ainda mais quando se trata de plantio que exige atenção significativa para ao solo, escolha de sementes e qualidade produtiva, deixando claro seus benefícios nesse sentido, ou seja, apesar de também apresentar desafios e dificuldades, o uso da IA seja na agricultura patronal ou na familiar, traz benefícios consideráveis nos resultados, exercendo uma injeção de evolução econômica para o mundo.

Palavras-chave: Tecnologia. Industrialização. Inteligência Artificial. Utilização Agrícola.

Abstract

Agriculture in general has been directly affected by technological developments, where there is a lot of talk about machines that are representative in the industry, as it is possible to see changes in the agricultural industrial issue, each time affecting large-scale processes, in the sense of quality and quantity, also talking about the speed and practicality of production. The objective is to present evidence regarding the influence and interference of the use of Artificial Intelligence in agriculture, considering comparisons with its use, non-use, or inappropriate use; define the concept of agriculture, technology and Artificial Intelligence. The methodology used was literary review, based on bibliographical research, of a qualitative and descriptive nature. It was concluded that from the industrial evolutionary perspective of agriculture, Artificial Intelligence starts to be used as a way to improve crop results, even more so when it comes to planting that requires significant attention to the soil, choice of seeds and productive quality, leaving its benefits in this sense are clear, that is, despite also presenting challenges and difficulties, the use of AI, whether in employer or family farming, brings considerable benefits in results, providing an injection of economic evolution for the world.

Keywords: Technology. Industrialization. Artificial intelligence. Agricultural Use.

1. INTRODUÇÃO

A industrialização se tornou uma realidade no mundo desde os anos 40, sendo que a Revolução industrial é usada como norteadora de como essa etapa social, política e profissional deixou marcos para a história. Levando em conta isso, a tecnologia de forma geral trouxe benefícios significativos para todos.

Um desses benefícios trazidos, é a industrialização e tecnologia na agricultura, que desde sempre foi um dos meios mais usados para obter renda para muitas famílias, onde se fala de agricultura familiar, interiorana, de pequeno porte, roças etc., que apesar de não trabalharem com grandes máquinas, também fazem uso da tecnologia, através de processos simples, como escolha de sementes, cultivo da terra, plantio, irrigação etc.

Já foi frisado o quanto a tecnologia de forma geral passou a ser importante para toda a sociedade, seja em aspectos práticos como teóricos, no desenvolvimento de máquinas para facilitar a vida do ser humano, como também para os sistemas que fazem com que tais máquinas se tornem mais ágeis, fazendo com que sistemas complexos sejam simples e automáticos.

Para completar mais a afirmação da importância da tecnologia na industrialização, junto ao uso desses na agricultura, fala-se da Inteligência Artificial (IA), essa que também começou a ganhar muito destaque na agricultura, pois chega-se ao ponto de melhorar em termos produtivos e qualitativos os resultados da produção, onde serão comprovados tais fatores no decorrer do trabalho.

Já se tem afirmações sobre a importância da industrialização para o mundo, isso porque a Revolução Industrial trouxe grandes ganhos para a sociedade em geral, porém, junto dessa tecnologia indispensável para o homem em todos os fatores, destaca-se o setor agrícola, com uso da Inteligência Artificial. Com isso, questiona-se: O quanto a Inteligência Artificial pode modificar, mudar e melhorar resultados quanto a qualidade, quantidade e produtividade da agricultura, levando em conta principalmente esses aspectos da evolução tecnológica?

Dessa forma, os objetivos são: apresentar comprovações quanto a influência e interferência do uso da Inteligência Artificial na agricultura, considerando comparações com o seu não uso, ou uso inadequado; definir o conceito de agricultura, tecnologia e Inteligência Artificial; comparar resultados quanto ao uso ou não uso da IA a agricultura e comprovar a melhoria de qualidade, quantidade e produtividade da agricultura com uso da IA.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para este trabalho, o tipo de pesquisa realizada foi a revisão de literatura, de caráter qualitativo e descritivo. Foram pesquisados livros, revistas, bem como trabalhos científicos como dissertações, teses e artigos publicados nos últimos anos.

As buscas foram realizadas em sites acadêmicos como *Scientific Electronic Library Online* – Scielo, Google acadêmico, dentre outros para relatar e expor sobre o tema proposto. Para pesquisa utilizou-se os seguintes descritores Tecnologia. Industrialização. Inteligência Artificial. Utilização Agrícola.



Sobre a pesquisa bibliográfica, Menezes *et al.* (2019) afirmam que se trata do uso de materiais usados por outros autores, ou seja, para embasar de forma concreta e confiável as informações descritas no trabalho. Assim como os autores também descrevem que a natureza qualitativa fala das etapas do processo de produção, os fenômenos surgem no decorrer para qualificar mais o contato do autor com o tema, pesquisa e material utilizado de forma teórica na fundamentação.

2.2 Resultados e Discussão

A tecnologia durante muitos anos de evoluções, trouxe uma dependência para o homem que se torna evidente levando em conta a sua capacidade de evoluir também, isso porque da mesma forma que influencia, também é influenciada pelo próprio ser humano.

Nesse sentido, a própria tecnologia se tornou uma das maiores descobertas, isso porque através dela outras descobertas e inovações são realizados para novos feitos para o desenvolvimento humano, ainda mais quando se fala dessa mesma dependência que se passou a ter, levando com conta pequenas situações e fatos históricos, exemplo da descoberta do fogo, que a partir disso, métodos de utilizá-los foram manifestados no decorrer do tempo, como o “isqueiro”.

Segundo Silva (2002, p. 03): “tecnologia é um sistema através do qual a sociedade satisfaz as necessidades e desejos de seus membros”, em suma, se diz que a tecnologia surge para facilitar a vida do ser humano, em todos os aspectos práticos, ferramentas, modos de engrandecer a evolução humana. Esse direcionamento também diz respeito a que “sistema que contém equipamentos, programas, pessoas, processos, organização, e finalidade de propósito” (SILVA, 2002, p. 03). Ou seja, não se fala apenas de máquinas ou aparelhos eletrônicos, mas também de maneiras de usar as tecnologias, onde elas mesmas em sua prática se tornam uma tecnologia evolutiva.

Para entender melhor o fator conceitual do que é tecnologia, Veraszto *et al.* (2008, p. 72) completam: “Entende a tecnologia como sendo algo universal; um mesmo produto, serviço ou artefato poderia surgir em qualquer local e, conseqüentemente, ser útil em qualquer contexto”. As evoluções tecnológicas não dizem respeito a apenas um local, cultura, ou mesmo política, ao se elevar qualquer tecnologia a aspectos de mudanças, nas quais contemplam a melhoria na vida humana, ela pode ser usada por todos, como disseram os autores, em qualquer contexto, se considerado justamente o que se fala de suprir necessidades humanas, isso desde localização, tempo ou mesmo cultura. Os autores ainda complementam:

Tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos (VERASZTO *et al.*, 2008, p. 78).

Além de todas essas considerações regionais, temporais e culturais, se fala também de individualidade e coletividade, pois a tecnologia em sua proporção de indispensável ao homem, é constituída como uma necessidade coletiva, pois todas as evoluções favorecem a todos, ou seja, sociedade em geral.

Mediante todas as evoluções tecnológicas destacadas anteriormente, frente as necessidades humanas de melhorar a vida e sobrevivência, a industrialização surge como uma consequência desses avanços tecnológicos, pois a criação e uso de máquinas, levaram a

surgir a indústria para tornar os processos produtivos mais rápidos, práticos e lucrativos.

Apesar da industrialização ser considerada um dos grandes marcos da história, que resultou no desenvolvimento econômico de grandes potências do mundo, ela também evidenciou as diferenças sociais e de classes, deixando claro as restrições tanto financeiras, quanto dos próprios avanços tecnológicos, destacando as áreas periféricas (AREND, 2015).

Para exemplificar isso, se pode ressaltar a Revolução Industrial, considerada o grande acontecimento da industrialização, de onde passou a ser o momento de virada histórica quanto a indústria no mundo. Foi através dessa fase da indústria que o Capitalismo ganha mais força, de onde se parte da desigualdade mais evidente citada. A Revolução industrial, que teve como pioneira a Inglaterra, foi o período em que mais trabalhos industriais passaram a ser executados, porém, junto deles, as más qualidades de serviço, ambiente e risco a saúde ficaram claros devido a essas diferenças de classes, levando em conta a capitalismo, de onde o modelo de consumo era voltado principalmente para a produção mais quantitativa, não se importando com os trabalhadores, com isso, a Revolução Industrial não se trata apenas dos avanços industriais, mas das reivindicações desses trabalhadores para garantir seus direitos, qualidade de trabalho, horas trabalhadas e salários dignos.

O uso da mão de obra na industrialização era claro devido a necessidade de manuseio, ainda mais quando a tecnologia tida na época ainda não tinha as facilidades atuais, apesar de ser considerada um marco. As máquinas, principalmente em grandes usinas, era algo extraordinário, mas que necessitava de trabalhadores capacitados para o seu uso. Segundo Arend (2015), foi nos anos de 1970 e 80 que as grandes máquinas passam a apresentar maiores evidências dos avanços tecnológicos, tanto em usinas e equipamentos, como nos dispositivos, microeletrônicos e sistemas, ainda mais quando a própria Revolução Industrial trouxe desafios quanto a qualificação de mão de obra, salários, reivindicações que traziam para os grandes empresários capitalistas um desejo de diminuir o uso dos trabalhadores, aumentando o uso das máquinas e tecnologia para isso.

Em 1800, apenas 2,5% da população vivia nas cidades. Iniciou-se no Brasil a implantação do “modelo desenvolvimentista” europeu, estimulando a industrialização nos centros urbanos. Assim, o meio rural começou a assumir a responsabilidade de produzir alimentos para as áreas urbanas (CARTOCCI, 2008, p. 18).

Um fato de suma importância na industrialização, é a urbanização, isso porque devido ao crescimento das grandes indústrias e usinas, pessoas da zona rural buscaram por uma vida melhor, acreditando que havia mais trabalho na “cidade grande”, ou seja, na zona urbana, principalmente nas capitais e cidades do Centro Oeste, como Rio de Janeiro e São Paulo.

A preocupação com a agricultura sempre esteve presente na história política e socioeconômica brasileira. Por mais de quatro séculos a atividade agrícola foi o principal setor da economia nacional, e até os anos 1970 a população brasileira era majoritariamente residente em áreas rurais (SILVA, 2015, p. 8).

A urbanização se tornou um dos fatores que transformou a agricultura, isso porque por anos, o setor teve diminuição, porém, os avanços da tecnologia tornaram possível também a agricultura rural elevar ainda mais seu nível no sentido qualitativo e quantitativo, surgindo então o termo agronegócio, pois o comércio de importação e exportação sempre teve grande impacto econômico no Brasil, falando principalmente de desenvolvimento,



como disse o autor, desde os anos 70.

Junto dessa condição urbana, um setor se torna de suma importância, a agricultura, ainda mais pelo que o autor destaca, dando responsabilidades sobre a produção de alimentos para as áreas urbanas, inevitavelmente também havendo crescimento na área agrícola, pois com mais produtividade, mercado e industrialização, as evoluções tecnológicas chegam até a agricultura.

Como visto, a tecnologia, junto da industrialização, trouxe mudanças para todo o mundo, ainda mais quando se fala de inovações que afetam diretamente o desenvolvimento industrial, fator que inevitavelmente influencia no setor agrícola. Ainda se ver a agricultura familiar, exercita como método de obter renda, sendo os trabalhadores os próprios componentes da família, porém, ainda que seja algo simples se levado em conta as grandes usinas e indústria, não se deve pensar que não se faz uso de tecnologia, pois como dito antes, as inovações tecnológicas não dizem respeito apenas a máquinas e equipamentos, como os computadores, mas também a métodos de cultivar, facilitando a produtividade e resultados, tanto qualitativos, como quantitativos, o que repercute na economia do setor.

O crescimento do próprio mercado se tornou outra função do desenvolvimento, isso porque o aumento da transparência ajudou na credibilidade e confiança para o progresso do setor. Outra condição que fala ainda mais sobre esse crescimento, além do comércio externo, é também o interno, pois é através dele que a economia sofre ainda mais influência, pois se fala da participação no PIB – Produto Interno Bruto. E por fim, não pode deixar de citar como função do desenvolvimento por agropecuária, a mão de obra, remetendo a criação de novos empregos, além da possibilidade de trabalhar em outros setores, como o industrial, pois como dito, produtos nativos da agricultura, são usados para produção de outros produtos alimentícios.

Nesse sentido, fala-se também dos modelos de agricultura, pois a patronal (empresarial) e familiar passaram a ser as mais evidentes no setor agrícola, lembrando que ambas podem fazer uso da industrialização ao qual foi destacada anteriormente.

Figura 1. Comparação entre os modelos de agricultura

Modelo patronal	Modelo familiar
• Completa separação entre gestão e trabalho	• Trabalho e gestão intimamente relacionados
• Organização centralizada	• Direção do processo produtivo assegurada diretamente pelo agricultor e sua família
• Ênfase na especialização	• Ênfase na diversificação
• Ênfase em práticas agrícolas padronizáveis	• Ênfase na durabilidade dos recursos e na qualidade de vida
• Trabalho assalariado predominante	• Trabalho assalariado complementar
• Tecnologias dirigidas à eliminação de decisões "de terreno" e "de momento"	• Decisões imediatas, adequadas ao alto grau de imprevisibilidade no processo produtivo

Fonte: Silva (2015, p.11)

A principal diferença entre um e outro diz respeito exatamente ao modo empresarial dado a questão, junto da quantidade produzida, pois quando se fala de empresas, associa-se com uma administração em grande escala, diferente da agricultura familiar, que está ligada muito vezes a renda para os participantes da família, que trabalham em outros lugares para complementar a renda, sendo que eles mesmos são os trabalhadores, ao contrário das empresas, que contratam pessoas para mão de obra, com direitos como salários, carga horária definida, etc.

Outro fator que se destaca na diferença entre agricultura patronal e familiar, é a capa-

cidade de decidir sobre situações de forma imediata, isso se dá muito pela condição familiar dada ao tipo de agricultura, pois as decisões são tomadas rapidamente pelos membros ou um membro, porém, na patronal, que se fala da empresarial, a tomada de decisões se torna mais lenta, pois parte de mais de uma pessoa, se tratando de gerenciamento de produções e setorial que precisam estar em harmonia para obter resultados, fundamentos da própria administração empresarial que também são usados na agricultura.

Nos últimos cinquenta anos, o setor agropecuário foi a atividade econômica que mais cresceu na economia, com ganhos sucessivos de produtividade, algo que nenhum outro setor experimentou. A safra agrícola de 2019 representa um novo recorde de produção de grãos, com 240 milhões de toneladas produzidas em uma área de 63 milhões de hectares, apenas 7% do território nacional (VIEIRA FILHO, 2019, p. 3).

Ainda que seja um território pequeno, fica claro a representatividade do setor para a economia, o crescimento financeiro e industrial facilitou nessa estatística, visto que a tecnologia de forma direta ajuda no aumento da produtividade. As grandes indústrias que exportam, trazem ganhos imensuráveis para a economia, mas não se pode limitar esse crescimento produtivo apenas para as grandes produções, a agricultura familiar tem participação ativa nesse setor, visto que em pequenas cidades o uso dessa produção é ainda mais evidente, fortalecendo então a economia do local. Exemplo disso são as parcerias com os agricultores da área junto com as prefeituras, realizando compras dos produtos para abastecimento das escolas para merenda, secretarias, órgãos públicos do município.

O setor agropecuário se tornou algo estratégico para a economia brasileira, isso fez impulsionar de forma direta o agronegócio. O crescimento em 2017 foi de 13%, desde 1997 foi a maior estatística, tendo um aumento também na exportação de 40% do total exportado pelo país. Isso levou ao incentivo do PIB, representando 27% em toda a economia do Brasil (BRASIL, 2018 *apud* VIEIRA FILHO, 2019).

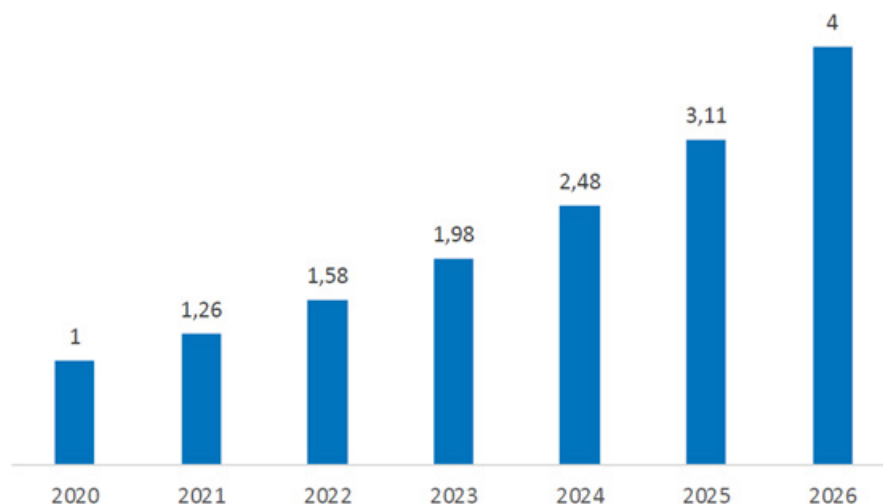
Apesar do conceito de IA estar muito ligado a computadores, o que não é errado de se pensar, ela passa também pela evolução metodológica de melhorar as formas de cultivo, se falando de aumentar a produtividade usando métodos tradicionais de formas mais modernas. (GOMES, 2010).

Destaca-se aqui que “a inteligência artificial é um ramo da Ciência da Computação cujo interesse é fazer com que os computadores pensem ou se comportem de forma inteligente” (GOMES, 2010, p. 239). Ao se falar de inteligência se considera a forma de tornar a agricultura mais ampla, tanto economicamente como territorialmente, ou seja, que cresça na medida que se faz uso dela no setor agrícola, especialmente no industrial.

Nesse sentido, a agricultura ganha mais espaço economicamente, tanto no que remete ao incentivo produtivo do setor público e privado, como do crescimento do PIB nacional, que é diretamente afetado pelo crescimento agrícola do país.



Figura 2. Valor global estimado de inteligência artificial no mercado agrícola de 2020 a 2026 (em bilhões de dólares americanos)



Fonte: Ferreira e Santos (2021) Apud MarketsandMarkets; Statista, 2021.

Estima-se que será investido no setor agrícola cerca de 4 bilhões de dólares em 2026, o que corresponderia em cerca de 25 bilhões de reais, considerado o valor do dólar. Junto disso tudo, espera-se também que a IA, no mercado da agricultura, aumente 25,5% até 2026, condizente com a consideração dependente que o setor passou a ter, tanto na área patronal como familiar.

Agricultura Digital ou Agricultura Inteligente é o termo utilizado para uma metodologia de gestão agrícola, que visa melhor produção possível, com mínimo percentual de perdas da safra e lucro máximo sem a necessidade de ter que expandir território (SOUZA; POLETTI, 2020, p. 8).

Quando destacado anteriormente que a IA surge para facilitar a vida do ser humano, no que remete a imitar suas ações, diminuindo custos, tempo e desperdícios, levando isso para a indústria, segue a mesma linha de pensamento, pois se fala de melhoria da qualidade do produto, do cultivo da terra, quantidade produzida e menor perda por pragas, tendo mais lucro como resultado.

É possível dizer que a IA interfere em situações dentro da agricultura, uma delas que pode ser citada é a sustentabilidade, fator que desde muito tempo vem sendo repercutido, isso porque se fala de um planeta que sofre pelas ações do próprio ser humano, nesse sentido, levando em consideração que a agricultura lida com a terra, é importante dizer que também busque meios de ajudar nessa luta, o que é realizado com a ajuda da Inteligência Artificial.

Isso diz respeito ao fator ambiental, o qual todas as empresas, principalmente grandes indústrias passaram a se preocupar, isso se torna possível com a gestão dos resíduos, diminuição da poluição, veículos que emitem gases etc.

A agricultura sustentável adota práticas produtivas, competitivas e eficientes, protegendo e melhorando o meio ambiente e o ecossistema global, bem como as condições socioeconômicas das comunidades locais, alinhadas à dignidade humana. [...] não se trata de uma agricultura sem risco, mas sim de uma agricultura capaz de gerir riscos e manter a sua resiliência diante das mudanças e das inevitáveis surpresas (RUSSO, 2020, p. 6-7).

Os sistemas de produção em sua maioria geram riscos ao meio ambiente, porém, o autor destaca aqui, que o combate a esses riscos, ou mesmo ações que realize um equilíbrio se torna necessária, é o mesmo que cortar uma árvore e ao mesmo tempo plantar outra, assim, ainda que haja danos, eles serão supridos por outra ação que ajude na sustentabilidade. Levando isso para a agricultura, fala-se justamente da lavoura, que trabalha com terra, além das grandes indústrias que como dito, passaram a adotar medidas quanto a isso.

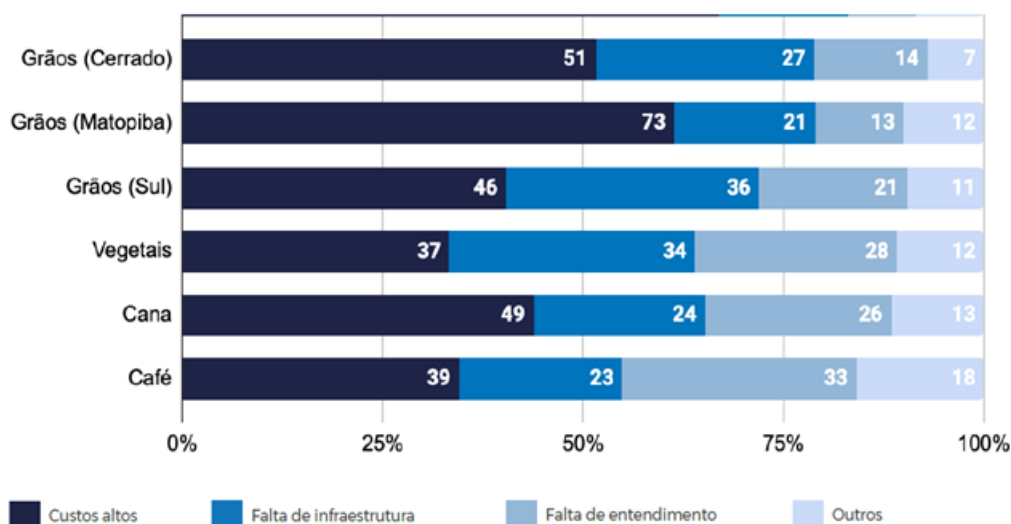
Além disso tudo, se enxerga a IA nesse fator, quando se fala dos alimentos para ajudar também nessa sustentabilidade. “As políticas e pesquisas para desenvolver uma agricultura resiliente podem melhorar a segurança alimentar e manter um planeta habitável” (RUSSO, 2020, p. 7). O aumento de produtos alimentícios com base na perspectiva sustentável, faz do uso da IA na agricultura algo importante, exemplificando aqui um dos benefícios.

Dentre as formas que podem se exemplificar o uso da IA na agricultura, se destacam gestão do solo (com base na escolha da melhor terra para o plantio, tendo uma previsão da qualidade utilizando a IA), gestão da água (máquinas que fazem o processo de irrigação, controlando a medida certa de quantidade, temperatura e força), gestão das ervas daninhas e gestão das doenças e pragas (o controle de insetos e ervas com aplicação de veneno, que se faz uso de máquinas e equipamentos, além da ciência que ajuda no monitoramento prévio disso, através de sistemas da IA, que compete qualificar o solo e identificar quais melhores formas para evitar as pragas na lavoura (RUSSO, 2020).

Além dessas, ainda podem ser destacadas as previsões meteorológicas (onde se fala do clima, como sol, chuva, além da temperatura), automação do maquinário agrícola (uso dos tratores, caminhões, etc.), irrigação (equipamentos, que como dito, fazem uso da IA baseadas nos conhecimentos das características físico-hídricas do solo, fisiologia da planta, e claro, dos dados climáticos) (SILVA, 2022).

A pesquisa “A cabeça do produtor rural na era digital”, do norte-americano McKinsey, de 2021, mostra que agricultores passaram a usar mais as tecnologias, inclusive a IA, ainda mais depois da pandemia, pois tiveram que lidar com o atendimento virtual de muitos lugares, como fornecedores de sementes. Segundo ele, 46% dos entrevistados preferem ser atendidos de forma online. Assim como os fazendeiros de maior porte, que têm mais de 2,5 hectares, 73% preferem comprar seus produtos de forma digital, assim como 51% deles se disponibilizam a vender 50% da sua produção de forma online. Mas ainda assim existe recusa no uso da IA ou tecnologia na agricultura, sendo destacados a seguir.

Figura 3. Entraves na adoção de tecnologias



Fonte: Ferreira e Santos (2021) Apud MCKinsey; Valor Econômico, 2021.

Entre as motivações para a recusa, estão o custo alto, principalmente quando se fala de IA, que exige maior aperfeiçoamento, gerando custos inicialmente que serão compensados depois, mas muitos produtores não estão dispostos e nem tem condições para pagar. A questão financeira também remete a infraestrutura, que acaba se tornando outro fator de resistência, visto que não há condições de implantação de novas tecnologias, assim como o uso da IA. Da mesma forma que a própria falta de conhecimento de como lidar com as inações se torna outro ponto, o que não remete apenas a agricultura, mas em todas as áreas, pois a desatualização acaba influenciando no desenvolvimento tecnológico. Todos esses fatores dificultam a introdução de novas tecnologias, seja na agricultura patronal ou familiar, afetando diretamente o uso da Inteligência Artificial no setor agrícola industrial.

Além desses fatores de resistência, tem-se também os desafios e dificuldades no uso de tecnologia na agricultura, o que inclui a IA, Ferreira e Santos (2021) destacam a Impossibilidade de conexão (isso diz respeito à internet, pois para usar a IA é necessário a ligação com um sistema em tempo real), falta de familiaridade com a tecnologia (se reforça que a ignorância quanto ao tema se torna ponto de recusa) e Investimento de alto custo (tecnologia não é barata, ainda que se repita que tenha o retorno produtivo, muitos empresários, até mesmo os de grande porte na área industrial se veem impossibilitados para tal investimento).

Assim como os autores também destacam os benefícios do uso da IA na agricultura, sendo eles melhoria na gestão do negócio (administrativamente falando de lucratividade), melhora na previsibilidade (tempo, mercado e preços, uso de equipamentos), redução dos custos (a introdução da tecnologia e IA tem que ser vista como investimento, que trará resultados futuramente, que se fala de mais produtividade), mapeamento digital da propriedade (uso de sensores, equipamentos digitais que fazem uso de APP para executar tal atividade), controle de sementes e fertilizantes (fazer uso da IA para escolher de forma qualitativa as melhores e os fertilizantes adequados para o tipo de cultivo e solo), identificação preditiva de doenças em animais (antecipação do problema, podendo então agir com mais rapidez para evitar) e Logística e controle de estoque remoto (rapidez não apenas na produção, mas também na venda, entrega e chegada ao consumidor (FERREIRA; SANTOS, 2021)). Todos esses fatores melhoram com o uso da Inteligência Artificial na agricultura industrial, deixando claro sua condição benéfica ao setor.

3. CONCLUSÃO

A tecnologia já faz parte da vida do homem desde muito tempo, ainda mais evidente pois exerce uma dependência circunstancial até para a sua sobrevivência, possível afirmar que não se consegue mais viver sem ela, além de que o ser humano é evolutivo. A industrialização no sentido dessa evolução da tecnologia, em todas as suas facetas, deixou marcas para a vida toda do ser humano, a partir delas outros métodos produtivos foram mudados, inclusive o agrícola. Destacaram-se ações que concretizam o uso da IA na agricultura, tais como gestão do solo, gestão das culturas, gestão da água, gestão das ervas daninhas e gestão das doenças e praga, automação do maquinário agrícola, irrigação, seleção de sementes, assim como traz benefícios como a melhoria da previsibilidade (tempo, mercado e preços, uso de equipamentos), menos custo e maior produção, mapeamento digital da propriedade, com uso de sensores, maior facilidade na aplicação de fertilizantes, além de identificar previamente doenças em animais, assim como pragas na plantação.

Assim, se tem que os objetivos foram alcançados, pois se apresentou as comprova-

ções quanto a influência e interferência do uso da Inteligência Artificial na agricultura, considerando comparações com o seu não uso, ou uso inadequado, isso porque ficou claro que o seu uso se torna benéfico se utilizado de forma correta, principalmente no que se fala de avanços tecnológicos de produção e também de comercialização. Isso tudo resultou em um aumento de produtividade, apesar de que o uso da IA na agricultura ainda é desconhecido por muitos produtores, o que dificulta mais ainda o seu desenvolvimento, porém, ainda que lento, vem se tornando uma forma de aumentar a produção e também a qualidade do produto.

Para tal, se deduz que a problemática foi respondida. O setor agrícola foi fortemente afetado pela tecnologia, isso porque seria inevitável tal avanço por conta da industrialização que chegou até ele. Com isso, em resposta se tem que essa mudança exercida com o uso da IA torna a agricultura com melhor qualidade produtiva, falando principalmente de máquinas e processos que ajudam a auxiliam nessa realidade, ou seja, essa interferência na agricultura industrial visando a tecnologia da IA, é considerada indispensável para os resultados positivos para quem dela já faz uso, não conseguindo mais lidar com a sua falta, assim como funcionar com a tecnologia em geral para todos o mundo e os seres humanos.

Conclui-se então que a tecnologia, apesar de surgir com contradições quanto a sua aceitabilidade e acesso, trouxe e continua trazendo benefícios para a sociedade em todas as suas esferas, contando principalmente com o fator dependente que o ser humano passou a ter. Partindo disso, não poderia deixar de falar da área do agronegócio, de onde parte a agricultura, setor que desde muito tempo contribui para a economia do Brasil, e com a introdução da tecnologia, passou a ser mais significativo para a o setor econômico, ainda mais com o aumento da exportação. Junto dessa perspectiva evolutiva industrial da agricultura, a Inteligência Artificial passa a ser usada como forma de melhorar os resultados da lavoura, ainda mais quando se trata de plantio que exige atenção significativa quanto ao solo, escolha de sementes e qualidade produtiva, deixando claro seus benefícios nesse sentido, ou seja, apesar de também apresentar desafios e dificuldades, o uso da IA seja na agricultura patronal ou na familiar, traz benefícios consideráveis nos resultados, exercendo uma injeção de evolução econômica para o mundo.

Diante tudo que foi exposto, acredito que a agricultura evoluiu consideravelmente com o uso da Inteligência Artificial, ainda que tenha sido de maneira forçada, mediante a pandemia do COVID-19, ficou visível que essa evolução chegaria ao setor. Assim, ainda que se pense em produtores de pequeno porte que não tenha acesso a esse tipo de tecnologia principalmente pela condição econômica, não se pode deixar de pensar na desigualdade da concorrência, e por esse motivo a industrialização se tornou ponto chave dos avanços tecnológicos da agricultura.

Levando em conta isso, a proposta de pesquisas deixada aqui, é baseada em análises de dados referentes ao uso da IA na agricultura de forma prática, ou seja, que seja analisada resultados concretos quantitativos, sendo em forma de pesquisa de campo, para observação de como esse uso se torna potencialmente evolutivo e produtivo tanto na qualidade como na quantidade do produto final.

Referências

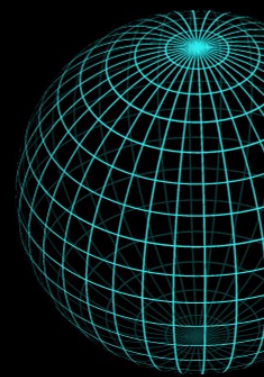
- ARENDA, Marcelo. **A INDUSTRIALIZAÇÃO DO BRASIL ANTE A NOVA DIVISÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA: TEXTO PARA DISCUSSÃO. Brasília, julho de 2015.
- CARTOCCI, Carla Maria. **Produção e industrialização de alimentos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2008.
- FERREIRA, Victor Rodrigues. SANTOS, Luana Carla de Moura dos. **A inteligência artificial (IA) já chegou no**



- agronegócio.** POTENCIAL DE MERCADO, AGRONEGÓCIO. Período da Pesquisa: 3 a 4 de setembro de 2022.
- GOMES, Dennis dos Santos. **Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações.** Revista Olhar Científico – Faculdades Associadas de Ariquemes – V. 01, n.2, Ago./Dez. 2010.
- MENEZES, Afonso Henrique Novaes. DUARTE, Francisco Ricardo. CARVALHO Luis Osete Ribeiro. SOUZA, Tito Eugênio Santos. **METODOLOGIA CIENTÍFICA TEORIA E APLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.** Disponível em: Petrolina-PE, 2019. <https://portais.univasf.edu.br/dacc/noticias/livro-univasf/metodologia-cientifica-teoria-e-aplicacao-na-educacao-a-distancia.pdf>, pesquisa em 12/04/2023.
- RUSSO, Inês Filipa Duarte. **O Impacte da Inteligência Artificial na Sustentabilidade Ambiental: Uma Agricultura Sustentável.** MESTRADO EM GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO. ISEG, NOVEMBRO DE 2020.
- SILVA, Brenda C. P. da. **MANEJO DA IRRIGAÇÃO VIA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CULTURA DO PIMENTÃO VERMELHO.** Universidade de São Paulo. Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas. Piracicaba, 2022.
- SILVA, José Carlos Teixeira da. **TECNOLOGIA: CONCEITOS E DIMENSÕES.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002.
- SILVA, Sandro Pereira. **A AGRICULTURA FAMILIAR E SUAS MÚLTIPLAS INTERAÇÕES COM O TERRITÓRIO: UMA ANÁLISE DE SUAS CARACTERÍSTICAS MULTIFUNCIONAIS E PLURIATIVAS.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília, abril de 2015.
- SOUZA, Gustavo Henrique Melo. POLETTTO, Alex Sandro R. de Souza. **UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À AGRICULTURA.** Revista INTELECTO, Fema – Assis. ISSN: 2596-0806, V.3, setembro 2020.
- VERASZTO, Estéfano Vizconde. SILVA, Dirceu da. MIRANDA, Nonato Assis de. SIMON, Fernanda Oliveira. **Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito.** ISSN: 1646 – 3153. PRISMA.COM nº7 2008.
- VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **DIAGNÓSTICO E DESAFIOS DA AGRICULTURA BRASILEIRA.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro, março de 2019.

ENGENHARIA ELÉTRICA

25

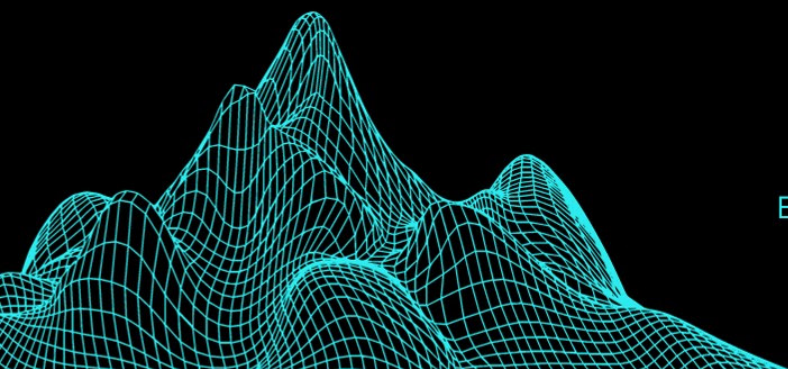


MEDIÇÃO FASORIAL E APLICAÇÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO *PHASOR MEASUREMENT AND DISTRIBUTION NETWORK APPLICATIONS*

Camila Karine Pereira Oliveira¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²
Joshiclayton Lopes Rego²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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



Resumo

Em virtude das constantes modificações do Sistema Elétrico de Potência, e com a necessidade de garantir o fornecimento de energia elétrica aos consumidores, quer seja industriais, comerciais ou residenciais e com o aumento da geração de energia elétrica devido a injeção de diferentes fontes de geração distribuída no sistema, foi perceptível a necessidade de melhorias nas tecnologias de monitoramento, com a necessidade de um sistema mais robusto, confiável e resiliente. A tecnologia de medição fasorial síncrona têm contribuído nestas melhorias, de forma a suprir algumas deficiências e permitir análises sistêmicas em tempo real de todo o SEP, além de aumentar a segurança na rede para possíveis manutenções e detecção previa de perdas na malha de distribuição. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo apresentar os benefícios do uso da tecnologia de medição fasorial voltada aos sistemas de distribuição de energia elétrica, para aumentar a qualidade da energia ofertada pelo Sistema Elétrico de Potência e reduzir alguns problemas como a localização de falhas, estimação de estados e detecção de ilhamentos e perdas comerciais e técnicas na rede. A metodologia utilizada foi de uma revisão de literatura com o intuito de entender o uso do SMFS no sistema elétrico de potência, com a realização de estudos em base de dados por meio de artigos relacionados ao tema. Deste modo, o presente trabalho apresentará uma revisão acerca do uso dessa tecnologia em redes de distribuição de forma a permitir um maior entendimento acerca dessa tecnologia.

Palavras-chave: Unidade de medição fasorial, Medição fasorial sincronizada, Sistema de distribuição de energia, Sistema elétrico de potência.

Abstract

Due to the constant modifications of the Electric Power System, and the need to ensure the supply of electricity to consumers, whether industrial, commercial or residential and with the increase of electricity generation due to the injection of different sources of distributed generation in the system, it was noticeable the need for improvements in monitoring technologies, with the need for a more robust system, reliable and resilient. Synchronous phasor measurement technology has contributed to these improvements to address some shortcomings and enable real-time systemic analysis of the entire SEP, in addition to increasing network security for maintenance and detection of losses in the distribution network. Based on the above considerations, this study aimed to present the benefits of the use of phasor measurement technology focused on electrical power distribution systems, to increase the quality of energy offered by the Electric Power System and reduce some problems such as fault location, state estimation and detection of islets and commercial and technical losses in the network. The methodology used was a literature review to understand the use of SMFS in the electrical power system, with studies in database through articles related to the subject. Thus, the present work will present a review about the use of this technology in distribution networks to allow a greater understanding about this technology.

Keywords: Phasor measurement unit, Synchronized phasor measurement, Power distribution system, Electric power system.



1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve por objetivo apresentar a tecnologia de medição fasorial voltada aos sistemas de distribuição de energia elétrica, para aumentar a qualidade da energia ofertada pelo Sistema Elétrico de Potência (SEP) e reduzir alguns problemas descritos no desenvolvimento. O objetivo específico é de explicar o funcionamento do sistema de medição fasorial sincronizada (SMFS) e suas diferenças de aplicações no sistema de distribuição e sistema de transmissão.

O SEP é um conjunto de componentes com a função de gerar, transmitir e distribuir energia elétrica de qualidade aos consumidores. Ademais, o perfil de geração elétrica no Brasil é majoritariamente hidráulico, com a produção e a transmissão de energia elétrica rotulada de hidrotérmicas. A justificativa para esse trabalho é que ao longo dos anos, entretanto, esse perfil tem se modificado em função do aumento da demanda, o que tem motivado uma necessidade cada vez maior de expansão do setor elétrico. Portanto, é importante prever o atendimento dos novos consumidores e evitar o colapso do sistema diante do crescente aumento de cargas, logo é inevitável que o sistema elétrico de potência nacional esteja em sintonia com as transformações para garantir um fornecimento de energia elétrica de qualidade em concomitância com os novos mecanismos de controle, monitoramento e medidores de eficiência energética.

O Sistema de Medição Fasorial Sincronizada (SMFS) é apresentado como uma vantajosa ferramenta para suprir algumas deficiências do SEP, que monitora o sistema de acordo com um fasor referência e permite um registro do comportamento dinâmico do sistema com medida de prevenção do colapso energético, em virtude da identificação de forma antecipada das instabilidades no complexo energético.

Em resumo, é possível afirmar que o uso do Sistema de Medição Fasorial Sincronizada traz benefícios para redes de distribuição elétrica, cuja estrutura da SMFS aplicada na malha energética pode resultar em um sistema elétrico mais robusto, além de poder permitir uma análise simultânea e o armazenamento dos dados para futuros estudos. Por esse motivo, ao se levar em conta o histórico de altas perdas comerciais, com o uso de PMU's para a estimação de estado com foco na detecção de furtos e desvios comerciais, foi teorizada uma maneira de garantir a integridade do sistema elétrico e evitar perdas financeiras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado foi uma revisão de literatura com o intuito de entender o uso do SMFS no sistema elétrico de potência. Foram realizados estudos em uma base de dados, por meio de artigos relacionados ao tema PMU, medição fasorial, sistema elétrico de potência e sistemas de distribuição e transmissão de energia no período de 2013 a 2023. Para o levantamento bibliográfico, foi utilizado a plataforma do Google Acadêmico. Os descritores utilizados na pesquisa foram: Medição fasorial sincronizada, Sistema elétrico de potência, Sistema de distribuição de energia e Unidade de medição fasorial.

2.2 Resultados e Discussão

Conforme Ehrensperger (2004), o SEP precisa garantir o fornecimento de energia

para as cargas solicitantes e, com o objetivo de evitar a sobrecarga no sistema e de prevenir o colapso energético, surgiram projetos que almejavam atender ao novo cenário do sistema elétrico brasileiro, para fornecer uma análise mais exata e confiável, além de um sistema de monitoramento mais eficiente para o sistema elétrico.

Para Santos (2013), a diversificação do perfil da matriz energética nacional apresentou nos últimos anos a necessidade de novas tecnologias, ocasionadas pelas novas formas de geração de energia como as fontes renováveis, resultantes do aumento da preocupação com os impactos ambientais e da eclosão de questões ambientais mais rígidas. Por consequência, as usinas eólicas e solares vêm impondo ao sistema comportamentos e registros dinâmicos diferentes daqueles observados com a geração a partir de fontes tradicionais.

Segundo Nascimento (2011), a solução proposta seria a implementação da metodologia da medição de fasores sincronizados no tempo, em contestação à metodologia de controle e medição tradicional que manuseia o sistema com apenas o módulo dos fasores e com o emprego do Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA). Para Oliveira (2021), o conceito de SMFS pode ser definido como um sistema de medição simultânea de grandezas elétricas geograficamente distantes entre si. Estas amostras elétricas são obtidas simultaneamente e são a base para os cálculos dos fasores de corrente e de tensão.

Assim, de acordo com Bhonsle e Junghare (2015), a estrutura da medição de fasores mais simplista precisa possuir alguns elementos básicos como Global Positioning System (GPS), sendo este o método mais confiável para a troca de informações e captação das amostras, ao apresentar agilidade, precisão, segurança e confiabilidade. Necessita-se dos elementos denominados de PMU, que são os dispositivos responsáveis pela medição de fase nos sistemas de potência. Há ainda o concentrador de dados (PCD) que recebem, organizam, armazenam e disponibilizam as amostras obtidas pelas PMU's e os links de comunicação entre as PMU's e os concentradores que transportam as informações adquiridas.

2.2.1 Transmissão de Energia

Segundo Rangel (2015), o sistema de transmissão de energia elétrica é constituído por linhas de transmissão, formadas por cabos condutores de energia elétrica, torres e isoladores que sustentam esses cabos, que são usados para transmitir energia em alta e extra-alta tensão entre uma fonte que gera energia para uma carga que consome energia. Como consequência, o sistema de transmissão é o responsável pela expansão do setor elétrico e por transmitir energia elétrica com elevadas tensões por meio de linhas de transmissão com altíssimas impedâncias, para minimizar as perdas obtidas no caminho entre subestações. Assim, necessita-se de um planejamento de infraestrutura com ênfase em segurança e no atendimento da demanda.

Segundo Vieira (2009), o Brasil apresenta um sistema de transmissão extenso, devido a vasta área territorial e complexidade e em razão da demanda atendida, ao evidenciar um constante desafio de planejamento e expansão, e assegurar que o sistema sempre atenda a demanda total projetada com menor custo possível, em consideração da possibilidade de falhas intempestivas, crescimento da demanda, produção e localização da oferta de geração. Logo, o requisito básico para que esse sistema seja robusto e seguro é o equilíbrio do sistema com mudanças previstas e estudadas e conhecimento sistêmico de todo o SIN.

Contudo, as unidades de medição fasorial encarecem o planejamento, por necessitar de grande quantidade de memória para armazenar os dados calculados e da arquitetura



ra computacional baseada em grandes CPUs. Assim, para baratear a implementação do projeto, as PMU's são alocadas em pontos estratégicos do sistema, com a possibilidade do conhecimento de registro e análise do desempenho da dinâmica do SIN bem como do ângulo associado a PMU, ao detectar previamente curtos-circuitos.

É possível observar na Figura 1 a vasta extensão brasileira ainda com capacidade de expansão elétrica. É perceptível a vantagem econômica no uso da tecnologia da medição fasorial, ao serem utilizadas as linhas de transmissão com sua capacidade máxima e reduzir as instalações LTs (que possuem um valor alto de investimento financeiro).

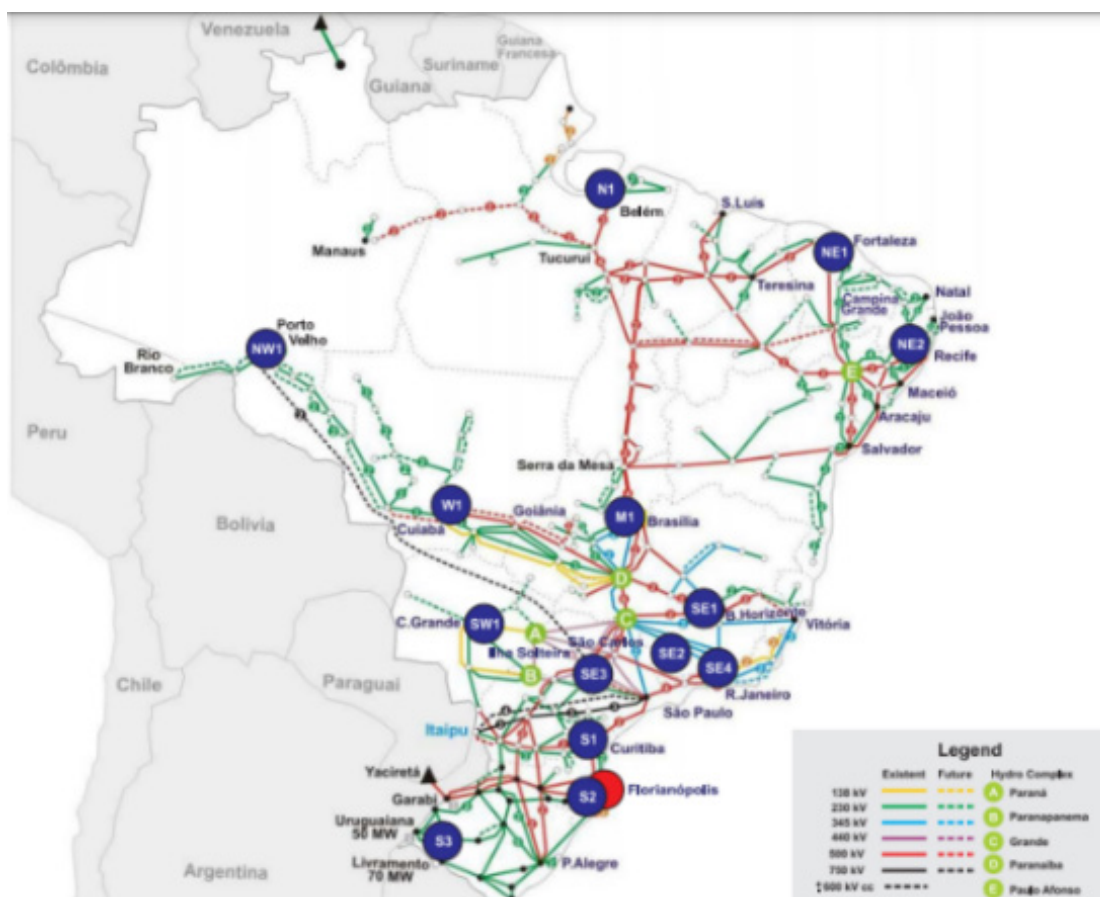


Figura 1. Linhas de transmissão do sistema interligado nacional

Fonte: Prioste (2011)

Segundo Prioste (2011), as vantagens do uso da tecnologia dos PMU's em sistemas de Transmissão são vastas. Dentre elas é possível citar a estabilidade de tensão, para relacionar o tema ao alívio de geração e no chaveamento de dispositivos, com um monitoramento mais eficiente e preciso do comportamento do SEP. Além disso, é possível utilizar de duas maneiras as PMU's, com base no tema de estabilidade de tensão: Montagem de um banco de dados onde contingências pré-determinadas são desenvolvidas e registradas para posterior criação de ações de controle específicas, para fazer parte do *Special Protection Systems* (SPS); Implantação de plataformas mais flexíveis capazes de reagir aos mais variados distúrbios no sistema, fazendo parte do *Wide-Area Stability and Voltage Control System* (WACS).

Um outro propósito do uso da medição fasorial em sistemas de transmissão é com a finalidade de estimação de estados, para construir uma base de dados confiável e em tempo real a partir de telemidas redundantes obtidas via sistema SCADA e corrompidas por erros de medição. O estimador processa essas medidas para fornecer os valores de magnitude e ângulo das tensões em todas as barras. A partir dessas variáveis são de-

terminadas todas as demais quantidades necessárias para a análise e monitoramento da segurança do sistema.

Segundo Costa (2008), é possível melhorar a estimação de estados de duas maneiras: por meio da análise da observabilidade da rede, com o intuito de verificar o número e a localização das medidas a serem processadas permitindo a determinação do estado do sistema; processamento de erros grosseiros, para a verificação da presença no plano de medição de medidas espúrias.

2.2.2 Distribuição de Energia

Existe uma pluralidade de projetos que envolvem as PMU's no ramo do setor da engenharia elétrica. Esses projetos circundam o monitoramento, o controle e a proteção, tanto no setor de transmissão de energia quanto no do âmbito da distribuição. A instalação de um dispositivo do tipo PMU no sistema de distribuição expõe inúmeras vantagens, como a detecção e localização de falhas, detecção de ilhamentos, estimação de estado e proteção do sistema de distribuição. Há ainda vantagens referentes à solução de problemas que envolve o fluxo reverso de potência que interfere diretamente na qualidade e segurança do sistema.

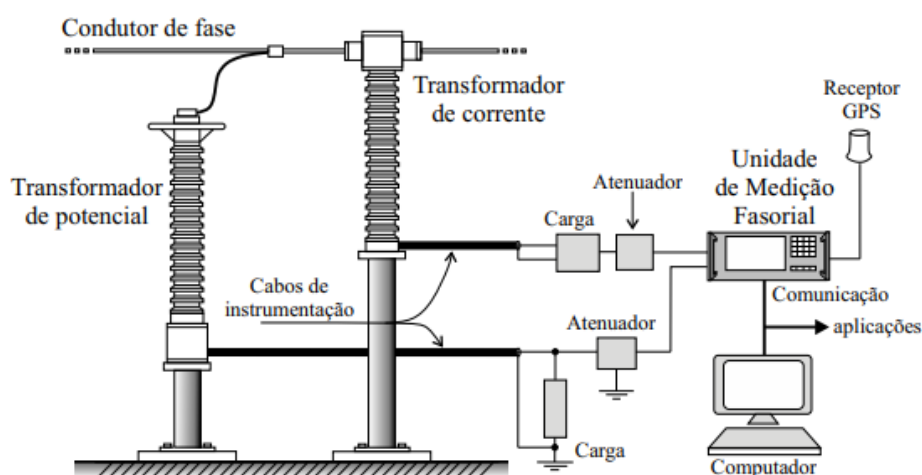


Figura 2. Instalação típica de uma PMU em uma subestação

Fonte: Grando (2016)

A Figura 2 demonstra a PMU instalada em uma subestação, coletando os dados obtidos provenientes dos sinais de tensões oriundos dos secundários dos transformadores de potencial (TP's) e transformadores de corrente (TC's). Logo, essas amostras permitem a identificação dos fasores de tensão e corrente em cada barra no arranjo elétrico, esses sinais são submetidos ao condicionamento para ajuste de nível de tensão devido ao conversor A/D responsáveis por aproximadamente 51 amostras processadas. Posteriormente, as informações são enviadas a um computador para o monitoramento em tempo real.

Segundo Seger (2019), existem inúmeras vantagens ao aplicar um projeto de medição fasorial sincronizada em um sistema de distribuição de energia como a detecção e análise de variações de tensão e frequência em sistemas elétricos, detecção de eventos normalmente invisíveis aos operadores da rede elétrica, como as falhas de alta impedância; a localização de eventos e falhas na rede, diagnóstico da vida útil de equipamentos, como transformadores; estimação de estados e parâmetros do sistema e, por fim, a validação de modelos teóricos.

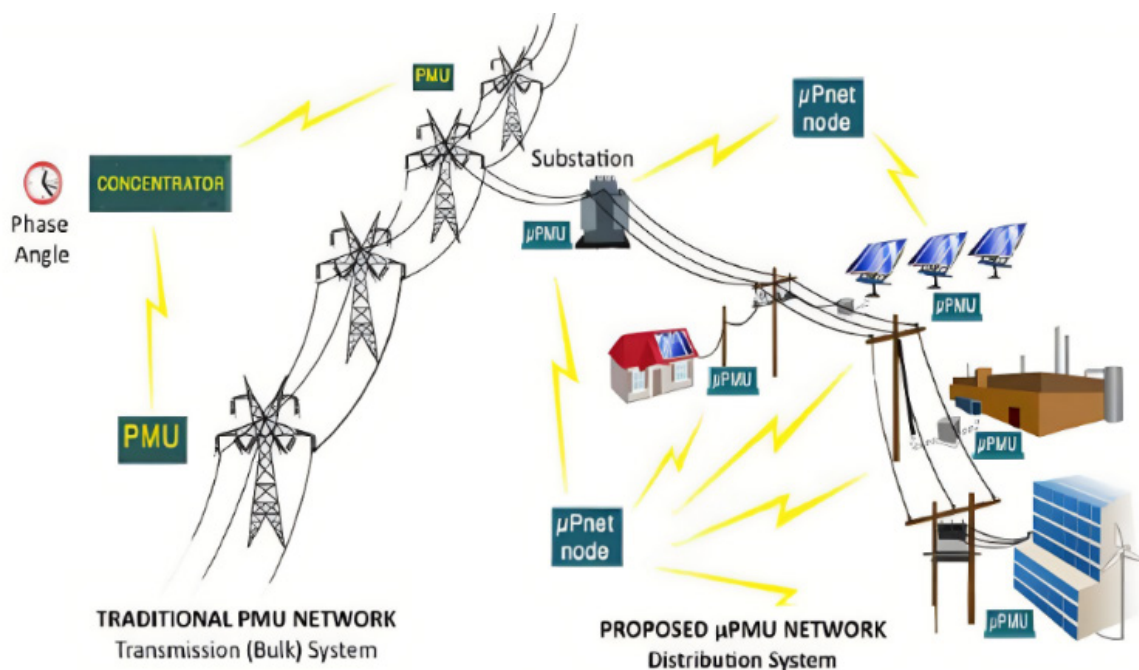


Figura 3. Diagrama de uma rede de PMU em sistemas de distribuição

Fonte: Seger (2019)

A Figura 3, proposta por Seger (2019), simula uma ilustração de um possível cenário de implementação de uma PMU a nível de distribuição, no qual há uma PMU na rede de transmissão e uma μ PMU na subestação de distribuição, nas plantas de geração solar fotovoltaica, nas residências com geração independente, nas empresas e nas indústrias.

Ainda conforme Seger (2019), no ponto de conexão entre as PMU's é proposto um centro de dados formado pela rede de μ PMU, uma vez que é mais vantajoso utilizar em um projeto a nível de distribuição de energia uma μ PMU do que uma PMU, devido ao seu valor de investimento. A disponibilidade das PMU's no mercado não possui uma padronização, assim, os valores são muito divergentes e elevados. Nesse cenário, as μ PMU surgiram da necessidade de contornar algumas problemáticas que envolvem cargas de baixa tensão (BT), com um software mais leve e mais simples para ser colocado em regiões estratégicas na malha de distribuição.

Para Ignacio e Barra (2020), algumas das vantagens da aplicabilidade de uma medição fasorial em um sistema de distribuição são detecção e localização de falhas, detecção de ilhamentos, estimação de Estados, identificação de perdas comerciais e técnicas. Os próximos tópicos evidenciam as principais vantagens da aplicabilidade do sistema de medição fasorial em sistemas de distribuição de energia, mostrando suas definições de acordo com a literatura.

2.2.2.1 Detecção de Localização de Falhas

Segundo Magalhaes (2017) foi estimado que 80% dos eventos ou falhas que ocorrem no sistema elétrico de potência são decorrentes de interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica. Logo, identificar, isolar e tratar as falhas é essencial para a continuidade do fornecimento de energia elétrica e o uso de ferramentas que auxiliem neste diagnóstico são imprescindíveis.

Para Guaracy (2019), é perceptível que o tempo gasto para que o fornecimento de energia seja restaurado é elevado, com base no método de monitoramento, além de expor oportunidades de melhoria de gestão de tempo, na redução de acidentes e das perdas financeiras. Assim, com a aplicação de um SMFS em localizações estratégicas é possível observar e extinguir a falha mais rapidamente. Tal vantagem se dá devido aos benefícios da medição fasorial, cujas variáveis são de conhecimento e de acessibilidade. Os valores das frequências, tensões, correntes e defasagem fasorial são de fácil entendimento.

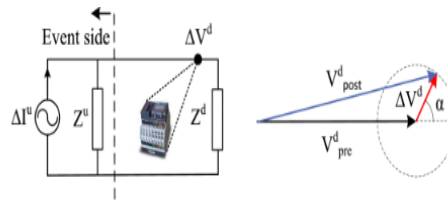


Figura 4. Diagrama Fasorial de Tensão e Circuito Equivalente

Fonte: farajollahi (2018)

A Figura 4 demonstra uma simulação da detecção e localização de faltas no sistema de distribuição com o uso de PMU. Segundo Farajollahi (2018), é considerado como referência a magnitude Δ e o fasor registrado pós-evento tenderá a variar de acordo com o círculo pontilhado apresentando uma mudança no ângulo. O valor da mudança do ângulo depende do tipo de evento, como chaveamento de carga, chaveamento de DER's ou falhas. Se a diferença do ângulo de fase for igual a 180° ou 0° , em outras palavras, se o fasor oriundo do evento estiver em fase com o fasor referência (pré-evento), será necessário somente medir a magnitude da tensão. Caso contrário, será necessário o uso da PMU para medir os ângulos fasoriais.

2.2.2.2 Detecção de Ilhamentos

Segundo Oliveira (2021), a definição de ilhamento é a condição em que uma porção do sistema de distribuição, que contém cargas e fontes de GD, continua energizada enquanto permanece isolada do restante do sistema de distribuição principal. Existem variadas técnicas de detecção de ilhamento, principalmente após o aumento do interesse dos consumidores pelas fontes de energias renováveis. O uso da medição fasorial sincronizada como medida de detecção de ilhamentos apresenta uma série de vantagens, e utilizam as informações medidas dos PMU's posicionadas nas gerações distribuídas e no sistema interligado para a possível detecção de ilhas.

Para Alves *et al.* (2021), é de suma importância a agilidade para a detecção dos ilhamentos no sistema elétrico de potência para minimizar os impactos na qualidade no fornecimento de energia elétrica pelas concessionárias, bem como diminuir o risco de morte para as equipes especializadas na manutenção, pois a concessionária pode desconhecer a condição de energização do sistema de distribuição devido ao crescente número de fontes de geração distribuída no processo.

De acordo com Oliveira (2016), a detecção da formação de ilhas é definida a partir da diferença angular entre o circuito de alimentação oriundo do sistema elétrico e a Geração Distribuída (GD) e a taxa de variação da fase.

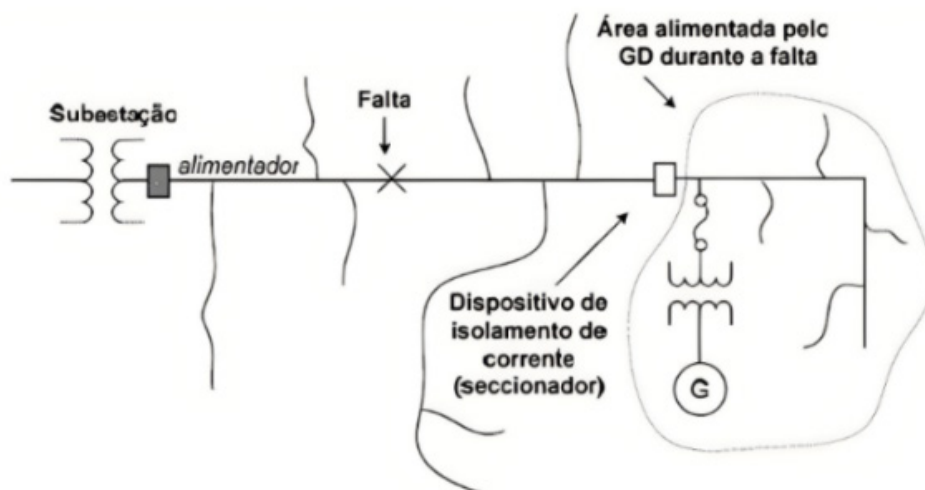


Figura 5. Alimentador de distribuição ilhado

Fonte: Oliveira (2016)

A Figura 5 propõe uma situação de ilhamento típica, cuja linha de abastecimento da Concessionária está desenergizada, porém, devido à presença do gerador distribuído, há uma região que continua energizada. Assim, de acordo com Oliveira (2016), a instalação de um PMU, com a finalidade de detectar tais eventos, seria baseada na detecção da variação das grandezas como a potência, frequência, tensão e corrente, cujas grandezas seriam monitoradas e, caso ultrapassem um limite preestabelecido, o sistema sinalizaria o ilhamento.

2.2.2.3 Estimação de Estado

Segundo Francelino (2018), a estimação de estado é uma técnica que aplica as medições em tempo real e quase tempo real disponíveis na rede, a fim de calcular o estado mais provável da rede e comparar com o observado.

Para Melo (2015), a utilização dos PMU's para a estimação de estados no sistema elétrico de potência apresenta alta precisão de informação, detecção de erros grosseiros, além de permitir estudos precisos de grandezas harmônicas. Portanto, em função do perfil dinâmico do sistema de distribuição o interesse pela implementação da medição fasorial sincronizada, possivelmente suprirá a carência de monitoramento em tempo real do sistema com o registro do dinamismo da malha elétrica.

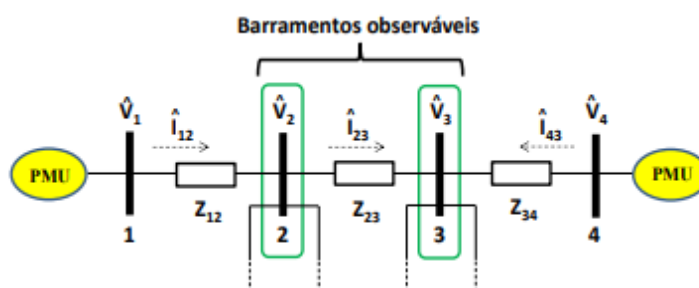


Figura 6. Observabilidade através das medições de PMU's

Fonte: Frazão (2012)

A Figura 6, lista a observabilidade do SEP, é considerado o sistema de transmissão, contudo, a análise é similar para um sistema de distribuição. Com a observabilidade do sistema, é possível conhecer os valores dos barramentos 2 e 3, pois os barramentos 1 e 4 são

conhecidos, logo determinados a partir das manipulações matemáticas de tensão e corrente destes pontos realizadas pelas PMU's. Ou seja, todas as tensões fasoriais, nas quais não estão alocadas PMU's e todas as correntes fasoriais do sistema de energia podem ser calculadas a partir das medições realizadas pelas PMU's que foram inseridas no sistema por meio do processo de alocação ótima.

Para Mabaning *et al.* (2017), as medições realizadas no sistema permitem a determinação da magnitude e do ângulo da tensão do barramento da rede, logo, todos os barramentos da rede devem ser observados por pelo menos uma vez. Deste modo, ao inserir uma PMU em regiões estratégicas, é possível mensurar as tensões e correntes em diferentes pontos no sistema.

2.2.2.4 Identificação de Perdas Comerciais e Perdas técnicas

Segundo a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) (2019) as perdas são uma constante preocupação das distribuidoras de energia elétrica, pois apresentam um impacto no faturamento e na qualidade do fornecimento de energia, no qual, até o ano de 2018, as perdas totais resultaram em 14 % do total de energia elétrica injetada.

Assim, as distribuidoras de energia estão constantemente em busca de métodos que minimizem as perdas decorrentes do processo de distribuição, com investimentos importantes para mitigar as suas perdas de energia, com inspeções, modernizações e blindagens de rede, além dos investimentos em sistemas de inteligência que ajudem na identificação das maiores probabilidades de perdas.

Para Francelino (2018), o uso da metodologia da medição fasorial sincronizada para a detecção das perdas não-técnicas é um forte aliado das distribuidoras de energia, a fim de detectar previamente unidades consumidoras suspeitas de fraude e/ou desvio de energia. A estimação de estado viabiliza a entrega de informações obtidas da rede, para utilizar as medidas em tempo real disponíveis e calcular o estado mais provável e compará-lo com o observado, e identificar os pontos de carga que possuem perdas não-técnicas. Essa análise se baseia na teoria dos circuitos elétricos (Lei de Kirchoff e Lei das Malhas), seguindo a premissa que dependendo da localização do PMU instalado é possível determinar o estado do sistema por completo.

3. CONCLUSÃO

De acordo com o escopo abordado, é possível perceber que as mudanças do perfil do sistema elétrico de potência evidenciaram algumas necessidades de melhorias que foram descritas no decorrer deste trabalho. Assim, os objetivos propostos para o trabalho foram alcançados, pois foram relatadas as aplicações da medição fasorial na rede de distribuição com a revisão de literatura e foi constatado que o SMFS é uma possível alternativa para sanar tais pendências, considerou-se a vasta aplicabilidade e alta eficiência em atender aos requisitos demandados.

Um dos benefícios que foi exposto é a Estimação de Estado, que permite certa previsibilidade do sistema em virtude do sincronismo com o Sistema GPS e que possibilita a identificação de faltas com maior agilidade se comparado ao método tradicional. Outra vantagem citada neste trabalho foi a Localização e a Detecção de Faltas, uma vez que a rede de distribuição é o principal responsável pelos curtos-circuitos encontrados no siste-

ma elétrico, o que acarreta o aumento da satisfação da população (consumidores finais) com as Distribuidoras de Energia e como consequência a um aumento da credibilidade no mercado.

Foi mencionado também a Detecção de Ilhamentos, que possibilita uma maior observabilidade e eficiência do sistema e maior segurança para os operadores que manuseiam a rede elétrica, o que contribui para a proteção do sistema de distribuição, e por fim, foi proposto o uso do SMFS como ferramenta auxiliar para minimizar as perdas associadas a distribuição de energia.

A desvantagem para a implementação desta nova tecnologia se dá pela necessidade de uma quantidade elevada de PMU's, devido à grande extensão territorial nacional, como resultado os custos financeiros iniciais de um possível projeto aumentariam, visto que, o mercado oferece PMU's comerciais com valores dispendiosos.

Para trabalhos futuros é proposta a intensificação de projetos com PMU's no sistema de distribuição. Além disso, aprofundar os estudos referentes ao assunto e como consequência a possível avaliação dos resultados e o acompanhamento contínuo destes para um melhor gerenciamento do SEP. Para as distribuidoras de energia é proposta a criação de um projeto piloto, em áreas com histórico de altas perdas comerciais, com o uso de PMU's para a estimação de estado com foco na detecção de furtos e desvios comerciais, o que possibilita o aumento da segurança para os funcionários das prestadoras de serviços ao trabalhar na rede. Além de utilizar a tecnologia na malha de distribuição como medida para agilizar a detecção de falhas, para minimizar os indicadores de continuidade de energia determinados pela ANEEL, com o objetivo de manter a qualidade da prestação de serviço público, e, ainda, na redução de impactos financeiros para as distribuidoras.

Referências

ABRADEE. **Perdas de energia: Guerra sem fim?**. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/perdas-de-energia-guerra-sem-fim/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

ALVES, Guilherme Henrique et al. **Análise e Avaliação Operacional da Metodologia de Controle V/f Aplicada em Situações de Ilhamento Intencional**. In: 2021 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). IEEE, 2021. p. 567-574. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9529376/>. Acesso em: 24 abr. 2023

BHONSLE, J. S.; JUNGHARE, A. S. **An optimal PMU-PDC placement technique in wide area measurement system**. In: 2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM). IEEE, 2015. p. 401-405. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7225450>. Acesso em: 15 jan. 2023.

COSTA, ANTONIO SIMÕES; MEYER, BRENO T.; DECKER, ILDEMAR C. **Análise dos benefícios de medições fasoriais sincronizadas quanto ao desempenho da estimação de estados em sistemas de potência**. In: XVII Brazilian Conference on Automatic Control. sn, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/185098>. Acesso em: 18 mar. 2023.

EHRENSPERGER, Juliana Gubert; et al. **Sistemas de medição fasorial sincronizada: análise do estado da arte e aplicações no monitoramento de sistemas de energia elétrica**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87164>. Acesso em: 18 mar. 2023.

FARAJOLLAHI, Mohammad et al. **Locating the source of events in power distribution systems using micro-PMU data**. IEEE Transactions on Power Systems, v. 33, n. 6, p. 6343-6354, 2018. Disponível em: <https://escholarship.org/content/qt4df4s0v5/qt4df4s0v5.pdf?t=pm5flj>. Acesso em: 26 abr. 2023.

FRANCELINO, Maria Gabriela Francisco. **Perdas técnicas e não técnicas de energia elétrica em sistemas de transmissão e distribuição**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elé-

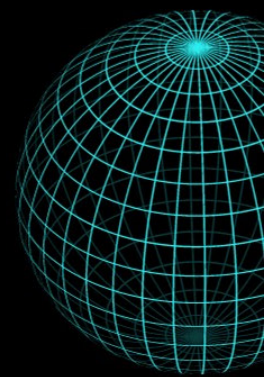
- trica), Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/558>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- FRAZÃO, Rodrigo José Albuquerque; *et al.* **Métodos alternativos para estimação de estado em sistemas de energia elétrica.** 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2012. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/475/1/Dissertacao%20Rodrigo%20Albuquerque.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- GRANDO, Flavio Lori; *et al.* **Arquitetura para o desenvolvimento de unidades de medição fasorial sincronizada no monitoramento a nível de distribuição.** 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1762>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- GUARACY, Paola Aragão. **Comparação entre métodos para detecção e localização da área de falta de alta impedância em sistemas de distribuição.** 2019. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/9803>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- IGNACIO, Jhonatan Henrique; BARRA, Pedro Henrique Aquino. **Sistemas de medição sincronizada de fasores: fundamentos e aplicações em sistemas de distribuição de energia.** In: V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica-EnICT (ISSN: 2526-6772). 2020. Disponível em: <https://arq.ifsp.edu.br/eventos/index.php/enict/5EnICT/paper/view/421>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- MABANING, Abdul Aziz G.; ORILLAZA, Jordan Rel C.; VON MEIER, Alexandra. **Optimal PMU placement for distribution networks.** In: 2017 IEEE Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT-Asia). IEEE, 2017. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8378415>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- MAGALHAES, Emerson Felipe Araujo. **Modelagem e simulação de indicadores de continuidade: Ferramenta auxiliar para a manutenção em redes de distribuição de energia elétrica.** 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24296/1/Disserta%20c3%a7c3%a3o%20Emerson%20Felipe%20Araujo%20Magalh%c3%a3es.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2023
- MELO, Igor Delgado de; *et al.* **Estimação de componentes harmônicos em sistemas radiais de distribuição usando medição fasorial sincronizada.** 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/234>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- NASCIMENTO, Denis Pedro do. **Inclusão da medição fasorial sincronizada na estimação de estado em sistemas elétricos de potência.** 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.pee.ufrj.br/index.php/pt/producao-academica/dissertacoes-de-mestrado/2011-1/2011103101-2011103101/file>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- OLIVEIRA, Tulio C. F. e. **Análise de ilhamento de unidade geradora utilizando unidade de medição fasorial (PMU).** 2016. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: https://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/TCC_2016_1_TCFoliveira.pdf. Acesso em: 15 jan. 2023.
- OLIVEIRA, Vinícius Almeida de; *et al.* **Um método baseado na transformada de Stockwell para detecção de ilhamento em sistemas fotovoltaicos conectados à rede em baixa tensão.** 2021. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/20506>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- PRIOSTE, Fernando Buzzulini *et al.* **Detecção e controle de oscilações eletromecânicas usando sistemas de medição fasorial sincronizada.** 2011. 237 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95742>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- RANGEL, Rodrigo K.; KIENITZ, Karl Heinz; BRANDÃO, Mauricio Pazini. **Sistema de inspeção de linhas de transmissão de energia elétrica utilizando veículos aéreos nao-tripulados.** 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15823/3/TD_COELE_2015_1_020.pdf. Acesso em: 12 jan. 2023.
- SANTOS, Bernardo Pereira Salotto dos. **Reprodução de perturbações no Sistema Interligado Nacional a**

partir de dados de medição fasorial sincronizada. 2013. 124 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) - Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/9018/1/monopoli10005338.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SEGER, Pedro Von Hohendorff et al. **Confecção e avaliação de uma plataforma de testes de PMU's de baixo custo para monitoramento de sistemas elétricos em nível de distribuição.** 2019. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197960>. Acesso em: 12 jan. 2023.

VIEIRA, Isabela Sales. **Expansão do sistema de transmissão de energia elétrica no Brasil.** 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4034>. Acesso em: 07 fev. 2023.

26



ENERGIA SOLAR FOTOVOLTACA: VANTAGENS E DESVANTAGENS

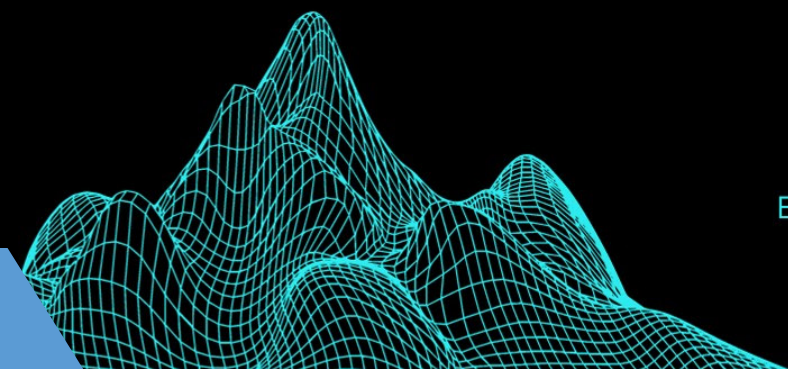
PHOTOVOLTAC SOLAR ENERGY: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

João Victor Couto Aquino¹

Paulo Jose Pinto Souza²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Física, Universidade Federal do Maranhão, São Luís- Maranhão



Resumo

Muito se tem falado acerca de energia solar renovável, tendo em vista que estamos passando pela era da sustentabilidade. A energia solar fotovoltaica pode ser obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade que utiliza materiais semicondutores como intermediários, cujo fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico. Nos últimos anos, o uso da energia solar como geração de energia elétrica tornou-se uma condição mais favorável, principalmente para alimentar o consumo de indústrias, casas e edifícios que possuíam problemas para alimentar seu consumo direto. É nesse ambiente que a energia fotovoltaica se apresenta como sustentável e renovável. Mediante esse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Qual a importância da energia fotovoltaica para a matriz energética nacional? O objetivo geral deste trabalho é identificar a importância do uso de energia por radiação solar fotovoltaica para provimento de eletricidade. Já os objetivos específicos são: estudar energia solar fotovoltaica; descrever os painéis fotovoltaicos e por fim descrever o sistema de geração de energia fotovoltaica e suas vantagens e desvantagens. O trabalho foi elaborado por meio da metodologia de estudo bibliográfico e teórico que abordam todas as questões sobre a geração de energia elétrica utilizando as células fotovoltaicas. Como conclusão, apresentamos as vantagens e desvantagens desse tipo de energia.

Palavras-chave: Energia Solar. Célula Fotovoltaica. Sistema Solar Fotovoltaico. Efeito Fotovoltaico.

Abstract

Much has been said about renewable solar energy, given that we are going through the era of sustainability. Photovoltaic solar energy can be obtained by converting solar radiation into electricity using semiconductor materials as intermediates, a phenomenon known as the photovoltaic effect. In recent years, the use of solar energy as electricity generation has become a more favorable condition, mainly to feed the consumption of industries, houses and buildings that had problems to feed their direct consumption. It is in this environment that photovoltaic energy presents itself as sustainable and renewable. In this context, a problem arises to be analyzed: What is the importance of photovoltaic energy for the national energy matrix? The general objective of this work is to identify the importance of using photovoltaic solar radiation energy to provide electricity. The specific objectives are: to study photovoltaic solar energy; describe photovoltaic panels and finally describe the photovoltaic power generation system and its advantages and disadvantages. The work was elaborated through the methodology of bibliographical and theoretical study that approach all the questions about the generation of electric energy using photovoltaic cells. In conclusion, we present the advantages and disadvantages of this type of energy.

Keywords: Solar energy. Photovoltaic cell. Photovoltaic Solar System. Photovoltaic Effect.

1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica pode ser obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade que utiliza materiais semicondutores como intermediários, cujo fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico. Nos últimos anos, o uso da energia solar como geração de energia elétrica tornou-se uma condição mais favorável, principalmente para alimentar o consumo de indústrias, casas e edifícios que possuíam problemas para alimentar seu consumo direto. É nesse ambiente que a energia fotovoltaica se apresenta como sustentável e renovável.

Mediante esse contexto nasce uma problemática a ser analisada. O Brasil é repleto de recursos naturais e tem lugar privilegiado em relação à disponibilidade de energia solar, além de possuir recursos humanos disponíveis para agir no setor de geração de energia solar fotovoltaica. Entretanto, embora haja notáveis esforços, ainda continua alguns entraves que trazem empecilho a inserção em grande escala da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional.

Entendemos como relevante esse tema tendo em vista o interesse por fontes renováveis de energia, além de que o consumo intensivo de recursos fosse prejudicar a natureza. Esse lado, mesmo assustador por devastar a natureza, apresenta-se como motivação para o estudo de energias alternativas de produção de energia para que haja cada vez menos a agressão ao meio ambiente.

Tal abordagem se faz necessária, pois, modelo energético tem sido questionado nos últimos tempos, em recorrência do aumento de energia em escala mundial, bem como a poluição causada por sua queima. Sendo assim, busca-se um modelo de energia mais limpa e renovável que permita que a energia seja satisfatória. Nesse contexto é que a energia solar fotovoltaica se apresenta.

O Brasil é repleto de recursos naturais e tem lugar privilegiado em relação à disponibilidade de energia solar, além de possuir recursos humanos disponíveis para agir no setor de geração de energia solar fotovoltaica. Entretanto, embora haja notáveis esforços, ainda continuam alguns entraves que trazem empecilho à inserção em grande escala da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional. Entendemos como relevante esse tema tendo em vista o interesse por fontes renováveis de energia, além de que o consumo intensivo de recursos fosse prejudicar a natureza. Esse lado, mesmo assustador por devastar a natureza, apresenta-se como motivação para o estudo de energias alternativas de produção de energia para que haja cada vez menos a agressão ao meio ambiente.

A conversão de energia solar em energia elétrica a partir do princípio do elemento fotovoltaico é uma das formas mais promissoras de energia alternativa. Diante desse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Qual a importância da energia fotovoltaica para a matriz energética nacional?

Os objetivos desenvolvidos nesta pesquisa foram estudar a importância do uso de energia por radiação solar fotovoltaico para provimento de eletricidade em seguida apresentar os conceitos relacionados à geração de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos, em continuidade identificar os principais painéis fotovoltaicos e suas aplicações e por fim descrever o sistema de geração de energia fotovoltaica e suas vantagens e desvantagens



2. A ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio da radiação solar que é convertida em eletricidade, através de materiais semicondutores de energia. Esse efeito é denominado de efeito fotovoltaico,

[...] foi observado pela primeira vez em 1839 pelo físico francês Edmund Becquerel, numa solução de selênio. Becquerel notou o aparecimento de uma tensão entre os elétrodos de soluções condutoras, quando esta era iluminada pela luz solar. Mais tarde, por volta do ano de 1870, o efeito fotovoltaico foi estudado em sólidos, tal como selênio e, por volta de 1880, a primeira célula fotovoltaica foi construída utilizando-se o selênio (BRAGA, 2008, p. 15).

Segundo Alves (2011) existem muitos materiais semicondutores apropriados para a conversão fotovoltaica, entre eles o silício cristalino e o silício amorfo hidrogenado, que são os normalmente usados. A energia solar é proveniente do calor do sol, pode ser utilizada por diferentes meios de tecnologia que podem se encontrar em constante evolução, assim como o processo de aquecimento solar, a energia solar fotovoltaica e a fotossíntese artificial.

Esses tipos de tecnologias podem ser ativos ou passivos, temos como exemplo, o uso de painéis fotovoltaicos e coletores solares térmicos que utilizam a energia solar de maneira ativa. As técnicas passivas utilizam o processo de seleção de materiais como massa térmica favorável ou propriedades translúcidas que buscam encontrar espaço para circularem de forma natural (MACHADO; MIRANDO, 2014).

Compreende-se que a energia solar renovável é obtida através do sol, onde sua captação ocorre através das placas solares que tem como principal função captar a energia luminosa e a transformar em energia elétrica ou térmica. Ressalta-se que esse tipo de energia também pode ser utilizado para produção de energia térmica, utilizando o método de aquecimento solar (BORGES, 2007).

O movimento de translação da Terra em volta do Sol recebe cerca de $1\,420\text{ W/m}^2$ de energia, por conta disso a quantidade de energia recebida pela terra é apenas cerca de 20% da mesma que é absorvida pela atmosfera terrestre que é de 35% refletida pelas nuvens. Toda a energia solar que é absorvida pela atmosfera está presente na luz ultravioleta e na luz visível, onde a mesma é utilizada pelas plantas para realizar o processo de fotossíntese (REIS, 2011). Como mostrar a figura 1 a seguir



Figura 1. Painel de Energia Fotovoltaica

Fonte: Alves (2011)

Segundo Reis (2011) trata-se de apenas uma pequena fragmentação da energia solar que está disponível para utilização. Pode-se definir que o espectro presente na luz solar presente na superfície da Terra é definido apenas por uma gama visível e infravermelha, além de outra gama pequena de radiação ultravioleta.

A absorção da energia solar é feita pela superfície terrestre, oceanos e atmosfera, que lhe proporcionam um aumento da temperatura. Todo o ar quente que contém água evaporada pelos oceanos, busca promover a convecção e circulação da atmosfera. Quando o ar atinge uma altitude elevada, arrefece e o vapor da água se condensa onde se formam nuvens que provocam o processo de precipitação sobre a superfície terrestre, criando assim o chamado ciclo da água. Todo esse calor que fica concentrado durante a condensação da água leva ao processo de formação dos ventos e ciclones (SILVA, 2015).

De acordo com esse processo é que é possível o processo de fotossíntese realizado pelas plantas, onde estas transformam energia solar em energia química, oxigênios e outros compostos minerais presentes durante esse processo. Toda a energia solar que é absorvida pela atmosfera terrestre é de aproximadamente 3.890.00 EJ ao ano. A energia solar serve para ser utilizadas em diferentes formas, como é possível compreender (ALDABÓ, 2002). O efeito fotovoltaico foi descoberto por Edmond Becquerel, em 1839, que implica no surgimento de uma diferença de potencial nos terminais de uma célula eletroquímica causada pela absorção de luz. Em 1876 foi percebido o primeiro aparato fotovoltaico advindo dos estudos da física do estado sólido e, apenas em 1956, iniciou-se a produção industrial, seguindo o crescimento da área eletrônica. (MACHADO, 2014).

Logo a palavra “fotovoltaica” vem do grego *photos*, que significa luz, e de volta, nome do físico italiano Edmond Becquerel, que capta uma solução de um eletrólito com eletrodos de metal, quando exposta à radiação luminosa, tem sua condutividade aumentada. Em 1873, Willoughby Smith descobre a fotocondutividade no selênio sólido. Em 1876, Adams e Day percebem que uma junção de selênio e platina desenvolve o efeito fotovoltaico quando exposta à luz solar (CUNHA, 2006).

2.1 A geração da energia elétrica através dos módulos solares fotovoltaicos

Conforme Reis (2011), partir do século XX, o desenvolvimento da tecnologia dos semicondutores tornou possível o crescimento da indústria fotovoltaico, e sua expansão no mercado mundial foi acelerada com a utilização dessa tecnologia em aplicações aeroespaciais, militares e, posteriormente, para a criação de eletricidade, tanto na forma distribuída como em grandes centrais. Os módulos são compostos por células fotovoltaicas, conforme mostra a figura, e a conversão da radiação solar em energia elétrica são obtidas utilizando-se material semicondutor como elemento transformador, conhecido como célula solar ou célula fotovoltaica (SILVA, 2015).

Segundo Zilles *et al.* (2012), ressaltam que o material semicondutor se transforme em uma célula fotovoltaica, primeira passa por uma etapa de purificação e posteriormente por uma etapa de dopagem. A dopagem ocorre através da adição de traços de certos elementos químicos, tais como boro e fósforo, dosados em quantidades certas, para formar a junção p-n³.

A dopagem eletrônica é o processo de adição de impurezas químicas (comumente boro ou fósforo) em um elemento químico semicondutor puro (germânio ou silício, notadamente este último), com a finalidade de dotá-lo de propriedades de semicondutores. A adição de boro, elemento trivalente, provoca o aparecimento de cargas positivas (ou “lacu-

nas”), enquanto que a adição de fósforo, elemento penta valente, provoca o aparecimento de cargas negativas elétrons livres (CHUCO, 2007). O Brasil possui um bom índice de radiação solar, principalmente no Nordeste, segunda Braga (2008). Tal fator faz com que o país esteja em vantagem com relação aos demais países industrializados no que diz respeito ao uso de energia solar fotovoltaica. O Brasil é o mais avançado país da América do Sul, no que diz respeito ao desenvolvimento das energias renováveis.

Foi o primeiro país do Terceiro Mundo a fabricar comercialmente a célula fotovoltaica, a partir do silício monocristalino, não se limitando à simples montagens de painéis solares. A Fonemat, uma empresa da área de telecomunicações, sediada na cidade de São Paulo, começou a montar módulos fotovoltaicos utilizando células fotovoltaicas importadas da Solarex, com objetivo de atender ao mercado de telecomunicações (BRAGA, 2008, p. 21).

Rella (2017) diz que o Brasil é um dos poucos países que recebem uma “insolação” superior a 3000 horas por ano. Só esse índice já coloca o país em destaque no que diz respeito ao potencial solar. Tendo em vista tais dados, é possível afirmar que, talvez, só haja a falta de incentivo por meio das instituições e governo para que a energia solar se desenvolva no Brasil. Uma parte considerável dos sistemas fotovoltaicos existentes no Brasil foram instalados em decorrência do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) em 1994. Embora o Brasil tenha dado o pontapé ao incentivo de fontes renováveis de energia, a energia fotovoltaica não tem sido contemplada pela legislação. Hoje somente a hidroeletricidade e a biomassa estão contribuindo para o suprimento energético do país (BRAGA, 2008).

A geração de energia através das células fotovoltaicas tornou-se um dos métodos mais difundidos no mundo, como forma de alternativa sustentável para aquisição de energia elétrica. Esse método fez com que a adoção de painéis fotovoltaicos em residências, nas indústrias ou nos comércios que estejam dispostos a aderir essa tecnologia sustentável ficasse mais viável e comum, onde esse tipo de adoção fosse feito com pagamentos direcionados apenas uma parcela para as distribuidoras dessa energia renovável (SALAMONI, 2009).

Justifica-se que o consumo desse tipo de energia não tem ligação diretamente na rede de energia, o que faz com que este possua um menor custo para seus consumidores. Mesmo diante de alegações por conta dos custos dos painéis fotovoltaicos, esse tipo de energia é considerado por vários autores como o mais rentável para o futuro (REIS, 2011). Para Vidal e Vasconcelos (2002) a geração de energia através das células fotovoltaicas ocorre por meio de painéis fotovoltaicos, onde as células fotovoltaicas atuam no processo de capacitação da radiação solar, transformando as células em energia elétrica. Esse método é considerado mais eficaz em relação aos métodos tradicionais, que tem um processo mais lento.

No Brasil mais de 70% da produção de energia vem das hidrelétricas e utiliza a força da água para sua geração. Após o processo de transmissão essa energia é distribuída para as cidades através das chamadas linhas e torres de transmissão de alta tensão. Antes da energia se tornar elétrica, ela se torna energia cinética. Esse tipo de transformação é feito por uma turbina, que consiste na adoção de pás, que são postas para a rotação que recebem a massa de água (PINHO; GALDINO, 2014).

Os impactos ocasionados pela construção das usinas hidrelétricas são debatidos há anos e quase sempre sem êxito. As hidrelétricas causam uma série de impactos negativos principalmente para o meio ambiente. A grande problemática em questão é compreender qual a dimensão real desses impactos e como estes podem ser minimizados, usando essa como fonte de energias renováveis e limpas (SOUZA, 1994). A emissão de gases do

efeito estufa é outra problemática comumente vista nessas áreas, isso ocorre por conta da decomposição das árvores que ficam nas áreas desmatadas para que sejam feitos o enchimento dos reservatórios que propagam a emissão do gás carbônico (MESSENGER; VENTRE, 2010).

Os autores ressaltam também que nessas áreas é comum a liberação de gás metano nas zonas de selecionamento (áreas do fundo do reservatório). Esses reservatórios apresentam a chamada estratificação térmica, que causam a formação de termo clina. Nesse contexto há outra problemática ambiental que é causada pelo excesso de nutrientes na água, principalmente o fosfato e o nitrato que ocasionam um aumento significativo da chamada população de algas e de micro-organismos decompositores na água o diminuem o oxigênio dissolvido (MESSENGER; VENTRE, 2010).

Os impactos ambientais causados pelas usinas hidrelétricas variam de acordo com o processo utilizado para a obtenção de energia. Porém ao longo da vida das usinas, o uso do espaço físico envolvido pode ou não aumentar o que ocasiona uma série de danos ambientais irreversíveis. Os impactos ambientais podem ser minimizados com a ajuda de leis ambientais e da aplicação da gestão ambiental, que visa gerenciar os aspectos positivos e negativos desse tipo de empreendimento no meio ambiente (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011). A rentabilidade de um sistema solar fotovoltaico não é apenas determinada pelo custo de venda do produto, mas pela produtividade da instalação, ou seja, a área e exposição solar, bem como pelo custo do investimento inicial. Dessa forma, pode-se afirmar que a rentabilidade depende de diversos fatores. Nesse caso, há exemplos da quantidade de horas de sol disponíveis anualmente, tendo em vista as condições de implantação dos painéis solares fotovoltaicos e de qualidade dos painéis usados (PINTO *et al.*, 2015).

Embora haja o elevado custo e baixo rendimento no que tange o processo de conversão, os sistemas fotovoltaicos fazem parte do cotidiano do dia-a-dia de qualquer um. Sendo assim, existem dois tipos de aplicações: as aplicações em grande escala e as aplicações em pequena escala, denominada também como micropotência. Hoje, as calculadoras e relógios de pulso tem energia por meio de pequenos painéis instalados. Porém, as aplicações em grande escala são vistas de forma melhor, tendo em vista a rentabilidade e usabilidade (PINTO *et al.*, 2015).

Os painéis solares contribuem ainda de forma pouca para a produção mundial de energia, o que ocorre em ocasião do custo por watt ser cerca de duas vezes maior que o dos combustíveis fósseis. Maria, Coutinho e Gomes (2010) afirmam que o uso mais bem-sucedido de painéis solares é um dos veículos espaciais, incluindo a maioria das naves que orbitam a Terra e Marte, e naves viajando rumo as regiões mais internas do Sistema Solar. E nas regiões mais distantes do Sol, a luz é fraca para causar energia o suficiente e, dessa forma, são usados geradores termoelétricos de radioisótopos.

2.2 Desvantagens da energia solar fotovoltaica

A respeito das vantagens, podemos afirmar que ela não polui durante seu uso, os painéis solares são a cada dia mais potentes e a todo tempo seu custo vem caindo, a energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso e em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território (COOPER; MARTINS JUNIOR, 2013). Sobre as desvantagens do uso da energia eólica, o painel solar consome uma quantidade grande de energia a ser fabricado, tendo em vista que a energia solar pode ser maior que a energia gerada por ele. Outro fator a ser analisado é a questão de os preços serem muito elevados em relação aos meios de energia. (MARIA; COUTINHO;



GOMES, 2010).

O Brasil tem cerca de 70% de suas matrizes energéticas correspondentes a hidroelétricas, onde o país fica dependendo de regimes de chuva para manter seus reservatórios em bons níveis de operação, além das chamadas fontes de backup que tem custos elevados para a geração e constantemente tem seus preços elevados pelo governo. A auto produção de energia ocasiona ao consumidor uma diminuição significativa para os pagamentos de impostos (SOUZA, 1994).

As vantagens da utilização a energia solar fotovoltaica se baseiam na falta de provocação de ruídos, onde a geração de poluição é considerada a menor possível. Esse tipo de vantagem faz com que sua instalação possa ser feita em qualquer residência, sem que os moradores mais próximos sejam prejudicados. A instalação os painéis fotovoltaicos podem ser feitos nos telhados e nas coberturas, eliminando assim as necessidades de comprometimento de outras áreas para a instalação destes. Porém há uma necessidade de ser feito um prévio estudo sobre o posicionamento dos módulos fotovoltaicos nos telhados para que se compreenda em qual posicionamento a geração dos sistemas possui mais eficiência (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011). Para Alvarenga (2001) a instalação dos sistemas fotovoltaicos é simples e rápida, se comparada às demais. Grande parte dos módulos e o dos inversores se adequam facilmente as telhados e paredes já existentes nos módulos, sem que haja a necessidade de uma estrutura adicional. Os quadros com dispositivos de proteção geralmente devem ser fixados próximos aos inversores.

O autor destaca que mesmo com a proteção UV é necessário que se faça a proteção dos equipamentos por eletrodutos rígidos, que são fáceis de instalação e o curso não costuma ser elevado. Sempre que instalados é necessário que sejam testados mais de uma vez, para que se comprove o funcionamento (ALVARENGA, 2001). O baixo custo de manutenção também é considerado vantajoso para a aquisição desse tipo de energia. Para se compreender os módulos podem ser lavados com água corrente a cada seis meses. Porém o processo de instalação dos módulos já faz com que este tenha sua limpeza feita com ajuda da chuva. A instalação de inversores em locais cuja proteção e a utilização de eletrodutos rígidas ajudam no processo de diminuição precoce dos componentes (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

A vida útil dos sistemas fotovoltaicos costuma gerar em torno de 25 anos em grande maioria dos casos, o retorno desse tipo de investimento ocorre entre 3 a 7 anos. Essa variação ocorre por diversos fatores, como por exemplo, o local onde este é instalado, já o processo do retorno do investimento dependerá exclusivamente da tarifa da energia e do potencial solar gerado do local (PEREIRA, 2011). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2005) aponta que a energia solar pode ser utilizada diretamente para iluminação, aquecimento de fluidos e ambientes, bem como geração de potência mecânica ou elétrica como fonte de energia térmica. Dessa forma, a energia solar pode ser transformada em energia elétrica por meio de efeitos sobre os materiais.

2.3 O sistema fotovoltaico

A energia solar fotovoltaica é aquela cuja energia é tida da conversão direta da luz do sol, transformando-a em eletricidade. É tido em decorrência de um efeito nomeado de fotovoltaico que consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nas pontas de material semicondutor, produzida por meio da absorção da luz. Nesse sentido, a célula fotovoltaica é de suma importância nesse processo. Podemos observar um exemplo na figura 2 a seguir:

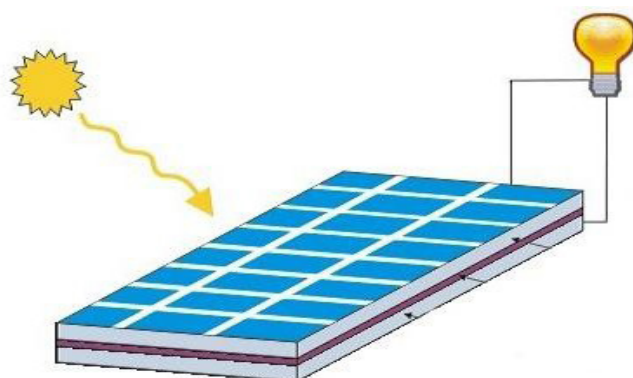


Figura 2. Energia Solar Fotovoltaica

Fonte: Lima (2011)

Vários estudos apontam que os imóveis dos sistemas fotovoltaicos são mais atrativos para o mercado, por se tratar de soluções econômicas e sustentáveis. Após o período de retorno do investimento, toda a energia solar gerada pelo sistema fotovoltaico, pode ser considerada lucro para o investidor (REIS, 2011).

A rentabilidade de um sistema solar fotovoltaico não é apenas determinada pelo custo de venda do produto, mas pela produtividade da instalação, ou seja, a área e exposição solar, bem como pelo custo do investimento inicial. Dessa forma, pode-se afirmar que a rentabilidade depende de diversos fatores. Nesse caso, há exemplos da quantidade de horas de sol disponíveis anualmente, tendo em vista as condições de implantação dos painéis solares fotovoltaicos e de qualidade dos painéis usados (PINTO *et al.*, 2015).

Em decorrência do aumento populacional e do consumo em alta escala de energia no mundo, associado à natureza de forma não permanente quando falamos dos combustíveis fósseis e a poluição gerada por sua queima o modelo energético começou a ser questionado. É nesse contexto que a procura por um modelo baseado no desenvolvimento sustentável, com prazo estendido motivou o investimento por formas de energias mais limpas e renováveis que suprissem as necessidades energéticas e não alterassem as condições de vida do planeta. A inserção da energia solar fotovoltaica nessa situação acontece por ser uma energia suficiente para o suprimento da necessidade da população, além de possuir mais vantagens sobre as tradicionais fontes de geração de energia elétrica.

Essa propagação de fontes alternativas de energia, inclusive a energia solar fotovoltaica, com o passar dos anos se fez cada vez mais necessária, se levarmos em consideração que a energia atual é feita como vetor na preservação do equilíbrio ambiental e ser um agente disseminador da inclusão social. Embora seja considerada mais cara, em relação as demais fontes de energia a energia solar fotovoltaica possuem um elevado grau de confiabilidade e alta flexibilidade, que pode chegar aos locais mais remotos onde as redes convencionais ainda não tiveram acesso.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da elaboração deste estudo, foi possível compreender que no Brasil a principal fonte de energia elétrica ocorre por meio das hidroelétricas, porém essas sofrem com as secas e ocasionam uma série de escassez dos recursos hídricos. Dessa forma surge a necessidade de fontes alternativas para suprir o consumo energético nacional, onde se encaixa a uso da energia solar fotovoltaica. Outro fator predominante está no uso das usinas térmicas, que possui um alto custo para os consumidores, o que cria uma necessidade

de investimento em fontes alternativas.

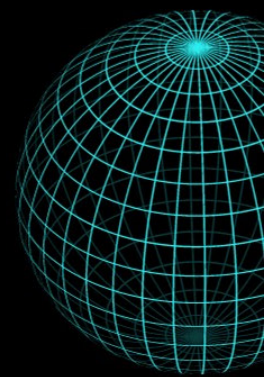
Nota-se a relevância de apoio e investimento intensivo para investir no aumento da eficiência das células como soluções energéticas de geração autônoma que possam chegar a populações mais isoladas, como as solares fotovoltaicas que são armazenadas através de baterias e que podem possibilitar o acesso à energia elétrica e a toda a população. É necessário ressaltar que essa carência energética ocorre principalmente por conta do baixo investimento do governo e das localizações geográficas que ainda são consideradas complexas.

Pretendeu-se com esse estudo responder a respeito à importância da energia fotovoltaica para a matriz energética nacional. Para isso, identificou-se a importância do uso de energia por radiação solar fotovoltaico para provimento de eletricidade, estudou-se a energia solar fotovoltaica, além de descrever os painéis fotovoltaicos e o sistema de geração de energia fotovoltaica e suas vantagens e desvantagens. Afirma-se que ainda há muito a ser estudado sobre a temática, graças à atualidade do assunto e relevância para a sociedade contemporânea, que tanto busca soluções sustentáveis e econômicas para sua geração.

Referências

- ALDABÓ, R. **Energia Solar**. São Paulo: Artliber Editora, 2002. ALVARENGA, Carlos Alberto. **Energia solar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.
- ALMEIDA, Eliane et al. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**. Disponível em: www.fumec.br/revistas/eol/article/%20download%20/3574/1911. Acesso em: 10 nov. 2022.
- AMBIENTE BRASIL. **Histórico das Células Fotovoltaicas e a Evolução da Utilização de Energia Solar**. 2019.
- BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: .Acesso em: 10 abr. 2022.
- CHUCO, Braulio. **Otimização da potência de operação em sistema isolado fotovoltaico usando técnicas de inteligência artificial**. Dissertação; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007.
- COOPER, Ellison; MARTINS JUNIOR, WellyngtonMoralles. **Aplicação de painéis solares fotovoltaicos como fonte geradora complementar de energia elétrica em residências**. 2013.
- MACHADO, C.; MIRANDA, F. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma breve revisão**. *Revista virtual de química*. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1, p. 126-143, 14, out. 2014. Disponível em: <http://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- MARIA, Caroline; COUTINHO, Diego Barreto; GOMES, Vinicius Alves. **A utilização de painéis solares como forma de produzir energia limpa e renovável**. *Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense*, v. 1, p.263-266, 2010.
- MESSINGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2010
- PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2011.
- PINTO, Carlos et al. **Energia Solar**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- REIS, Lineu Bélico dos. **Geração de energia elétrica 2.ed. rev. e atual.**—Barueri, SP: Manole, 2011.
- SILVA, R. M. **Energia Solar: dos incentivos aos desafios**. Texto para discussão nº 166. Brasília. Senado Federal, 2015.
- SOUZA, Antônio W. Albino. **Fundamentos da teoria de energia solar e seu uso**. Belo Horizonte: Editora da Fundação Brasileira de Direito Econômico, 1994.
- VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2012.

26

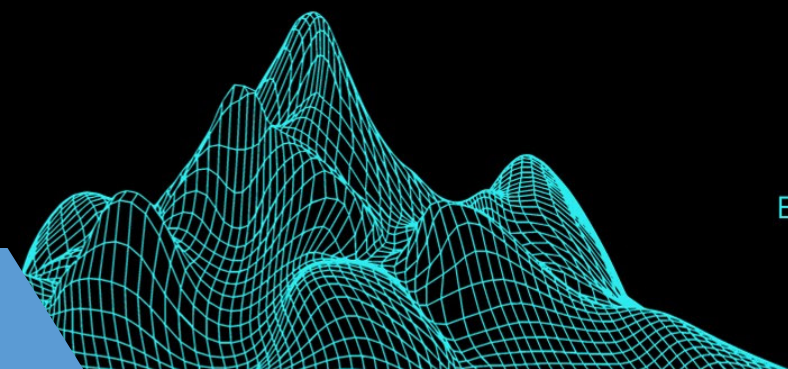


A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA *ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC LIGHTING*

Jonathan Vigilato de Souza¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²
Lilian Barros Santiago²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Neste trabalho a pesquisa abordou a importância da iluminação pública, uma das responsáveis pelo crescimento de consumo de energia elétrica e, a relação das tecnologias aplicadas a sistemas de iluminação pública, que possibilita eficiência energética por meio substituição de luminárias antigas por luminárias com alta tecnologia como as de LED. O presente estudo apresentou como objetivo geral mostrar as vantagens do uso das tecnologias avançadas aplicadas aos sistemas de iluminação pública e metodologias utilizadas para economia de energia no sistema de iluminação pública. Para isso, utilizou-se a metodologia da pesquisa bibliográfica. Como resultado da análise teórica: observação, estudos e reflexões foi possível compreender e reconhecer a vital importância dos conceitos de eficiência energética na iluminação pública e normas cabíveis na utilização desses meios para benefício da sociedade. Pensa-se na relevância da iluminação pública no que diz respeito a importância do uso racional de energia. Conclui-se que o consumo das lâmpadas de LEDs é extremamente menor do que as lâmpadas de vapor de sódio tornando-se viável financeiramente.

Palavras-chave: LED. Lâmpadas. Energia. Tecnologias. Sistemas.

Abstract

This research addressed the importance of public lighting, one of the factors responsible for the growth in electricity consumption, and the relationship of technologies applied to public lighting systems, which enables energy efficiency by replacing old light fixtures with high-tech lighting fixtures such as those of LED. The present study had the general objective of showing the advantages of using advanced technologies applied to public lighting systems and methodologies used to save energy in the public lighting system. For this, the methodology of bibliographical research was used. As a result of the theoretical analysis: observation, studies and reflections, it was possible to understand and recognize the vital importance of energy efficiency concepts in public lighting and applicable standards in the use of these means for the benefit of society. One thinks about the relevance of public lighting with regard to the importance of the rational use of energy. It is concluded that the consumption of LED lamps is extremely lower than that of sodium vapor lamps, making it financially viable.

Keywords: LED. Lamps. Energy. Technologies. Systems.

1. INTRODUÇÃO

A questão energética nos últimos anos gera debates sobre o consumo e os recursos naturais que podem ser explorados utilizando quantidades suficientes para suprir as necessidades da indústria e da sociedade. Com isso, o avanço das tecnologias aplicados a sistemas de iluminação pública, possibilitou a maior eficiência energética nesses sistemas com foco na substituição de luminárias antigas por luminárias com alta tecnologia.

A pesquisa justificou-se pela importância da iluminação pública, onde é uma das responsáveis pelo crescimento de consumo de energia elétrica com 3% de utilização nesse setor, entre os anos 2000 à 2011, possui a taxa média de 55% do seu uso obtendo assim a taxa anual de crescimento de 5,1% comparados em meados dos anos 2000 a 2019.

Com o avanço das tecnologias aplicados a sistemas de iluminação pública, possibilitou a maior eficiência energética nesses sistemas focando na substituição de luminárias antigas por luminárias com alta tecnologia como as luminárias de LED que são usadas em horários de baixo fluxo de movimento nas vias, economizando assim, os sistemas e operando com 100% de sua capacidade.

Com avanço das tecnologias aplicadas aos sistemas de iluminação pública pode-se observar um leque de possibilidades que resultam em maior eficiência energética. O problema desta pesquisa consistiu em responder: Quais são as atuais condições do sistema de iluminação pública e como os novos sistemas podem trazer uma viabilidade econômica com uma maior eficiência energética?

O principal objetivo dessa pesquisa buscou conceituar as vantagens do uso das tecnologias avançadas aplicadas aos sistemas de iluminação pública e metodologias utilizadas para economia de energia no sistema de iluminação pública. Os objetivos específicos foram de conceituar o surgimento da iluminação pública de modo a compreender como funciona a uso da iluminação e o suprimento de energia; explicar as principais vantagens e desvantagens no emprego de tecnologias no sistema de iluminação e os projetos voltados para eficiência energética para a redução de custos; descrever sobre como os programas de conservação de energia são usados e identificar os meios de seguranças utilizados para a conservação de energia elétrica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma revisão bibliográfica, no qual foi consultado livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), Google Acadêmico, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) em bases eletrônicas onde são abordados os conceitos de eficiência energética na iluminação pública e normas cabíveis na utilização desses meios. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. A pesquisa caracteriza-se como descritiva e qualitativa. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Iluminação Pública, Segurança, Eficiência Energética. Os critérios de exclusão foram estudos transversais, resumos, publicações com data de publicação fora do estipulado para a pesquisa, os repetidos e aqueles que não continham em seu conteúdo dados condizentes com a temática. A partir da revisão sistemática descrita, pode-se observar que nos períodos de 9 anos a partir de 2010, os seguintes resultados fo-



ram obtidos: Leitura exploratória: Relatos encontrados nas bases entre 2010 a 2019; Leitura seletiva: De 16 relatos, 5 são seletivos entre os períodos de 2012 à 2019. Leitura analítica: 5 são avaliados e eleitos como melhor forma de aprofundamento cognitivo da obra do autor; Leitura interpretativa: 10 estudos incluídos em síntese descrita e qualitativa.

A iluminação pública é o serviço público que tem por objetivo prover de claridade os logradouros, de forma periódica, contínua ou eventual. A NBR 5101:2012 especifica que o objetivo da iluminação pública é proporcionar visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres, de forma rápida, precisa e confortável (ANEEL, 2010).

O sistema de iluminação pública utilizado atualmente perdura desde 1960, período no qual as lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio passaram a iluminar as cidades brasileiras. Esta iluminação é caracterizada por elevada necessidade de manutenção (AGUERA, 2015).

A luminária de vapor de mercúrio apresentou valores de pico de corrente e de potência em seu momento inicial de trabalho até que seu fluxo luminoso fosse estabilizado, enquanto a luminária de LED apresentou valores constantes desde seu início de trabalho, incorrendo em menor consumo de energia (CLEMENTE, 2018).

Ao longo das décadas, foram implementados vários programas de eficiência energética no Brasil, sendo um dos principais, o Programa de Eficiência Energética (PEE) (MME, 2018). Atualmente há programas governamentais que buscam a eficiência dos sistemas de iluminação pública do país, com o objetivo de reduzir o consumo e o desperdício de energia elétrica e, por consequência, o valor pago na conta de luz. Essa conta é paga por meio de taxas, contribuição para custeio do serviço de iluminação pública COSIP (KRUGER; RAMOS, 2016).

Estabelecido a partir da Lei no 9.991/2000, o Programa de Eficiência Energética (PEE) tem o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica da melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia (MME, 2018).

No ano 2000 foi criado o subprograma PROCEL Reluz que atua para promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública e sinalização semafórica, bem como a valorização noturna dos espaços públicos urbanos, contribuindo para reduzir o consumo de energia elétrica, melhorar as condições de segurança nas vias públicas (ELETROBRAS, 2018).

Segundo o autor Chaves e Tosta (2016), os investimentos em métodos capazes de prover energia de forma mais eficiente foram valorizados, permitindo uma redução da demanda e dos gastos com energia, assim como permitiu a viabilidade econômica de projetos de uso eficiente de energia.

A iluminação pública corresponde a aproximadamente 4,5% da demanda nacional e a 3,0% do consumo total de energia elétrica do país, ou seja, o equivalente a uma demanda de 2,2 Gw/med e um consumo de 9,7 bilhões de kWh/ano (PROCEL RELUZ, 2022). Para a Iluminação pública, o PNEF aborda a necessidade de maior aplicação do Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficiente (Procel Reluz), o qual tem como objetivo implementar medidas de eficiência energética em sistemas de iluminação públicas diversas (ELETROBRAS, 2018).

O princípio da eficiência direciona a administração pública, o qual pretende tornar a máquina pública mais econômica e menos ineficaz, utilizando meios mais eficientes e sem desperdícios de recursos. No entanto, Apesar do crescimento da melhoria da eficiência energética nos sistemas de iluminação pública, existem entraves que impedem um

maior avanço dessas ações. Sendo uma delas a legislação quanto à responsabilidade dos envolvidos, concessionárias e municípios (KRUGER; RAMOS, 2016).

No entender do autor Santos (2015), o uso eficiente da energia faz-se necessário, tal como equipamentos mais eficientes, como lâmpadas e luminárias. Se em casa é possível economizar tanto com a troca pelas lâmpadas eficientes, como foi feito durante o racionamento em 2001 no Brasil, conhecido como o “Apagão”, o qual a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas chegou a 80% de economia.

2.2 Principais Recursos de Iluminação Pública

O sistema de iluminação pública utilizado atualmente perdura desde 1960, período no qual as lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio passaram a iluminar as cidades brasileiras. Esta iluminação é caracterizada por elevada necessidade de manutenção (AGUERA, 2015). A luminária de vapor de mercúrio apresentou valores de pico de corrente e de potência em seu momento inicial de trabalho até que seu fluxo luminoso fosse estabilizado, enquanto a luminária de LED apresentou valores constantes desde seu início de trabalho, incorrendo em menor consumo de energia (CLEMENTE, 2018).

De acordo com Carli *et al.* (2016), as relações das lâmpadas, os diferentes tipos utilizados na iluminação pública ao redor do mundo são as lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (HPSV), as lâmpadas de iodetos metálicos (MH), as lâmpadas de vapor de mercúrio (MV) e as lâmpadas de diodos emissores de luz (LED).

O *retrofit* é uma das formas mais comuns de promover a redução no consumo de energia com a iluminação pública. E consiste em realizar alterações ou reformas nos sistemas consumidores de energia elétrica (RODRIGUES, 2017). Com o avanço da tecnologia LED e impulsionado pela Lei N° 13.280/2016, o Procel Reluz, atualmente tem como foco a promoção da iluminação pública a LED (ELETROBRAS, 2018).

Programa de Eficiência Energética (PEE) na iluminação pública é executado pelas distribuidoras de eletricidade e coordenado pela ANEEL, com a finalidade apoiar as prefeituras municipais na melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação pública (MME, 2018). De toda a energia elétrica produzida no Brasil, cerca de 4% são destinadas à iluminação pública, o que a torna uma área bastante importante no setor elétrico nacional, sendo alvo de estudos de eficiência energética (RODRIGUES, 2017). Para Chaves e Tosta (2016) o resultado, foi verificado que, além da diminuição do consumo de energia elétrica, pelo fato de o sistema em LED demandar menos potência, também é possível concluir que há um alívio do sistema em horário de ponta, diminuindo os custos dessa componente.

O LED (*Light Emitting Diode*) é uma tecnologia que cresce em larga escala nos últimos anos, é considerada promissora na iluminação pública pela sua baixa potência, diversidade de utilização e combinação para formar painéis devido as suas dimensões reduzidas, possui vida útil maior que as lâmpadas convencionais e tem uma excelente saturação de cor (VARELLA *et al.*, 2019).

Para Aguera (2015), a eficiência energética desse estudo, com relação ao consumo de energia ativa e demanda de potência ativa, as luminárias LED apontaram um potencial em torno de 40% menor que a potência demandada pelas lâmpadas de VSAP e aproximadamente 62% menor que as lâmpadas a VM, ou seja, houve uma significativa redução da demanda energética.

Como a potência demandada pelas luminárias LED é menor do que as lâmpadas de alta pressão, no trecho estudado obteve-se uma economia de consumo de energia ativa

estimada em 6,3 MWh por mês, ou 75,6 MWh por ano, caso sejam comparadas com as lâmpadas a VSAP e 16,13 MWh por mês, ou 193,56 MWh por ano quando comparada com as de VM (MME, 2018).

O Brasil ainda está aquém de muitos países desenvolvidos, como Estados Unidos e membros da União Europeia, em formulação de políticas públicas de eficiência energética. Tais países podem ser usados como referência para definição de legislações brasileiras futuras. Entre as iniciativas nacionais de incentivo ao uso de medidas de eficiência energética (COPEL, 2018).

Portando, a partir dos trabalhos analisados, foram cruzados dados de cada tipo de artigo e pode-se analisar que a eficácia luminosa quanto o fluxo definido nas condições fotópica e escotópica. Conforme mostra no Quadro 1 as condições fotópica e escotópica para alguns tipos de fonte de luz possui formas diferentes.

Quadro 1. Eficácia luminosa para condições fotópica e escotópica de diferentes fontes luminosas.

FONTE DE LUZ	CONDIÇÃO FOTÓPICA	CONDIÇÃO ESCOTÓPICA
Incandescente	14,7 lm/W	20,3 lm/W
Fluorescente (3500K)	84,9 lm/W	115,9 lm/W
Sódio em Alta Pressão	126,9 lm/W	80,5 lm/W
Sódio em Baixa Pressão	180,0 lm/W	40,8 lm/W
Mercúrio em Alta Pressão	52,3 lm/W	66,8 lm/W
Multi-Vapores Metálicos	107,0 lm/W	181,0 lm/W
LED (<i>cool White</i>)	93,3 lm/W	156,0 lm/W

Fonte: RODRIGUES (2010)

Para alguns tipos de fonte de luz deve ser considerado o nível de iluminamento a relação lm/W. Percebe-se que a LED possui condição fotópica em relação a melhor luminosidade à resposta do olho humano quanto à luz em relação ao dia, porém sua eficácia é maior em comparação a fluorescente a noite, pois, LED descreve a resposta do olho à luz em níveis extremamente baixos durante a noite, e traz assim, maior durabilidade e economia com seu uso.

A utilização de luminárias de LED na iluminação pública é levada em conta pois a iluminância média, consumo IRC e sua vida útil são fatores que trazem grande relevância em relação a outras condições de iluminação. O IRC é o índice que mede a luz artificial e sua capacidade de reproduzir as cores de objetos e superfícies com maior fidelidade (LOPES, 2014).

Observa-se que o potencial de economia do LED produz sua luminosidade, basicamente, através da liberação de fótons provocada quando uma corrente elétrica flui através deste componente (SANTOS, 2015). O LED não precisa de ignitor para acender e a distorção é pequena Harmônicos na rede durante a ignição. Na Figura 1 possui apresenta-se a representação de luminária de LED para iluminação Pública, na qual se verifica ser mais compacta que as luminárias de ignição (LOPES, 2014).



Figura 1. Luminária LED para iluminação pública

Fonte: JI iluminação (2023)

As luminárias em LED são a melhor opções voltadas para iluminação pública por possibilitarem economia de até 70% e durabilidade. A tecnologia LED se democratizou em termos de preço. De cinco anos para cá, o preço caiu mais ou menos à metade, mesmo assim a iluminação pública no Brasil inteiro não passa de 5% do parque de iluminação. De acordo com a Agência Internacional de Energia expõe que o consumo de energia com iluminação é responsável por 19% de toda a energia elétrica gerada no mundo. E que 86% dos brasileiros vivem em áreas urbanas, ou seja, consomem iluminação pública (ALIX, 2020).

2.2.1 Iluminação Pública de Comando Individual e Secundária

O ponto de entrega é a conexão entre o sistema IP e a rede secundária, nesse caso, um comando separado é emitido conectando ao relé fotoelétrico à rede distribuição secundária. No controle individual da luminária, do ponto de luz e de todos os seus o dispositivo conectado diretamente a 4 cabos, 3 fases e um fio neutro, que alimenta a casa e o fotoelétrico que está sempre energizado (CLEMENTE, 2018).

A função do relé fotoelétrico é cortar automaticamente o fornecimento de energia para a fonte de alimentação. Um ponto de luz ao amanhecer, na presença de um nível de luz predeterminado, restaurar a energia, ligar as luzes públicas ao entardecer é a classe predeterminada conforme definido pela Norma ABNT NBR5123 (ANEEL, 2010).

Portanto, nos casos de controle pessoal, a responsabilidade por bens da eletricidade é construída de acordo com os seguintes parâmetros: Da rede secundária à subestação, responsabilidade de ativos distribuidor de energia desde a ligação à lâmpada, o ativo consiste em Municípios, incluindo ligações (MME, 2018).

O controle individual da iluminação pública através de relés fotoelétrico ou fotoeletrônico, atualmente utilizado em projetos de extensão devido a sua economia, pois é necessário apenas um relé para instalação, e se este relé falhar, apenas uma luz se apagará (SANTOS, 2015).

Apesar da baixa aplicação de projetos de IP utilizando LED, uma pesquisa realizada, em maio de 2015, que incluiu uma amostra de mais de 300 municípios de todos os estados do Brasil, demonstrou que a aplicação da tecnologia LED na iluminação pública é conhecida por 84,1% dos municípios brasileiros (ELETROBRAS, 2018).

A eficiência de luz das lâmpadas LED é maior do que em comparação com a fluorescência. Por exemplo, uma lâmpada com fluxo luminoso de uma lâmpada fluorescente de 20 W é 1200 lm, neste caso a eficiência luminosa é de 60 lm/W. Por outro lado, as lâmpadas que utilizam as LEDs possuem potência 6 W, fluxo luminoso 500 lm e saída de luz 83 lm/W (LOPES, 2014).

Existem algumas desvantagens da iluminação do tipo LED, pois é uma tecnologia relativamente nova no mercado, no entanto, têm custos mais elevados em comparação outras tecnologias; os LEDs requerem uma série de elementos equipamentos auxiliares, como controlador, elemento de resfriamento, óptica, controle e software (LOPES, 2014).

À eficiência energética desse estudo, com relação ao consumo de energia ativa e demanda de potência ativa, as luminárias LED apontaram um potencial em torno de 40% menor que a potência demandada pelas lâmpadas de VSAP e aproximadamente 62% menor que as lâmpadas a VM, ou seja, houve uma significativa redução da demanda energética (CLEMENTE, 2018). O LED precisa de energia precaução de mudança contínua estável e contínua comprimento de onda. A corrente alternada, que vem da rede normal, é convertida para corrente contínua pelo driver (LOPES, 2014).

A demanda das luminárias tipo LED é aproximadamente 40% menor que a potência demandada pelas luminárias a VSAP e 62% menor que a potência demandada pelas luminárias a VM (VARELLA et al., 2019). Há uma considerável redução na demanda de energia elétrica sem que ocorra perda da qualidade da iluminação, aferida pelo nível de iluminância quando usada as luminárias de LED (PROCEL RELUZ, 2022).

O LED oferece vantagens absolutas de desempenho quando comparado às demais tecnologias de iluminação, como: Eficiência energética, economia de custos, controlabilidade, segurança, durabilidade (U.S. DOE, 2012a). Para eficiência energética a LED produz mais luz (lúmens) por watt consumido, levando à economia de energia de 50% a 80% em comparação a tecnologias tradicionais, resultando em redução de custo e de emissões de carbono. Nas lâmpadas incandescentes, mais de 90% da energia elétrica é desperdiçada em forma de calor (radiação infravermelha) (U.S. DOE, 2012a).

Destacando-se, que adicionalmente, obteve-se também uma melhoria significativa do índice de reprodução de cores pois as lâmpadas LED possuem IRC superior as demais. O maior valor de eficiência luminosa para LED, encontrado nesta pesquisa, foi de 113,7 lm/W. No entanto, valores baixos também foram encontrados, inclusive abaixo da eficiência média encontrada para lâmpadas fluorescentes (KRUGER; RAMOS, 2016).

Logo, uma das soluções mais práticas na busca da eficiência energética descrita na literatura é a modernização de iluminação pública. Como visto nos tópicos anteriores, a troca das lâmpadas de vapor metálico por LED é a principal estratégia das instituições para promover o não desperdício.

Portanto, é possível compreender que a eficiência energética consiste em obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor gasto de energia, aplicando ações variadas com o intuito de reduzir o desperdício, que é a diferença entre a quantidade produzida e a que realmente é usada e necessária para uma determinada atividade.

3. CONCLUSÃO

Conforme descrito ao longo deste artigo, ressaltou-se a importância do uso racional de energia. A partir da pesquisa realizada, pode-se concluir que o consumo das lâmpadas de LEDs é extremamente menor do que as lâmpadas de vapor de sódio, entretanto, nos dias atuais, a principal desvantagem do LED é o custo elevado no início da implantação, mas com o avançar do tempo, torna-se viável financeiramente.

Sendo assim, o LED viabiliza a redução no horário de ponta superior às tradicionais lâmpadas de vapor de sódio, potencializando os benefícios para a sociedade e para o setor elétrico. Entre outros aspectos, pode-se compreender questões de incremento da se-

gurança operacional do sistema, e redução das tarifas ao consumidor, assim como redução de poluentes, incentivo ao desenvolvimento de tecnologia, inovação e fabricação dos componentes (*led* e luminária) em território nacional. Além disso, a eficiência energética é totalmente relacionada a qualidade de vida e segurança, pois a iluminação influencia diretamente no aquecimento da economia por proporcionar atividades em horários que antes as pessoas estariam dentro de suas casas.

Como trabalhos futuros pode-se pesquisar mais a fundo sobre os Programas de Eficiência Energética, objeto de investimento pelas distribuidoras de energia elétrica. E investigar sistematicamente os projetos de iluminações que garantem condições técnicas e econômicas básicas para a iluminação de vias e praças públicas.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa Nº 414**, de 9 de set de 2010.
- AGUERA, Roger Saraiva. **Cenário brasileiro da iluminação pública. Trabalho de Conclusão do Curso de Eng. Elétrica e Computação**, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil, 2015. Disponível em: www.tcc.sc.usp.br/tce.disponiveis.publico.Aguera_Roger_Saraivatcc. Acesso em: 25 mar. 2023.
- ALIX, Kevin. **Eficiência da iluminação pública gera economia de até 70%**. Disponível em: www.alemdaenergia.engie.com.br. Acesso em: 27 mar. 2023.
- CARLI, Raffaele et al. Bi-level programming for the strategic energy management of a smart city. **In: 2016 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS)**. IEEE, 2016. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7504820>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- CHAVES, G. L. D.; TOSTA, M. C. R. Gestão de sistemas de energia. **Curitiba: CRV**, 2016.
- CLEMENTE, Alisson Carlos et al. Gerenciamento de iluminação pública. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 5, p. 107-147, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/ferre/Downloads/45313-Texto%20do%20Artigo-186777-2-10-20220506.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Tipos de Lâmpadas**. 2018. Disponível em: <https://www.copel.com>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- ELETOBRAS. **“Resultados PROCEL 2018. Ano base 2017.”** Disponível em: <http://www.Procel2022.procelinfo.com.br>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- KRUGER, Cristiane; RAMOS, Lucas Feksa. Iluminação pública e efficientização energética. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 16, n. 185, p. 37-49, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3631/2/SandersonAMGSO_ART.pdf. Acesso em: 04 mai. 2023.
- LOPES, L. B. Uma avaliação da tecnologia LED na Iluminação Pública. **Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Elétrica**, Rio de Janeiro – RJ. Fev. 2014. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/113dbedf19756629a2a632db03c13e8f.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- MME - Ministério de Minas e Energia. **Iluminação pública municipal: Programas e políticas públicas**. 2018. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/Livreto+Ilumina%C3%A7%C3%A3o+P%C3%BAblica_2018_02_19.pdf/b47c5c44-eebd-4556-ab10-53a1bbbba1a42. Acesso em: 10 abr. 2023.
- PROCEL RELUZ. Eletrobrás. **Iluminação Pública no Brasil**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br>. Acesso em: 23 out. 2022.
- RODRIGUES, Cláudio RBS et al. Um estudo comparativo de sistemas de iluminação pública: Estado sólido e lâmpadas de vapor de sódio em alta pressão. **In: 2010 9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications-INDUSCON 2010**. IEEE, 2010. p. 1-6. Disponível em: https://www.ufjf.br/nimo/files/2008/10/induscon2010_nimo.pdf. Acesso em: 23 out. 2022.
- RODRIGUES, Fernando. **Eficiência energética aplicada em sistemas de iluminação pública–estudo de caso na cidade de Garopaba–SC**. 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12208/tcce_eeapp_ead_2017_rodrigues_fernando.pdf?s. Acesso em: 10 abr. 2023.
- SANTOS, T. S. dos. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**. São Paulo: 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/gZgg9y4kV5RrgK8Mv6J9YNh/?for>

mat=html&lang=pt. Acesso em: 10 abr. 2023.

U.S. DOE – U.S. **DEPARTMENT OF ENERGY. Using LEDs to their Best Advantage**, 2012a. Disponível em: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led_advantage.pdf. Acesso em: 2 jul. 2022.

VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins et al. Eficiência energética em iluminação pública na UFERSA. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 1, n. 1, p. 223-234, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/ferre/Downloads/159753,+10204-+Texto+do+Artigo.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.



27

SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA E OS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

*ELECTRIC POWER SYSTEMS AND ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SERVICES IN
BRAZIL*

Elberth Felipe Araújo Lindozo¹

¹ Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente estudo propõe discutir a qualidade de energia elétrica fornecida pelas concessionárias no Brasil para seus devidos consumidores, compreendendo que esta discussão é pertinente na contemporaneidade, tendo em vista que a péssima qualidade de energia elétrica ocasiona distúrbios que afetam, sobretudo, equipamentos eletrônicos e causam a falha total destes, acarretando problemáticas e/ou prejuízos à população. Nesse sentido, as distribuidoras de energia têm o papel de fornecer energia elétrica de boa qualidade aos consumidores e devem estar se adequando de forma contínua em estruturar-se tecnologicamente, objetivando assim, minimizar distúrbios e falhas pertinentes. Deste modo, a pesquisa em questão, seguiu os princípios de uma revisão bibliográfica de cunho qualitativo a partir de artigos e dissertações publicados na base de dados da *Scientific Electronic Library Online* – SCIELO e Google Acadêmico, datados de 2015 a 2021, com os seguintes descritores: energia, qualidade, distribuição, a fim de levantar informações e literaturas referentes à temática. Constatou-se no estudo que, os avanços nas concessionárias em distribuir e fornecer energia elétrica aos consumidores, tem contribuído para a redução de problemáticas e prejuízos aos seus clientes. Contudo, é imprescindível que esse avanço alcance toda a população.

Palavras-chave: Sistemas Elétricos de Potência. Energia Elétrica. Brasil.

Abstract

The present study proposes to discuss the quality of electric energy supplied by the concessionaires in Brazil to their appropriate consumers, understanding that this discussion is relevant in contemporary times, considering that the poor quality of electric energy causes disturbances that affect, above all, electronic equipment and cause their total failure, resulting in problems and/or damage to the population. In this sense, energy distributors have the role of providing good quality electricity to consumers and must be adapting continuously in structuring themselves technologically, thus aiming to minimize relevant disturbances and failures. Thus, the research in question followed the principles of a qualitative bibliographic review based on articles and dissertations published in the Scientific Electronic Library Online database - SCIELO and Google Scholar, dated from 2015 to 2021, with the following descriptors : energy, quality, distribution, in order to gather information and literature related to the theme. It was verified in the study that the advances in the concessionaires in distributing and supplying electric energy to the consumers, has contributed for the reduction of problems and damages to its clients. However, it is essential that this advance reaches the entire population.

Keywords: Electrical Power Systems. Electricity. Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da procura de energia elétrica pelos consumidores (sejam residenciais, comerciais e industriais), as concessionárias que distribuem a energia vêm cada dia mais procurando fornecer uma energia de boa qualidade. A concessionária de energia elétrica é responsável em manter a qualidade de energia nos níveis descritos em norma até o quadro de medição do consumidor, e o consumidor é responsável em manter os padrões exigidos por norma dentro de sua instalação.

A péssima qualidade de energia elétrica ocasiona distúrbios que afetam, sobretudo, equipamentos eletrônicos e causam a falha total destes. Os distúrbios elétricos, causadores de baixa qualidade de energia elétrica, podem gerar perdas consideráveis aos consumidores, sendo as indústrias as mais afetadas, uma vez que tais distúrbios podem causar o funcionamento incorreto e em alguns casos a queima dos equipamentos conectados à rede elétrica e, conseqüentemente, interromper um processo de produção da empresa.

Vivemos em tempos no qual a energia elétrica é imprescindível para a sobrevivência e desenvolvimento da sociedade. O funcionamento de indústrias, hospitais, bancos e escolas só se torna possível com a presença da energia elétrica. Portanto percebe-se que esta proporciona o conforto, segurança e lazer para a sociedade, tornando-se impossível imaginar a vida moderna sem a eletricidade (GOMES; VIEIRA, 2019).

As principais falhas em um Sistema Elétrico de Potência (SEP) são curtos-circuitos, sobrecargas, sub e sobretensão, sendo causadas, na maioria das vezes, por fenômenos naturais, falhas em materiais e equipamentos e falhas humanas. Na maioria das vezes, as interrupções têm origem nas linhas de transmissão, rede de distribuição, barramento de subestações, transformador de potência e gerador. Portanto, é de extrema importância que se tenha uma proteção bem projetada e dimensionada.

Deste modo, as distribuidoras de energia têm o papel de fornecer energia elétrica de boa qualidade aos consumidores e no momento em que for preciso, para tanto as empresas estão se adequando, procurando se atualizar adquirindo equipamentos modernos no intuito de fornecer um ótimo produto e diminuir os impactos provocados pelos distúrbios e as possíveis faltas.

Nesse sentido, a relevância desta pesquisa debruça-se em ampliar os estudos já existentes, além de fornecer arcabouço teórico acerca da distribuição e qualidade da energia elétrica no Brasil, compreendendo que é necessário discutir a respeito dos desafios contemporâneos que envolvem esta dinâmica, uma vez que, a população necessita de uma distribuição eficiente e eficaz de energia elétrica. Logo, deve-se explicitar de forma contínua que a energia elétrica deve chegar aos consumidores, sejam eles quais forem, com a máxima qualidade possível, respeitando as normas estabelecidas para o respectivo.

Considerando esta conjuntura, o aumento da demanda de energia elétrica no país, como as distribuidoras de energia elétrica vêm fazendo para melhorar a qualidade do fornecimento para a população?

Destarte, a pesquisa teve como objetivo geral demonstrar a melhoria da qualidade da energia elétrica através da modernização das subestações elétricas.



2. DESENVOLVIMENTO

Os Sistemas Elétricos de Potência (SEPs) são constituídos por centrais de produção de energia elétrica, subestações de transformação e de interligação, linhas de transmissão e de distribuição, e cargas, que, ligadas eletricamente entre si, são responsáveis por gerar, transmitir e distribuir energia elétrica atendendo a determinados padrões.

A distribuição de energia é um segmento do sistema elétrico, com a finalidade de entregar energia elétrica ao consumidor final. Esse segmento é um sistema de instalações e componentes elétricos que operam sob responsabilidade das concessionárias de distribuição, o sistema é dividido basicamente em subestação de distribuição e em linhas de distribuição (ELETROBRAS, 2012).

Os Sistemas Elétricos de Potência (SEPs), podem ser caracterizados como sistemas com o objetivo de fornecer energia elétrica com qualidade e no instante em que é solicitada tanto a grandes como pequenos consumidores. Dentre os requisitos básicos desses sistemas, pode-se citar: continuidade do serviço, conformidade, flexibilidade, segurança e manutenção (VASCONCELOS, 2017). O sistema de distribuição de energia é planejado para operar de forma segura, mas, está sujeito a ocorrências dos mais diversos motivos.

O termo qualidade da energia elétrica se refere a uma medida de quão bem a energia elétrica pode ser consumida, incluindo características de continuidade do seu fornecimento e de conformidade com parâmetros considerados desejáveis para uma operação segura, como distorções, flutuação de tensão, entre outros (DECKMAN; POMILIO, 2017).

Os efeitos produzidos pela má qualidade de energia nos equipamentos elétricos são variáveis, vão desde ligeiros aquecimentos até falha total. Cada equipamento sensível aos distúrbios, principalmente os eletrônicos, antes de sua falha total, difere em seu comportamento em relação às quantidades e intensidades das variações das grandezas elétricas (CAMPELO, 2018). Com o avanço da tecnologia os equipamentos se tornam mais vulneráveis devido a sensibilidade dos componentes.

A Qualidade da energia pode ser avaliada quanto à qualidade do serviço, observando-se a continuidade do fornecimento de energia elétrica, como também com relação à qualidade do produto, que se refere à capacidade do sistema elétrico fornecer energia com tensões equilibradas e sem deformações na forma de onda, ou seja, tensões senoidais, equilibradas e com amplitudes e frequências constantes (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

Segundo Correa (2017), além de garantir um funcionamento contínuo, seguro e adequado dos equipamentos elétricos e processos associados, a energia elétrica de boa qualidade é aquela que garante o bem-estar das pessoas, sem afetar o meio ambiente. As concessionárias, empresas fornecedoras de energia elétrica, têm a qualidade da energia monitorada através de indicadores específicos de continuidade denominados de DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) (CORREA, 2017).

A indústria de energia é uma das mais importantes e complexas dentro de toda a economia. Ao longo dos últimos dois séculos, o desenvolvimento econômico mundial esteve estritamente ligado à revolução tecnológica a partir do uso da energia elétrica (LEAL, 2017). O desenvolvimento do setor elétrico brasileiro está diretamente relacionado ao processo de urbanização e industrialização do país.

Oferecer toda a energia que o país precisa envolver a ação conjunta de uma porção de atores, incluindo governantes, fabricantes de equipamentos, financiadores, empresas de geração, transmissão e distribuição, além das gestoras e comercializadoras (LEAL, 2017).

A energia elétrica se destaca como um dos principais indicadores de desenvolvimento do país, passou por grandes alterações ao longo das últimas décadas, sendo comercializada quase como commodity em um mercado cada vez menos regulado.

O surgimento de deformidades nas formas de onda da tensão e corrente caracteriza a falta de qualidade da energia elétrica. Estas anomalias são definidas como fenômenos eletromagnéticos ou distúrbios, dentre os quais destacam-se os harmônicos, interharmônicos, flutuações de tensão, afundamentos, transitórios, entre outros. Algumas modificações e complementações na classificação do IEC foram discutidas a partir da inclusão da categoria de ruído, de elevação de tensão e a definição da categoria de distorção de forma de onda da corrente alternada, que inclui as distorções harmônicas, interharmônicas e de componente contínua.

Estes distúrbios estão relacionados com diferentes eventos nos sistemas de potência. Alguns são gerados pela operação normal dos sistemas, tais como chaveamento de banco de capacitores e entrada e saída de grandes cargas lineares ou não, enquanto outros estão relacionados com eventos não operacionais do sistema, como as descargas atmosféricas e as faltas na rede elétrica.

No Brasil, a distribuição de energia elétrica é feita a partir da integração da produção, transmissão e distribuição para o consumidor final (Figura 1). Essa integração é realizada pela “industrialização e urbanização, pelo aumento da demanda e pela origem das hidrelétricas” (RIBEIRO, 2018, p. 12).

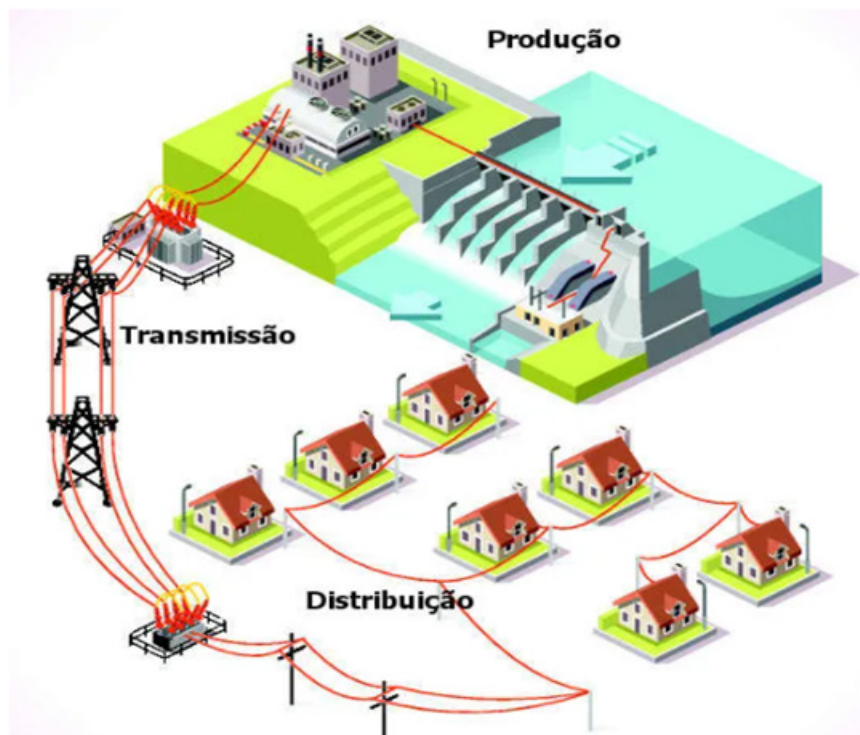


Figura 1. Distribuição de Energia Elétrica no Brasil

Fonte: Ribeiro (2018)

Nesse sentido, as distribuidoras de energia são responsáveis pelo fornecimento e/ou entrega de energia ao consumidor. Enquanto sistema, a distribuição é realizada através de fios condutores, transformadores e equipamentos de medição, controle e proteção das redes elétricas, possibilitando que este sistema, diferente da transmissão, seja mais amplo e ramificado (RIBEIRO, 2018).

Partindo desse contexto, as redes de distribuição podem ser divididas em redes elétricas

primárias ou secundárias. No tocante a primária, esta refere-se à distribuição de energia de média tensão que atendem empresas e indústrias de médios e grandes portes. Já a secundária, se apresentam como redes de distribuição de baixa tensão que atendem consumidores residenciais, pequenos estabelecimentos comerciais e iluminação pública (RIBEIRO, 2018).

Para realizar o processo de distribuição de energia, as concessionárias as empresas concessionárias passam a energia por transformadores – equipamentos que são instalados em postes. Estes por sua vez, são divididos em monofásicos, bifásicos e trifásicos. Para escolher qual dinâmica será utilizada, precisa-se considerar as necessidades do estabelecimento, ou seja, se são residências, comércios ou indústrias (MANUAL STECK, 2017). Assim, são considerados a quantidade de fios a serem utilizados para fazer a ligação entre o equipamento e o estabelecimento, bem como na potência que será fornecida (MANUEL STECK, 2017).

Ao se tratar da rede monofásica, a ligação é feita por dois fios (uma fase e um neutro). A instalação dessa rede, possibilita tensões elétricas máximas de 127 V e só é utilizado quando a potência máxima de todos os equipamentos residenciais chega a 8000 watts. Na rede bifásica, a ligação é feita através de três fios (duas fases e um neutro), proporcionando tensões elétricas de 127 V e 220 V, “que devem ser utilizados quando a potência total dos equipamentos ligados à rede vai de 12000 watts até 25000 watts” (MANUAL STECK, 2017, p.88).

Já na rede trifásica, o fornecimento é feito por 4 fios (três fases e um neutro), onde são instalados para atender as demandas das regiões urbanas e indústrias, uma vez que, são necessárias altas potências. As tensões elétricas proporcionadas são de 127 V ou 220 V e atende de 25000 watts até 75000 watts (RIBEIRO, 2018).

Destaca-se que, a energia elétrica antes de chegar aos quadros de distribuição, é imprescindível a presença de um quadro de medição. Segundo Ribeiro (2018, p. 12) este equipamento “mede o consumo mensal de energia – para, então, ser enviada através de um ramal de entrada ao chamado quadro de distribuição”.

O quadro de distribuição elétrica (montado) é um equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e distribuí-las a um ou mais circuitos. O quadro de composição plástica e/ou metálica destina-se a abrigar um ou mais dispositivos de proteção e/ou manobra e também à conexão de condutores elétricos interligados a ele, com a finalidade de distribuir a energia elétrica aos diversos circuitos. Os circuitos que irão alimentar pontos de luz (lâmpadas), interruptores para acionamento das lâmpadas (comandos), tomadas que fornecem energia aos aparelhos eletroeletrônicos plugados, além de cargas cuja potência é considerada elevada como, por exemplo, chuveiros elétricos, máquinas de lavar, forno micro-ondas, entre outros (MANUAL STECK, 2017, p.44).

Todo esse processo permite a distribuição de energia de forma contínua e segura aos circuitos terminais e, portanto, aos estabelecimentos. Nesse sentido, deve ser considerado também que embora sistema de distribuição de energia do Brasil tenha uma dinâmica que promova o fornecimento, existem ainda problemáticas a serem discutidas e corrigidas, em especial, falhas e distúrbios no sistema elétrico.

3. CONCLUSÃO

Discutir sobre energia elétrica, prescinde destacar sobre o processo de distribuição e fornecimento desta, compreendendo que o fator qualidade deve estar dentro dos requi-

sitos a serem preconizados pelas concessionárias. Sabe-se que os distúrbios, bem como as falhas na rede elétrica impactam negativamente os consumidores, gerando prejuízos e danos pertinentes aos seus equipamentos (eletrodomésticos), maquinários e em processos de produção.

Desta forma, é imprescindível que as empresas distribuidoras de energia elétrica busquem avanços tecnológicos, uma vez que, possuem o papel de fornecer energia de boa qualidade aos consumidores e no momento em que for preciso restabelecer seus serviços de forma efetiva e eficiente, minimizando danos à população.

Referências

AFONSO, J.L. MARTINS, J.S. **Qualidade de energia elétrica**. 2004. Revista o Electricista, nº 9, 3º trimestre de 2004, ano 3, pp. 66-71. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~ee05161/ficheiros/artigos/Apontamentos%20sobre%20qualidade%20da%20energia%20electronica.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

BARROS, B; BORELLI, R; GEDRA, R. **Gerenciamento de Energia: Ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Érica, 2016. 177 p.

CAMPELO, M. **Avaliação do impacto da qualidade de energia elétrica na produção industrial: proposta de metodologia**. Revista Produto e Produção V.09, João Pessoa, 2008.

CASTRO, N.J et al. **Qualidade de fornecimento de energia elétrica: aspectos regulatórios e perspectivas**. 2017. Disponível em: https://agora.ie.ufrj.br/pdf/Nivalde_de_Castro/15.TDSE_76_Qualidade_do_fornecimento_de_energia_eletrica.pdf. Acesso em: 04 de abr. 2023.

CORRÊA, F. I. M. (2007). **Estudo de um Sistema de Distribuição com Enfoque na Qualidade da Energia Elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2007.

DECKANN, S.M.; POMILIO, J. A. **Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica**. 2017. Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação. Universidade Estadual de Campinas.

ELETOBRAS – VOLUME 3 – **Desempenho de Sistemas de Distribuição**, 1982.

GOMES, E.C. **Equipamentos para distribuição de energia**. 2019. Rev. Setor Elétrico. Disponível em: http://www.osestoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2014/06/ed-100_Pesquisa-Equipamentos-para-distribuicao-de-energia.pdf. Acesso em: 12 de mar. 2023.

LEAL, M. **Energia, parceria e liberdade**. São Paulo: Roberta Garattoni e Julia Yamaguchi, 2017.

MANUAL STECK, **Distribuição de Energia**. 2017. Disponível em: <https://www.universidadetrilul.com.br/etapas-construtivas/como-e-feita-a-distribuicao-de-energia-eletrica-no-brasil>. Acesso em: 12 de abr. 2023.

MARTINHO, EDSON. **Distúrbios de energia elétrica**. 2018. Disponível em: <https://www.leonardo-energy.org.br/wp-content/uploads/2018/02/Doc-72-ie-qe-Webinar-Disturbios-da-Energia-Eletrica.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

MCKINSEY, 2017. **Electrifying insights: How automakers can drive electrified vehicle sales and profitability**. McKinsey&Company.

MEHL, EWALDO L.M. **Qualidade de Energia Elétrica**. 2004. Disponível em: <http://www.cricte2004.eletrica.ufpr.br/mehl/posgrad/qualidade-energia.pdf>. Acesso em: 01 de abr. 2023.

RIBEIRO, Amarolina. **“Distribuição de energia elétrica no Brasil”**; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-energia-eletrica-no-brasil.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2021.

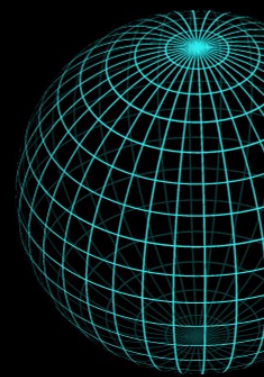
STAROSTA, José. **Cortes de tensão**. 2011. Disponível em: <https://osestoreletrico.com.br/cortes-de-tensao-ou-voltage-notching/>. Acesso em: 26 de mar. 2023.

STAROSTA, José. **Desequilíbrio de tensão**. 2012. Disponível em: <https://osestoreletrico.com.br/desequilibrio-desbalanceamento-de-tensao/>. Acesso em: 26 de mar. 2023.

VASCONCELOS, F. M. **Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017.



28



INDUSTRIA 4.0: A IMPORTÂNCIA DA ATUALIZAÇÃO CONTÍNUA DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA PARA ATENDER AO MERCADO DE TRABALHO

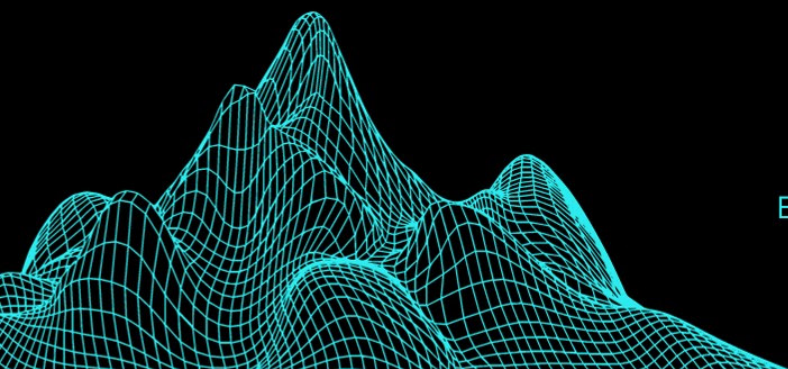
*INDUSTRY 4.0: THE IMPORTANCE OF CONTINUOUS UPDATING FOR ENGINEERING
PROFESSIONALS TO MEET THE JOB MARKET*

José Raimundo Ribeiro¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Tyla Ricci Mendes³

-
- 1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA
 - 2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA
 - 3 Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão , São Luís-MA



Resumo

O presente artigo atentou-se aos efeitos do contínuo crescimento tecnológico que tem se dado de forma exponencial, onde o profissional recém formado já chega ao mercado de trabalho obsoleto, desatualizado, bem como o profissional experiente e atuante que precisa esmerar-se em programas continuados de estudo e desenvolvimento, afim de que, consiga manter-se em condições de atender as demandas multidisciplinares que as tecnologias e a complexidade das plantas industriais modernas exigem do profissional, de modo que, este precisa ter uma elevada quantidade de ferramenta, em cujo bojo precisa conter tanto o hard skill com a mais sofisticada técnica, quanto o soft skill super aprimorado para gerenciar com destreza todas as solicitações das interações humanas, por essa razão o trabalho abordou a importância da atualização contínua do profissional de engenharia para atender ao mercado de trabalho. Este trabalho visou pesquisar com o objetivo de fazer uma revisão bibliográfica no período dos últimos 5 anos, para poder fornecer subsídios para pesquisa, estruturação de grade pedagógica e futuros trabalhos sobre o tema proposto é elucidar a necessidade de uma melhor preparação dos engenheiros para saírem das universidades, não só com a técnica mais elaborada, mas também com ferramentas que lhes conferem maior sensibilidade e tolerância às pessoas. Portanto chega-se à conclusão que junto com o desenvolvimento tecnológico o profissional também precisa se desenvolver tanto no pilar tecnológico, quanto no pilar das relações interpessoais.

Palavras-chave: Industria 4.0 1. Big Data 2. Internet das Coisas 3. Fábrica Inteligente 4. Soft Skill 5.

Abstract

The present article focused on the effects of the continuous technological growth that has taken place in an exponential way, where the newly formed professional already arrives in the obsolete, outdated job market, as well as the experienced and active professional who needs to strive in continuous programs of study and development, so that it can remain in a position to meet the multidisciplinary demands that technologies and the complexity of modern industrial plants require from professionals, so that they need to have a high amount of tools, in which it needs to contain both the hard skill with the most sophisticated technique, and the super-improved soft skill to deftly manage all requests from human interactions, for this reason the work addressed the importance of continuous updating of the engineering professional to meet the job market. This work aimed to research with the objective of making a bibliographical review in the period of the last 5 years, in order to provide subsidies for research, structuring of pedagogical grid and future works on the proposed theme is to elucidate the need for a better preparation of engineers to leave the universities, not only with the most elaborate technique, but also with tools that give them greater sensitivity and tolerance for people. Therefore, it is concluded that along with technological development, the professional also needs to develop both in the technological pillar and in the pillar of interpersonal relationships.

Key-words: Industry 4.0 1. Big Data 2. Internet of Things 3. Smart Factory 4. Soft Skill 5.



1. INTRODUÇÃO

A primeira revolução industrial ocorreu no século XVIII em um constante processo de revolução. Esta transformação incluiu a transição de novas tecnologias como a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e invenções que serviu principalmente ao setor industrial. Essa primeira revolução conhecida também como Indústria 1.0, veio pela necessidade de maior demanda das indústrias têxteis e siderúrgicas que consequentemente permitiu o financiamento do progresso técnico e a instalação de indústrias com o auxílio das máquinas à vapor e uso da força hidráulica. Nessa era industrial, o profissional não necessitava de conhecimento transversais e habilidades que hoje são chamadas de hard e soft skill, já que as máquinas eram simples e a forma de gestão era voltada inteiramente para a produtividade. Diante de recentes desenvolvimentos tecnológicos e de um cenário em que há uma procura cada vez maior por produtos personalizados, maior complexidade, maior qualidade e custos reduzidos a ascensão de um novo modelo de indústria está sendo discutido em todo o mundo sob o tópico de Indústria 4.0. O termo indústria 4.0 é derivado de industrie 4.0, criado na Alemanha no ano de 2011 como uma estratégia de alta tecnologia para o ano de 2020, e apresenta como principais características: interconexão de dados, integração e inovação.

Nos últimos anos, essas mudanças têm se acelerado e se aprofundado, delineando a chamada quarta revolução industrial. É nesse contexto que emerge a indústria 4.0, cuja marca reside na ampla e irrestrita digitalização que, junto da robusta convergência tecnológica, deve alterar de maneira sem precedentes o modus operandi de todos os setores produtivos. Desse processo, a expectativa é que as denominadas 'fábricas inteligentes' se tornem cada vez mais presentes e imprescindíveis. O funcionamento pleno delas, entretanto, não depende apenas da adesão às novidades tecnológicas. Para que haja êxito, tais inovações deverão ser necessariamente combinadas ao provimento de novos perfis profissionais. Dessa maneira, dos trabalhadores inseridos nas 'fábricas inteligentes' será requerida a combinação complexa de variadas capacidades, concomitantemente técnicas, gerenciais, sociais e disruptivas. Para os profissionais de todas as áreas, ser disruptivo é um desafio, pois não é simples colocar em prática seu desenvolvimento intelectual de modo a se adaptar ao meio ambiente tecnológico. Ademais, essa revolução tanto pode ser uma oportunidade para as pessoas e países, como uma retirada total do mercado de trabalho.

Este estudo se justifica por ser bem abordado em 2019 com a crise em que o mercado financeiro e a indústria trabalhista se encontram, tendo o objetivo de apresentar os principais desafios para os gestores e recursos humanos na indústria em como prestar um serviço de qualidade, confiabilidade e excelência tendo mão de obra extremamente competente e engajada. Buscou dar-se clara compreensão de como soluções do conceito da indústria 4.0 são de extrema importância para atualizar-se ao conceito da nova revolução industrial e de como eles podem ser importantes para a busca de uma vaga no mercado de trabalho.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A escolha do tema se faz mais justa por ser uma das maiores se não a maior preocupação da grande maioria dos recém-formados que iram adentrar ao mercado de trabalho.

E com a indústria 4.0 a tecnologia é o futuro da indústria, o que faz com que a busca por novas tecnologias que melhorem e aperfeiçoem o processo. Como manter a atualização profissional a fim de o profissional não se torne obsoleto em meio a este processo de remodelagem das profissões para o mercado?

Neste sentido trata-se de um estudo de revisão de literatura desenvolvido com método de pesquisa qualitativo de caráter descritivo. Na pesquisa qualitativa o objetivo principal é a objetivação, pois durante todo processo da investigação científica é necessário e fundamental conhecer a complexidade da pesquisa, rever criticamente as teorias sobre o tema, estabelecer conceitos e teorias relevantes, usar técnicas de coleta de dados.

Esse trabalho investiga a literatura existente entre 2015 e 2020 para fornecer uma visão geral sobre o estado da inovação tecnológica da Indústria 4.0 e suas aplicações, bem como a importância de uma atualização dos meios de gerir a manutenção com a nova revolução industrial se adequando as novas tecnologias.

As principais fontes utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho serão o levantamento bibliográfico em material impresso, livros, monografias, artigos e google acadêmico. Dessa forma munido de material entre 2002 e 2017 com apenas uma mais antiga de 1987, sendo feita a revisão bibliográfica em cima destas fontes. Servirão como instrumento de coleta de dados, a partir dos seguintes descritores: indústria 4.0, qualificação profissional, competências.

2.2 Resultados e Discussão

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez na Alemanha, durante a Feira de Hanôver em 2011 e, atualmente, o mesmo tem favorecido a geração de inúmeras discussões científicas em diversas áreas do conhecimento (DRATH; HORCH, 2014).

De acordo com o Ministério Federal da Economia e Energia da Alemanha (BFWuE, 2018), Indústria 4.0 é definida como uma rede inteligente de máquinas e processos industriais, constituídas com o auxílio de tecnologias da informação e comunicação para conectividade física e digital de recursos.

Como país precursor do termo Indústria 4.0, a Alemanha vem conduzindo nos últimos anos mudanças no cenário industrial, tendo como base a produção e a inovação habilitadas pelos Sistemas Cibernéticos (Cyber-Physical Systems - CPSs) (LEE; KAO; YANG, 2015).

Para Venturelli (2014) a indústria 4.0 não é uma realidade, mas sim um conceito, motivada pelas mudanças no processo industrial de produção, tais como aumento exponencial da competência dos computadores, enorme quantidade de conhecimento digital, e novas táticas de inovação (tecnologia, pesquisa e pessoas).

A indústria 4.0 se baseia na combinação de várias tecnologias que mudarão a forma das empresas gerirem seus processos e negócios, como se colocam na cadeia de valores, como conduzem o desenvolvimento de seus produtos, os colocam no mercado, até como projetarão suas ações de distribuição e marketing (COELHO, 2017).

De acordo com a CNI (2016): A incorporação da digitalização à atividade industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em referência ao que seria a 4ª revolução industrial, caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial (CNI, 2016, p.11).

De acordo com Lee (2008), os CPSs consistem nas integrações digitais com proces-

sofísicos, onde computadores e redes integrados monitoram e controlam os processos físicos. Para Lalanda, Morand e Chollet (2017), a Indústria 4.0 está baseada no uso de novas técnicas de produção, novos materiais e adoção diversificada de tecnologias digitais.

Diante dos CPSs e de outras tecnologias, os processos inteligentes fornecem respostas rápidas às mudanças na produção e às falhas ao longo da cadeia produtiva industrial (HADDARA; ELRAGAL, 2015; JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK;

NOWICKI, 2017). A Indústria 4.0 requer uma integração efetiva entre equipamentos, pessoas, processos e produtos (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA. ELRAGAL, 2015), propiciando vantagens competitivas, como eficiência de custo e tempo na produção e melhora da qualidade do produto (ALBERS et al., 2016).

A quarta Revolução Industrial ou a Indústria 4.0 tem seu termo usado pela primeira vez em 2011, é oriunda de um projeto de estratégias do governo alemão que surgiu pela necessidade de se desenvolver uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã (KAGERMANN et al., 2013, SILVEIRA, 2017).

A indústria 4.0 apresenta-se com características revolucionárias que agrega tecnologias e valor às organizações, abordagem que sinalizam ao mercado industrial a necessidade de adaptações no seu processo de produção, com máquinas, instalações e sistemas de armazenagem interligados e com intercâmbio de informações e sistemas, conectando toda a cadeia de valor e trocando automaticamente informações (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

Os pilares que sustentam a indústria 4.0 são constituídos por três tecnologias principais: Internet of Things (IoT) ou internet das coisas, cyber-physical Systems ou sistemas ciber-físicos e big-data (COELHO, 2023). A internet das coisas (IoT) compreende a integração de objetos físicos e virtuais ligados à internet a partir da tecnologia wireless, possibilitando a comunicação de objeto para objeto sem intermédio humano (COELHO, 2016; BORLIDO, 2017). Ritz e Knaac (2017) descrevem a IoT como um fenômeno de conectividade eletrônica do século XXI, que envolve computadores, softwares, conectividade em rede, entre outros, estando presente na vida cotidiana como um componente importante ao permitir que pessoas acompanhem assuntos pessoais e conduzam o trabalho, a partir de locais remotos.

O Cyber Physical Systems (CPS) são sistemas automatizados que permitem a conexão das operações da realidade física com infraestruturas de computação e comunicação. (GOMES, 2016). Segundo Jazdi (2014), um CPS consiste em uma unidade de controle, geralmente um ou mais microcontroladores, que controlam os sensores e atuadores que são necessários para interagir com o mundo real e processa os dados obtidos. Esses sistemas embarcados também exigem uma interface de comunicação para trocar dados com outros sistemas incorporados ou em uma nuvem. A troca de dados é a característica mais importante de um CPS, uma vez que os dados podem ser vinculados e avaliados centralmente, por exemplo. Em outras palavras, um CPS é um sistema embarcado capaz de enviar e receber dados em uma rede.

O big-data é definido como ativos de informação que se baseiam em 4V's: volume (grande quantidade de dados gerados, não sendo possível a utilização de ferramentas típicas de software para captura, armazenagem, gerenciamento e análise), variedade (dados estruturados e não estruturados oriundos de emails, mídias sociais, sensores, entre outros), velocidade (fluxo de dados constante e que demanda maior velocidade de processamento) e veracidade (reconhece que os dados podem possuir níveis variados de incerteza e confiança, exigindo novas técnicas que proporcionam perspectivas mais consistentes) (GOMES; BRAGA, 2017)

As principais transformações viabilizadoras desta revolução estendem-se por um conjunto de tecnologias com caráter altamente transversal, ou seja, potencialmente presentes em um número elevado de etapas dos processos produtivos em qualquer setor. São elas: inteligência artificial, impressão em 3D, robótica avançada, internet das coisas (IoT), big data, desenvolvimento de novos materiais, avanços na nanotecnologia, na biotecnologia e na manipulação genética, entre outros (BRASIL, 2017).

Segundo Silveira (2017), dentre os princípios da Indústria 4.0 destacam-se seis de extrema importância e que devem ser seguidos para a implementação da quarta revolução industrial, A Capacidade de operação em tempo real - aquisição e tratamento de dados em tempo real, fator que possibilita que decisões sejam tomadas em tempo real; A Virtualização - essa moderna proposta industrial possui uma cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo assim a rastreabilidade e o monitoramento remoto; A Descentralização - as decisões podem ser feitas pelo sistema cyber-físico, como forma de atender as necessidades de produção em tempo real; A Orientação de Serviços - Utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliado ao conceito de Internet of Services; A Modularidade - produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. Essa mobilidade permite alterar as tarefas das máquinas facilmente; A Interoperabilidade - Capacidade dos sistemas cyber-físicos (suportes de peças, postos de reunião e produtos), humanos e fábricas inteligentes comunicar-se uns com os outros por intermédio da Internet das Coisas e da Internet.

Para Schwab (2016), a escala e a amplitude da revolução tecnológica irão desdobrar-se em mudanças econômicas, sociais e culturais de proporções tão fenomenais que chega a ser quase impossível prevêê-las. Ele aponta que este fenômeno trará um impacto potencial da quarta revolução industrial na economia, nos negócios, nos governos e países, na sociedade e nos indivíduos.

As mudanças tecnológicas têm representado um importante indutor de crescimento econômico, mas estão também associadas a transformações consideráveis no mundo do trabalho (BRASIL, 2018). As competências dos trabalhadores que enfrentarão os novos desafios em breve estão alinhadas aos movimentos da 4ª revolução industrial ou a chamada indústria 4.0.

O movimento que caracteriza bem a educação para o século XXI e a indústria 4.0, é o da Educação Maker (aprender fazendo) ou educação “Mão na Massa” que se caracterizam como espaços de criação e compartilhamento do conhecimento para inovação (ALARCON *et al*, 2018).

As novas tendências de profissionais e novos cargos deverão ser inseridos conforme a demanda e não só o Recursos Humanos deverá trabalhar para inovar sua gestão, mas também devem surgir novos cursos de qualificação, novas formações e graduações para preparar novos profissionais durante a transição do mercado (SILVA, 2019).

A preparação de novos profissionais dependerá, sobretudo, da capacidade dos sistemas de ensino em formar profissionais dotados de competências e habilidades que os preparem para se adequar às novas exigências. Sistemas educacionais, por sua vez, precisam se transformar para ensinar jovens e adultos a aprenderem (ao longo da vida profissional) e adaptarem-se as inovações tecnológicas e novas situações de trabalho. (BRASIL, 2018).

No que se refere às ofertas de emprego, o mercado de trabalho no país vem mostrando uma dinâmica mais favorável, principalmente no tocante ao crescimento do pessoal ocupado. Apesar da piora de composição e do rendimento médio – em parte devido ao crescimento da informalidade, no período recente –, a população ocupada (PO) já se encontra em patamar superior ao registrado no período pré-crise (IPEA, 2019).



Essa melhora do mercado de trabalho proporcionou, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), uma nova queda da taxa de desemprego, no segundo trimestre do ano, especialmente para a população mais jovem, cuja desocupação recuou 0,8 ponto percentual (p.p.), resultado de uma alta de 1,7% da ocupação dos trabalhadores com idade entre 18 e 24 anos (IPEA, 2019).

Os programas de educação profissional disponíveis no Brasil se dividem em três tipos:

1. Os cursos de qualificação profissional pretendem oferecer treinamento para o exercício de uma atividade profissional e são oferecidos em escolas e outras instituições, tendo, geralmente, curta duração, poucas exigências em termos de educação formal e qualidade muito heterogênea.
2. Os cursos técnicos de nível médio, por sua vez, têm regras específicas e um programa bem definido – apenas instituições credenciadas pelo governo podem oferecê-los. A proposta também é ofertar treinamento específico para desempenhar certas tarefas exigidas na ocupação, podendo ser realizado integrado ou após a conclusão do ensino médio. A análise aqui é restrita a esses dois tipos de curso de educação profissional,
3. Os cursos de graduação tecnológica não são analisados, pois constituem um subgrupo dos cursos de educação superior no Brasil, com uma proposta muito diferente dos outros dois, e apresentam baixa representatividade entre os trabalhadores brasileiros (IPEA, 2019).

De acordo com o, baseados em dados da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) de 2017, do Ministério do Trabalho, descreveram que 107 das 495 ocupações definidas para o nível de quatro dígitos exigem um curso técnico de nível médio, o que corresponde a mais de 20% das ocupações e 11% dos empregos, enquanto 186 (ou seja, quase 40% das ocupações) exigem qualificação profissional, correspondendo a 35% dos empregos. No entanto, dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2007 mostram que apenas 20% dos trabalhadores completaram um curso de qualificação profissional, e que somente 12% dos empregados com educação formal de nível médio terminaram um programa técnico de nível médio. Entre aqueles que não completaram um curso de qualificação profissional, 30% estão empregados em ocupações que exigem esse tipo de qualificação, enquanto entre os trabalhadores com qualificação profissional, mais da metade possui uma ocupação que não o requer. Situação semelhante é observada em relação aos cursos técnicos de nível médio, em que cerca de 20% dos trabalhadores brasileiros que completaram pelo menos a educação formal de nível médio não estão adequadamente ajustados, considerando esse critério de déficit e excesso de cursos técnicos e concluem que esses resultados sugerem que o déficit de qualificação, que é representado na pesquisa, tanto em termos de programas de qualificação profissional quanto de cursos técnicos de nível médio, pode limitar o desempenho no mercado de trabalho (IPEA, 2019).

A ‘fábrica inteligente’, que materializa a indústria 4.0, tem por marca o aprofundamento da digitalização e da convergência tecnológica, responsáveis por transformar radicalmente as interações entre máquinas, entre pessoas e máquinas e entre as próprias pessoas. Isso altera, de modo sem precedentes, não só os processos produtivos em si, mas também exerce impactos sobre a formação, o recrutamento e a capacitação continuada dos trabalhadores (LORENZ *et al.*, 2015; SCHWAB, 2015). Logo, a característica vultosa dessa mudança tem levantado preocupações de uma rede de atores, a respeito do controle de contingências e também acerca da repartição de benefícios, de modo que a tecnologia atue a serviço das pessoas e não o contrário. Nessa perspectiva, há que se considerar dois cenários possíveis de futuro, este compreendido como um horizonte não pré-deter-

minado, capaz de ser moldado do melhor modo, a partir de esforços conjugados de diversos segmentos da sociedade. O cenário não otimista e, logo, não desejável é o da escassez de postos de trabalho. Graças à dispersão da inteligência artificial, diversas tarefas de natureza simplificada e repetitiva ou ainda que demandem emprego de força física deixariam de ser executadas por humanos, tornando-se totalmente automatizadas. O cenário promissor, entretanto, segue uma linha completamente oposta, pois vislumbra justamente a abertura de novas posições funcionais no contexto das 'fábricas inteligentes'. Nessa perspectiva, a ampla digitalização e a sinergia tecnológica permitirão, juntas, o incremento da produtividade do trabalho e da qualidade dos produtos obtidos dele. A demanda por esses artefatos de valor agregado deve aumentar e, conseqüentemente, exigir o crescimento da capacidade de produção, o que alavancaria a contratação de mão de obra. Contudo, é certo que, nesse cenário auspicioso, os empregos criados já não terão as mesmas características daqueles do passado. Na indústria 4.0, a tecnologia torna mais complexos os modos e também as relações de produção. Isso se concretiza na interconexão de todas as etapas produtivas, ordenação esta que se espelha no perfil funcional a ser buscado.

Aos trabalhadores, não serão mais delegadas tarefas específicas à sua formação profissional, concentradas em apenas uma etapa isolada da linha de produção. Diferentemente, deles serão requisitadas a supervisão de processos transversais, a capacidade de trabalhar em equipes dinâmicas, o gerenciamento de consideráveis volumes de dados digitais, além da tomada de decisões ágeis e perspicazes a partir desse conteúdo, seja para resolver problemas, seja para implantar inovações na cadeia produtiva.

Nesse panorama, as pessoas trabalham lado a lado com robôs, mas continuarão sendo as responsáveis por uma série de escolhas estratégicas não passíveis de informatização. Logo, os dados se tornam a matéria-prima do exercício profissional e os trabalhadores deverão possuir altos níveis de habilidades para lidar com eles adequadamente³⁵. Posto isso, o elemento-chave para evitar taxas massivas de desemprego aparece no investimento em educação, seja na requalificação dirigida de funcionários sêniores, seja na formação apropriada de jovens colaboradores. No caso de países em desenvolvimento como o Brasil, isso pressupõe, de saída, dar conta de defasagens educacionais presentes na Educação Básica, referentes à obtenção de conhecimentos mais consolidados em língua portuguesa, matemática e ciências em meio ao alunado. Esse esforço se faria conjugado ao redesenho de currículos existentes no Ensino Superior, em níveis de graduação e de pós-graduação, junto de outras iniciativas de capacitação permanente.

O impacto de um aporte educacional como esse dependerá, certamente, de uma aliança sólida entre pessoas, organizações, instituições de ensino e governos. O desafio dessa rede de atores será o de colocar em curso, num curto espaço de tempo, políticas e programas educacionais consistentes e duráveis, norteados pela aprendizagem ao longo da vida. A natureza disruptiva da quarta revolução industrial não permite, desse modo, postergar medidas de ação. Nesse esforço, será fundamental ainda considerar as especificidades de cada setor produtivo, região, país ou continente, para que as diferenças existentes se tornem ativos e não desvantagens ao longo do processo de mudança (SESI/PR, 2020).

De acordo com o, baseados em dados da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) de 2010, do Ministério do Trabalho, descreveram que 107 das 495 ocupações definidas para o nível de quatro dígitos exigem um curso técnico de nível médio, o que corresponde a mais de 20% das ocupações e 11% dos empregos, enquanto 186 (ou seja, quase 40% das ocupações) exigem qualificação profissional, correspondendo a 35% dos empregos. No entanto, dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2007 mostram que apenas 20% dos trabalhadores completaram um curso de qualificação profissional, e



que somente 12% dos empregados com educação formal de nível médio terminaram um programa técnico de nível médio. Entre aqueles que não completaram um curso de qualificação profissional, 30% estão empregados em ocupações que exigem esse tipo de qualificação, enquanto entre os trabalhadores com qualificação profissional, mais da metade possui uma ocupação que não o requer. Situação semelhante é observada em relação aos cursos técnicos de nível médio, em que cerca de 20% dos trabalhadores brasileiros que completaram pelo menos a educação formal de nível médio não estão adequadamente ajustados, considerando esse critério de déficit e excesso de cursos técnicos e concluem que esses resultados sugerem que o déficit de qualificação, que é representado na pesquisa, tanto em termos de programas de qualificação profissional quanto de cursos técnicos de nível médio, pode limitar o desempenho no mercado de trabalho (IPEA, 2019).

3. CONCLUSÃO

O trabalho buscou elucidar a importância da atualização contínua do profissional de engenharia para atender ao mercado de trabalho, objetivo alcançado com o estudo qualitativo por meio da revisão bibliográfica, onde foi verificado que o avanço tecnológico decorrente da quarta revolução industrial não tem volta e portanto inevitavelmente exige contínua adaptação e desenvolvimento de todo e qualquer trabalhador, neste sentido, o trabalho proposto conseguiu elucidar a real necessidade de se acompanhar as tendências tecnológicas de forma disruptiva e nesse sentido corrobora com a elaboração das grades curriculares e dos conteúdos programáticos de cursos de capacitação que traduzam e forneçam a realidade do chão de fábrica afim de que os acadêmicos e profissionais mantenham-se realmente atualizados e capacitados para satisfazerem as solicitações em todas as esferas que a indústria conectada exige dos seu atores.

Este estudo limitou-se a um número restrito de literatura em um curto período de abrangência não objetivou exaurir o tema nem o poderia. Em função de se estar ainda vivendo as preliminares da transformação tecnológica ainda são escassas as literaturas específicas que trazem uma variedade de soluções para a vacância em estudo.

Em função da brevidade deste trabalho recomenda-se que o tema seja desenvolvido e ampliado por trabalhos futuros, a fim de que, explorem um bojo maior de possibilidades e soluções reais para que tanto a tecnologia quanto as relações humanas andem de mãos dadas. E o profissional saiam dos cursos de formação com “up grade”. E preparados para o mercado de trabalho.

Referências

BAGHERI, Behrad et al. Cyber-physical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 1622-1627, 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações**. 3.ed. Brasília: MTE, 2017.

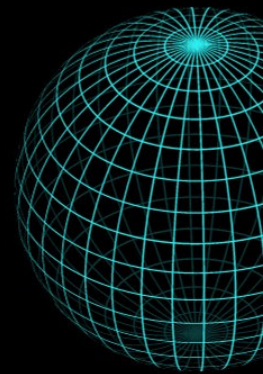
COELHO, P. M. N. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/36992>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

COELHO, M.T; At All. **A Evolução das Tecnologias OPC como Subsídio Para as Fábricas Inteligentes**.

CNI; **A Indústria 4.0**: Entenda seus conceitos e Fundametnos. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0>> Acesso em 21 de abr. 2023.

- DRATH, R.; HORCH, A. Industry 4.0: Hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.
- GEBHARDT, J.; GRIMM, A.; NEUGEBAUER, L. M. Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. **Journal of Technical Education**, 2015.
- GOMES, E.; BRAGA, F. **Inteligência competitiva em tempos de big data**: analisando informações e identificando tendências em tempo real. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- HERMANN, M., PENTEK, T., Otto, B., 2015. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. **Technische Universität Dortmund: working paper** 01/2015.
- HADDARA, M.; ELRAGAL, A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, 2015.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil em desenvolvimento**: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2019.
- JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. **2014 IEEE International Conference On Automation, Quality And Testing, Robotics**, Stuttgart, Germany, v. 1, n. 1, p.1-3, maio 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/aqtr.2014.6857843>.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Acatech – German Academy of Science and Engineering. 2013.
- KAGERMANN, H. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0**. Final Report Of The Industrie 4.0 Working Group. Francfort: Acatech, 2013. Disponível em: <http://thuvienso.dastc.vn:8080/dspace/handle/TTKHDaNang_123456789/357>. Acesso em: 25 out. 2022.
- LALANDA, P.; MORAND, D.; CHOLLET, S. Autonomic Mediation Middleware for Smart Manufacturing. **IEEE Internet Computing**, v. 21, n. 1, 2017.
- LEE, E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM. 2008. Orlando, USA. **Anais...** Orlando, USA: 2008.
- LORENZ, M.; RUESSMANN, M.; STRACK, R.; LUETH, K. L.; BOLLE, M. **Man and machine in Industry 4.0**: how will technology transform the industrial workforce through 2025? The Boston Consulting, 2015.
- RITZ, J. & KNAACK, Z. (2017). Internet of Things. **Technology & Engineering Teacher**. 76(6), 28-33.
- SCHWAB, Klaus; MIRANDA, Daniel M. **A Quarta revolução industrial**. Edipro. São Paulo, 2016.
- SILVA, V.L.D; et al. Competências bases para o trabalho humano na Indústria 4.0. **Revista Foco**. São Paulo, v.12, n.2, p.112-129, Julho-dezembro. 2019.
- SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0** e como ela vai impactar o mundo. Citisystems. 2017. Disponível em:<<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- VENTURELLI, Márcio. **Indústria 4.0**: Uma Visão da Automação Industrial. Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>>. Acesso em 21 de abr.2017.

29



MANUTENÇÕES ELÉTRICAS: EQUILÍBRIO ENTRE GESTÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO COMO DIFERENCIAL DOS RESULTADOS NAS ORGANIZAÇÕES

ELECTRICAL MAINTENANCE: BALANCE BETWEEN ASSET MANAGEMENT AND PRESERVATION AS DIFFERENTIAL RESULTS IN ORGANIZATIONS

Janaina dos Santos da Silva¹

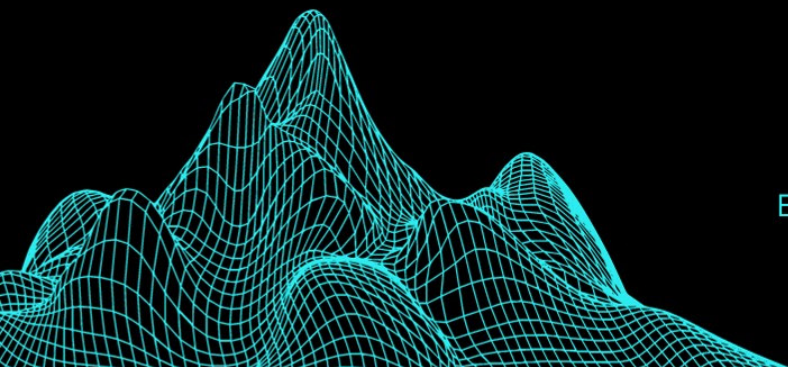
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Lilian Barros Santiago²

Hugo Alves Velozo²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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



Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo constituir ações para alcançar a excelência em manutenção de confiabilidade, enfatizando a sua importância, o que em algumas organizações é ignorado e tratado como um setor secundário, seus principais desafios que a falta de integração com outras áreas da empresa e a dificuldade em mensurar resultados e contribuir fornecendo informações relevantes sobre a importância da manutenção de confiabilidade e suas melhores práticas de gestão. Por exemplo, uma manutenção adequada de equipamentos elétricos evita falhas e interrupções no fornecimento de energia, impactando positivamente a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, analisando livros e artigos científicos selecionados. Destacar a importância estratégica da manutenção de confiabilidade para obter vantagem competitiva. Os principais desafios foram a falta de integração com outras áreas da empresa e a dificuldade em mensurar os resultados. Para superá-los, foram identificadas práticas de excelência, como o uso de indicadores específicos, tecnologias avançadas de monitoramento e integração com engenharia de projeto e gestão de estoques. Para a comunidade acadêmica, essa pesquisa agrega conhecimento sobre a gestão da manutenção de confiabilidade e suas implicações estratégicas. Em conclusão, ressaltou-se a importância da gestão eficiente da manutenção de confiabilidade como função estratégica. A implementação de práticas de excelência maximiza a disponibilidade dos equipamentos, reduz custos operacionais, aumenta a vida útil dos ativos e garante a satisfação dos clientes. O equilíbrio entre gestão e preservação do patrimônio por meio da manutenção de confiabilidade é essencial para resultados diferenciados e sustentáveis nas organizações.

Palavras-chave: manutenção de confiabilidade, excelência, integração, indicadores específicos, gestão eficiente

Abstract

This research aims to constitute actions to achieve excellence in reliability maintenance, emphasizing its importance, which in some organizations is ignored and treated as a secondary sector, its main challenges that the lack of integration with other areas of the company and the difficulty in measuring results and contributing by providing relevant information about the importance of maintaining reliability and its best management practices. For example, proper maintenance of electrical equipment prevents failures and interruptions in energy supply, positively impacting quality of life and economic development. The methodology used was the bibliographic review, analyzing books and selected scientific articles. Highlight the strategic importance of maintaining reliability to gain competitive advantage. The main challenges were the lack of integration with other areas of the company and the difficulty in measuring results. To overcome them, excellent practices were identified, such as the use of specific indicators, advanced monitoring technologies and integration with project engineering and inventory management. For the academic community, this research adds knowledge about reliability maintenance management and its strategic implications. In conclusion, the importance of efficient management of reliability maintenance as a strategic function was emphasized. The implementation of best practices maximizes equipment availability, reduces operating costs, increases the useful life of assets and ensures customer satisfaction. The balance between asset management and preservation by maintaining reliability is essential for differentiated and sustainable results in organizations.

Keywords: maintenance of reliability, excellence, integration, specific indicators, efficient management



1. INTRODUÇÃO

Considerando as manutenções elétricas como sendo uma atividade fundamental dentro de uma organização e essencial para o funcionamento de diversos equipamentos e sistemas. Como evidenciar a sua importância? Como superar seus principais desafios que a falta de integração com outras áreas da empresa? Como implementar ferramentas adequadas na mensuração de resultados e contribuir ao fornecer informações relevantes sobre a importância da manutenção de confiabilidade em suas melhores práticas de gestão?

As manutenções elétricas são essenciais para o bom funcionamento das organizações e devem ser tratadas com a importância que merecem. A adoção de uma gestão eficiente, aliada à preservação do patrimônio, pode ser o diferencial nos resultados das empresas.

Uma gestão eficiente das manutenções elétricas, pode tornar a empresa mais competitiva e consciente dos gastos, gerenciando melhor seu recurso e custos. Isso envolve desde a elaboração de planejamento e controle de manutenção e a conclusão de inspeções periódicas, considerar a preservação do patrimônio da organização evitando danos aos equipamentos e às instalações elétricas, evitando gerar custos adicionais para a empresa.

Buscar a integração de outros setores nas organizações é desafiador e necessário para se obter um equilíbrio na gestão das manutenções e a preservação do patrimônio, pois o planejamento e controle de manutenções não é entendido por todos. Esclarecer o processo de gestão das manutenções elétricas, conseguir reduzir o tempo de parada dos equipamentos, aumentar a vida útil dos mesmos e, conseqüentemente, reduzir os custos com a manutenção corretiva e como fazer isso de maneira organizada é o objetivo da pesquisa.

Ao final da pesquisa pretendo obter resultado enfatizando o processo de melhoria continua e o PCM, salientar a necessidade de investir em tecnologia e em profissionais qualificados, adoção de ferramentas de monitoramento e diagnóstico de problemas elétricos para garantir a eficiência das manutenções. Já os profissionais devem possuir conhecimentos específicos na área elétrica e estar sempre atualizados quanto às normas de segurança e às tecnologias disponíveis no mercado.

2. DESENVOLVIMENTO

É necessário que as organizações adotem uma gestão eficiente das manutenções elétricas. Isso envolve desde a elaboração de um plano de manutenção preventiva, a conclusão de inspeções periódicas até e treinamentos para os funcionários.

Além disso, é preciso considerar a preservação do patrimônio da organização. Uma manutenção elétrica mal executada pode causar danos aos equipamentos e às instalações elétricas, o que pode gerar custos adicionais para a empresa. Por isso, é importante buscar um equilíbrio entre a gestão das manutenções e a preservação do patrimônio.

Quando a gestão das manutenções elétricas é bem executada, os resultados são perceptíveis. As organizações conseguem reduzir o tempo de parada dos equipamentos, aumentar a vida útil dos mesmos e, conseqüentemente, reduzir os custos com a manutenção corretiva. Além disso, a segurança dos funcionários e do patrimônio é garantida, o que é fundamental para a imagem da empresa e para a satisfação dos clientes. Porém, para obter esses resultados, é preciso investir em tecnologia e em profissionais qualificados. A adoção de ferramentas de monitoramento e diagnóstico de problemas elétricos é essen-

cial para garantir a eficiência das manutenções.

Já os profissionais responsáveis pelas manutenções devem possuir conhecimentos específicos na área elétrica e estar sempre atualizados quanto às normas de segurança e às tecnologias disponíveis no mercado.

Em resumo, as manutenções elétricas são essenciais para o bom funcionamento das organizações e devem ser tratadas com a importância que merecem. A adoção de uma gestão eficiente, aliada à preservação do patrimônio, pode ser o diferencial que fará a diferença nos resultados das empresas.

2.1 Metodologia

A metodologia aplicada baseou-se em uma revisão bibliográfica, que é um tipo de pesquisa qualitativa e descritiva. Foram utilizados livros, artigos científicos e outros materiais selecionados através de busca nas bases de dados disponíveis na biblioteca física da instituição Anhanguera São Luís, como o livro “Manutenção, função estratégica” de Alan Kardec e Julio Nascif (2012), “Gestão da Qualidade” de Luiz Cezar Ribeiro Carpinetti (2012) e “Gestão de sistemas de produção e operações” de Clóvis Neumann (2013).

Para delimitar o período dos artigos pesquisados, optou-se por selecionar trabalhos publicados nos últimos anos, livro Gestão de Sistemas de Produção e Operações, Gestão da Qualidade e Manutenção: Função Estratégica, forma publicado, nos anos de 2013, 2012 e 2017 respectivamente, estes livros permitiram-me ter uma visão mais atualizada e abrangente sobre o tema. Além disso, foram definidas palavras-chave que foram utilizadas para fazer a busca dos materiais, tais como “manutenção elétrica”, “gestão de manutenção” e “qualidade na manutenção”.

Uma pesquisa bibliográfica permite o acesso a um grande volume de informações, o que possibilita uma ampla visão do tema em questão. Nesse sentido, a metodologia adotada buscou analisar diferentes perspectivas e opiniões de autores defendidos sobre a importância da manutenção elétrica e da gestão de manutenção para as organizações.

Ao aplicar a metodologia de revisão bibliográfica, é possível identificar as principais tendências e avanços no campo de estudo, bem como as lacunas existentes na literatura e as possíveis contribuições da pesquisa para a comunidade acadêmica e a sociedade em geral. Dessa forma, a metodologia utilizada permite uma análise crítica e reflexiva sobre o tema em questão, a fim de contribuir para o aprimoramento da gestão de manutenção elétrica nas organizações.

2.2 Resultados e Discussão

A manutenção elétrica desempenha um papel fundamental no funcionamento eficiente e seguro das organizações. É um processo complexo que exige um equilíbrio entre a gestão adequada e a preservação do patrimônio. Esse equilíbrio é essencial para obter resultados diferenciados nas organizações. Neste texto, exploraremos a importância desse equilíbrio e as fontes confiáveis que embasam esse tema.

A gestão de manutenções elétricas é um tema complexo e de grande importância para empresas e dinâmicas. Como aponta Kardec e Nascif (2012), a manutenção é uma função estratégica que deve ser tratada com seriedade e eficiência, a fim de garantir a segurança das pessoas, a qualidade dos produtos e serviços e a continuidade dos processos



produtivos.

Para garantir a eficácia das manutenções elétricas, é necessário contar com uma gestão de qualidade. Como destaca Carpinetti (2012), a gestão da qualidade é um conjunto de ações que visam garantir a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos. Nesse sentido, a gestão da qualidade pode contribuir para aprimorar a gestão das manutenções elétricas, garantindo a qualidade dos serviços prestados e atendimento aos custos com manutenção.

A gestão da qualidade também pode contribuir para a adoção de práticas sustentáveis na gestão das manutenções elétricas. Como destaca Neumann (2013), a gestão de sistemas de produção e operações deve levar em consideração a sustentabilidade, promovendo a redução do consumo de energia elétrica e a adoção de fontes renováveis de energia. Nesse sentido, a adoção de práticas sustentáveis pode contribuir para a preservação do meio ambiente e para a redução dos custos com energia elétrica.

Além disso, a gestão da qualidade pode contribuir para o desenvolvimento de uma cultura de prevenção na gestão das manutenções elétricas. Como destacam Kardec e Nascif (2012), a prevenção de falhas é uma das principais funções da manutenção, sendo necessário contar com processos eficientes de identificação e correção de problemas antes que estes se tornem críticos. Nesse sentido, a gestão da qualidade pode contribuir para a adoção de processos de manutenção preventiva, mantendo os custos com manutenção corretiva e garantindo a continuidade dos processos produtivos.

Para que a gestão de manutenções elétricas seja eficiente, é necessário contar com uma equipe capacitada e treinada. Como destaca Neumann (2013), a gestão de sistemas de produção e operações deve levar em consideração a capacitação dos colaboradores, promovendo a qualificação técnica e comportamental da equipe de manutenção. Nesse sentido, a capacitação dos colaboradores pode contribuir para aprimorar a eficiência das manutenções elétricas, garantindo a segurança das pessoas e a continuidade dos processos produtivos.

Por fim, é importante destacar que a gestão de manutenções elétricas deve levar em consideração a dinâmica do mercado e a evolução tecnológica. Como destaca Carpinetti (2012), a gestão da qualidade deve ser capaz de

A manutenção elétrica é um tema complexo e que exige cuidados constantes. Segundo Kardec e Nascif (2012), a manutenção elétrica é uma função estratégica nas organizações, uma vez que ela é responsável por garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos sistemas elétricos. A falta de manutenção pode levar a falhas nos sistemas elétricos, o que pode acarretar em acidentes graves, além de causar danos negativos na produção e na qualidade dos produtos.

Para garantir o bom funcionamento dos sistemas elétricos, é necessário adotar boas práticas de gestão da qualidade. De acordo com Carpinetti (2012), a gestão da qualidade tem como objetivo principal a satisfação dos clientes, por meio da entrega de produtos e serviços com qualidade. Na manutenção elétrica, isso significa garantir que os sistemas elétricos funcionem de forma eficiente e segura.

Neumann (2013) destaca a importância da gestão de sistemas de produção e operações na garantia da qualidade dos produtos. Para Neumann, a gestão de sistemas de produção e operações deve garantir a eficiência dos processos produtivos, a fim de reduzir os custos e garantir a qualidade dos produtos.

Nesse sentido, é fundamental adotar uma abordagem de gestão estratégica da manutenção elétrica. Segundo Kardec e Nascif (2012), a gestão estratégica da manutenção

elétrica deve levar em consideração o ciclo de vida dos equipamentos elétricos, a fim de garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos sistemas elétricos.

Para isso, é necessário adotar boas práticas de manutenção preventiva e preditiva. Segundo Kardec e Nascif (2012), a manutenção preventiva tem como objetivo evitar a ocorrência de falhas nos sistemas elétricos, por meio da conclusão de inspeções, lubrificações e substituições de componentes. Já a manutenção preditiva tem como objetivo identificar possíveis falhas nos sistemas elétricos, por meio do monitoramento de variáveis como temperatura, vibração e corrente elétrica.

No entanto, é importante ressaltar que a gestão estratégica da manutenção elétrica não deve se restringir apenas à manutenção preventiva e preditiva. Segundo Kardec e Nascif (2012), é necessário adotar uma abordagem integrada de gestão da manutenção elétrica, que leve em consideração outros fatores como a gestão de estoques de peças de retenção, a gestão de contratos de manutenção e a gestão de equipes de manutenção.

Além disso, é fundamental adotar uma abordagem proativa de gestão da manutenção elétrica, que leve em consideração as mudanças tecnológicas e as novas tendências do mercado. Segundo Neumann (2013), a gestão de sistemas de produção e operações deve estar atenta às mudanças tecnológicas, a fim de adotar as melhores práticas e tecnologias disponíveis.

Nesse sentido, é fundamental investir em capacitação e treinamento das equipes de manutenção elétrica, a fim de garantir que elas sejam atualizadas em relação às novas

A manutenção elétrica é um tema de grande importância para as organizações. Segundo Kardec e Nascif (2012), a manutenção é uma função estratégica que tem como objetivo garantir a disponibilidade dos equipamentos e sistemas, maximizando sua eficiência e confiabilidade. A gestão adequada da manutenção elétrica é fundamental para garantir a segurança das pessoas e o pleno funcionamento dos sistemas elétricos.

Para que a gestão da manutenção seja eficiente, é necessário adotar uma abordagem baseada na qualidade. Segundo Carpinetti (2012), a gestão da qualidade envolve a aplicação de técnicas e ferramentas para garantir a conformidade dos processos e produtos com as expectativas dos clientes. Na gestão da manutenção elétrica, a abordagem da qualidade pode ser aplicada para garantir a continuidade dos processos de manutenção e a maximização da disponibilidade dos sistemas elétricos.

A gestão da manutenção elétrica deve ser realizada de forma integrada com a gestão dos sistemas de produção e operações. Segundo Neumann (2013), a gestão de sistemas de produção e operações envolve a coordenação dos recursos para atender às demandas do mercado, buscando a maximização da eficiência e da eficácia. Na gestão da manutenção elétrica, é necessário considerar as demandas da produção e operações para planejar e executar as atividades de manutenção de forma a minimizar os impactos na produção.

Para que a gestão da manutenção elétrica seja eficiente, é necessário adotar uma abordagem baseada na confiabilidade. Segundo Kardec e Nascif (2012), a confiabilidade é a capacidade de um equipamento ou sistema de desempenhar sua função em um determinado período de tempo, sem falhas. A gestão da confiabilidade envolve a adoção de medidas para maximizar a disponibilidade dos equipamentos e sistemas, minimizando os riscos de falhas e paralisações.

Uma das ferramentas utilizadas na gestão da confiabilidade é a análise de falhas. Segundo Kardec e Nascif (2012), a análise de falhas é uma técnica utilizada para identificar as causas das falhas e propor medidas para preveni-las. A análise de falhas pode ser aplicada na gestão da manutenção elétrica para identificar os pontos críticos dos sistemas elétricos



e adotar medidas preventivas para minimizar os riscos de falhas.

Outra ferramenta utilizada na gestão da confiabilidade é a manutenção preditiva. Segundo Kardec e Nascif (2012), a manutenção preditiva é uma técnica utilizada para monitorar o estado dos equipamentos e sistemas, identificando sinais de falhas antes que elas os protejam. A manutenção preditiva pode ser aplicada na gestão da manutenção elétrica para monitorar o estado dos componentes dos sistemas elétricos e adotar medidas preventivas para minimizar os riscos de falhas.

Além das ferramentas de gestão da confiabilidade, a gestão da manutenção elétrica deve considerar a gestão de custos.

De acordo com o livro “Manutenção - Função Estratégica” de Kardec e Nascif (2012), a gestão eficiente da manutenção elétrica é essencial para garantir a disponibilidade dos equipamentos, a qualidade dos produtos e serviços, e a continuidade dos processos produtivos. É um diferencial competitivo para as organizações, pois contribui para a redução de custos e aumento da produtividade.

Uma fonte confiável para embasar a importância da gestão adequada é o livro “Gestão da Qualidade” de Carpinetti (2012). O autor destaca que a gestão da qualidade é uma abordagem que busca a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos. Aplicada à manutenção elétrica, essa gestão contribui para a garantia da qualidade dos serviços e a otimização dos recursos disponíveis.

Outra fonte relevante é o livro “Gestão de Sistemas de Produção e Operações” de Neumann (2013). O autor ressalta a importância da adoção de práticas sustentáveis na gestão das manutenções elétricas, como a redução do consumo de energia elétrica e a utilização de fontes renováveis. Essas práticas não apenas contribuem para a preservação do meio ambiente, mas também reduzem os custos com energia elétrica nas organizações.

No contexto da preservação do patrimônio, é importante mencionar a obra “Preservação do Patrimônio Cultural” de Lemos (2010). Embora o livro trate principalmente do patrimônio cultural, suas considerações sobre a preservação podem ser aplicadas ao patrimônio material das organizações. A manutenção elétrica adequada contribui para a preservação dos ativos, evitando desgastes prematuros e garantindo sua durabilidade.

Em suma, o equilíbrio entre a gestão eficiente e a preservação do patrimônio é um diferencial dos resultados nas organizações. A gestão adequada, embasada em fontes confiáveis, permite a garantia da disponibilidade dos equipamentos, a qualidade dos produtos e serviços, a sustentabilidade ambiental e a preservação dos ativos. Portanto, as organizações devem investir em uma abordagem estratégica da manutenção elétrica, levando em consideração as melhores práticas e fontes confiáveis para obter resultados diferenciados.

Incentivar a adoção de medidas preventivas, como a manutenção preditiva e análise de falhas, que podem reduzir os custos com manutenção e minimizar os riscos de acidentes e continuar nos processos produtivos. Os resultados das pesquisas sobre a gestão de manutenções elétricas apontam para a importância de uma gestão eficiente e de qualidade, que levam em consideração a prevenção de falhas, a sustentabilidade e a redução de custos. Além disso, os estudos destacam a necessidade de contar com profissionais capacitados e treinados, bem como com tecnologias avançadas, para garantir a eficácia das manutenções elétricas e a segurança das pessoas e dos processos produtivos.

Poder contribuir para a adoção de uma abordagem mais proativa, na qual as ações preventivas sejam prioritárias em relação às corretivas. Os resultados de pesquisas mostram que a gestão de manutenção elétrica é um tema relevante e que pode impactar significativamente a eficiência e a segurança das operações. Um estudo realizado por Garcia

e Bergmann (2019) em uma empresa do setor elétrico mostrou que a gestão de manutenção é fundamental para garantir a continuidade das operações e a segurança dos colaboradores. Outro estudo, realizado por Oliveira e Silva (2017), destacou a importância de se adotar uma abordagem preventiva na gestão de manutenção elétrica, a fim de evitar falhas e reduzir os custos com reparos. Os principais discursos encontrados na literatura sobre a gestão de manutenção elétrica destacam a importância da gestão da qualidade, da adoção de práticas e da cultura de prevenção. É necessário que as empresas adotem uma abordagem proativa, priorizando a prevenção de falhas em detrimento da correção de problemas. A gestão da qualidade pode ser um importante aliado nesse processo, garantindo a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos com manutenção. Além disso, a adoção de práticas sustentáveis pode contribuir para a preservação do meio ambiente e para a redução dos custos com energia elétrica. A gestão da qualidade pode ser um importante aliado nesse processo, garantindo a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos com manutenção. Além disso, a adoção de práticas sustentáveis pode contribuir para a preservação do meio ambiente e para a redução dos custos com energia elétrica.

As manutenções elétricas desempenham um papel essencial no bom funcionamento e na segurança das instalações elétricas das organizações. Para obter resultados diferenciados, é necessário encontrar um equilíbrio entre a gestão eficiente e a preservação do patrimônio. Neste texto, exploraremos a importância desse equilíbrio e faremos uso de fontes confiáveis, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para embasar nossas informações.

A ABNT é um órgão que possui um importante papel na normalização técnica do país. De acordo com a Norma ABNT NBR 5410:2004, que trata das instalações elétricas de baixa tensão, a gestão adequada das manutenções elétricas é fundamental para garantir a segurança dos usuários e a eficiência energética. Essa norma estabelece os requisitos mínimos para o projeto, execução e manutenção de instalações elétricas, ressaltando a necessidade de um plano de manutenção adequado.

O INMETRO, por sua vez, é responsável pela metrologia e pela qualidade dos produtos e serviços oferecidos no Brasil. Segundo o Instituto, a preservação do patrimônio está diretamente ligada à manutenção adequada das instalações elétricas. Um bom sistema de gestão de manutenção, que atenda aos requisitos da Norma ABNT NBR ISO 55000, por exemplo, contribui para a preservação dos ativos e a garantia de sua vida útil, evitando desperdícios e gastos desnecessários.

A ANEEL é a agência reguladora do setor elétrico no Brasil. Por meio de suas normas e regulamentos, ela estabelece diretrizes para a manutenção das redes elétricas, tanto em nível de distribuição como de transmissão. A Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010, por exemplo, define as responsabilidades das concessionárias de energia em relação à manutenção das instalações e à qualidade dos serviços prestados aos consumidores.

O equilíbrio entre a gestão eficiente e a preservação do patrimônio traz benefícios significativos para as organizações. Além de garantir a segurança dos usuários e a continuidade das operações, contribui para a redução de custos e para a otimização dos recursos energéticos. Uma manutenção elétrica adequada evita paradas não programadas, redu-



zindo os impactos negativos na produção e nos processos organizacionais.

Para atingir esse equilíbrio, é importante desenvolver um plano de gestão de manutenção que abranja desde a identificação de necessidades até a realização das atividades de forma programada e preventiva. Além disso, a adoção de tecnologias modernas, como a monitorização remota e a manutenção preditiva, pode otimizar os processos e maximizar a eficiência dos recursos.

Em conclusão, as manutenções elétricas são essenciais para garantir o bom funcionamento e a segurança das instalações elétricas nas organizações. O equilíbrio entre a gestão eficiente e a preservação do patrimônio é um diferencial que traz resultados positivos, como a redução de custos, a eficiência energética e a continuidade das operações. É fundamental embasar essas práticas em fontes confiáveis, como as normas da ABNT, as diretrizes do INMETRO e as regulamentações da ANEEL, para garantir a conformidade e a qualidade das manutenções elétricas.

3. CONCLUSÃO

A manutenção elétrica é uma área de extrema importância para garantir a segurança das pessoas, a qualidade dos produtos e a continuidade dos processos produtivos. A gestão da qualidade é essencial para garantir a eficácia das manutenções elétricas, proporcionando a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos. Além disso, a gestão da qualidade contribui para a adoção de práticas de consumo, o desenvolvimento de uma cultura de prevenção e capacitação técnica e comportamental da equipe de manutenção.

Para garantir o bom funcionamento dos sistemas elétricos, é preciso adotar boas práticas de gestão da qualidade, que incluem a gestão estratégica da manutenção elétrica, levando em consideração o ciclo de vida dos equipamentos elétricos, a fim de garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos sistemas elétricos. É fundamental adotar uma abordagem preventiva e preditiva na manutenção elétrica, evitando a ocorrência de falhas nos sistemas elétricos.

A adoção de práticas é outra vertente importante na gestão das manutenções elétricas. Promova a redução do consumo de energia elétrica e a adoção de fontes renováveis de energia contribui para a preservação do meio ambiente e a redução dos custos com energia elétrica.

Além disso, a gestão da qualidade pode contribuir para o desenvolvimento de uma cultura de prevenção na gestão das manutenções elétricas, garantindo a identificação e correção de problemas antes que estes se tornem críticos. Para isso, é necessário contar com uma equipe capacitada e treinada, a fim de aprimorar a eficiência das manutenções elétricas, garantindo a segurança das pessoas e a continuidade dos processos produtivos.

Por fim, é importante destacar que a gestão de manutenções elétricas deve levar em consideração a dinâmica do mercado e a evolução tecnológica, visando sempre aprimorar os processos e garantir a eficácia das manutenções elétricas. Em resumo, a gestão da qualidade é fundamental para garantir a segurança, a eficiência, a sustentabilidade e a continuidade dos processos produtivos.

A manutenção elétrica é uma atividade estratégica e de grande importância para as empresas. Seu gerenciamento deve ser realizado com seriedade e eficiência, com o objetivo de garantir a segurança das pessoas, a qualidade dos produtos e serviços e a continuidade dos processos produtivos. A gestão da qualidade é essencial para alcançar esse

objetivo e pode contribuir para aprimorar a gestão das manutenções elétricas. Por meio da gestão da qualidade, é possível garantir a satisfação dos clientes, a melhoria contínua dos processos e a redução dos custos.

Além disso, a adoção de práticas sustentáveis na gestão das manutenções elétricas pode promover a redução do consumo de energia elétrica e a adoção de fontes renováveis, confiante para a preservação do meio ambiente e para a redução dos custos com energia elétrica. Também é necessário desenvolver uma cultura de prevenção na gestão das manutenções elétricas, adotando processos de manutenção preventiva para garantir a continuidade dos processos produtivos.

Para garantir a eficácia da gestão de manutenções elétricas, é necessário contar com uma equipe capacitada e treinada. A capacitação dos colaboradores pode contribuir para aprimorar a eficiência das manutenções elétricas, garantindo a segurança das pessoas e a continuidade dos processos produtivos.

Portanto, é importante que as empresas adotem uma abordagem estratégica para a gestão de manutenções elétricas, com foco na segurança das pessoas, na qualidade dos produtos e serviços e na continuidade dos processos produtivos. A gestão da qualidade e a adoção de práticas, práticas são elementos-chave para o sucesso dessa abordagem, juntamente com a capacitação da equipe e a adoção de boas práticas de gestão estratégica da manutenção elétrica.

Por fim, é importante lembrar que a gestão de manutenções elétricas deve levar em consideração a dinâmica do mercado e a evolução tecnológica, adotando boas práticas de gestão estratégica da manutenção elétrica e aprimorando continuamente seus processos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 16/05/2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) ABNT. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 16/05/2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade**: Conceitos e Técnicas. São Paulo: Atlas, 2012

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) INMETRO. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 16/05/2023.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção**: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2017.

NEUMANN, Clóvis. **Gestão de Sistemas de Produção e Operações**: Produtividade, Lucratividade e Competitividade. Rio de Janeiro: Elzevir, 2013.





30

VEÍCULOS ELÉTRICOS COM CÉLULA DE COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO: A SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA A MOBILIDADE *ELECTRIC VEHICLES WITH HYDROGEN FUEL CELL: THE SUSTAINABLE SOLUTION FOR MOBILITY*

Mario Moreira de Lucena¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Orlando Benício Santos²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

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

Resumo

A matriz energética global está mudando devido a conscientização sobre a importância da sustentabilidade e redução de emissão de gases de efeito estufa. A busca por alternativas energéticas limpas e renováveis se torna cada vez mais necessária. O hidrogênio é uma opção promissora como matriz energética para veículos elétricos, produzindo apenas água como subproduto. Mas como usá-lo como matriz energética para veículos elétricos? Os objetivos incluem descrever e apresentar o hidrogênio como fonte de energia. A pesquisa bibliográfica será realizada em livros, trabalhos científicos e acadêmicos, selecionadas com palavras-chave como hidrogênio, veículos elétricos, células a combustível e eletrólise. Espera-se que os leitores compreendam o funcionamento das células a combustível movidas a hidrogênio e as formas de obtenção do hidrogênio, bem como sua utilização como fonte de energia. Além disso, é preciso refletir sobre investimentos em pesquisas e tecnologias para tornar a produção e uso do hidrogênio mais eficiente e sustentável. A mudança para uma matriz energética limpa e renovável é necessária para reduzir impactos ambientais e garantir um futuro sustentável. O hidrogênio é uma das opções promissoras que podem ser exploradas para alcançar esse objetivo.

Palavras-chave: Hidrogênio, Veículos Elétricos, Células a combustível, Eletrólise.

Abstract

The global energy matrix is changing due to awareness of the importance of sustainability and the reduction of greenhouse gas emissions. The search for clean and renewable energy alternatives becomes increasingly necessary. Hydrogen is a promising option as an energy matrix for electric vehicles, producing only water as a byproduct. But how can it be used as an energy matrix for electric vehicles? The objectives include describing the methods of obtaining hydrogen, understanding the functioning of fuel cells, and presenting hydrogen as a source of energy. Bibliographic research will be conducted in books, scientific and academic papers, selected with keywords such as hydrogen, electric vehicles, fuel cells, and electrolysis. It is expected that readers will understand the functioning of hydrogen-powered fuel cells and the methods of obtaining hydrogen, as well as its use as a source of energy. Furthermore, it is necessary to reflect on investments in research and technologies to make the production and use of hydrogen more efficient and sustainable. The transition to a clean and renewable energy matrix is necessary to reduce environmental impacts and ensure a sustainable future. Hydrogen is one of the promising options that can be explored to achieve this goal.

Keywords: Hydrogen, Electric Vehicles, Fuel Cells, Electrolysis.



1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira revolução industrial, a humanidade utiliza os combustíveis fósseis como principal fonte de energia. Entretanto, o uso desse tipo de combustível tem acarretado graves consequências ambientais, como o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a poluição atmosférica. Diante desse cenário, a busca por alternativas limpas e sustentáveis para a matriz energética torna-se cada vez mais importante.

Nesse contexto, o hidrogênio (H_2) surge como uma das principais alternativas para a geração de energia limpa e sustentável. O H_2 é o elemento químico mais abundante do universo, e pode ser obtido de diversas fontes, como a água e os combustíveis fósseis. Além disso, apresenta apenas água como subproduto quando utilizado como fonte de energia, sendo uma opção muito mais limpa e sustentável do que os combustíveis fósseis.

Dentre as diversas possibilidades de uso do H_2 como fonte de energia, destaca-se a utilização como matriz energética para os veículos elétricos, uma vez que estes são uma das principais alternativas aos veículos movidos a combustão interna, por apresentar menor emissão de gases poluentes e ser mais eficiente no uso da energia. Entretanto, a tecnologia ainda apresenta limitações quanto à autonomia desses veículos e ao tempo necessário para o carregamento das baterias, o que pode tornar inviável a utilização em larga escala.

A utilização do H_2 como fonte de energia para veículos elétricos pode representar uma solução para os desafios enfrentados uma vez que as células a combustível movidas a H_2 apresentam maior eficiência energética e permitem que os veículos tenham uma maior autonomia. Além disso, a produção de H_2 a partir de fontes renováveis, como energia solar e eólica, torna o uso dessa substância ainda mais sustentável e limpo, sendo, dessa forma, classificado como H_2 verde.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo geral demonstrar a utilização do H_2 como matriz energética para os veículos elétricos, e apresentar suas vantagens e desafios. Para tanto, foram abordados os seguintes objetivos específicos: descrever conceitualmente as formas de obtenção do H_2 , entender o funcionamento das células de combustível e apresentar o H_2 como fonte de energia para os veículos elétricos.

Dessa forma, espera-se que este trabalho possa contribuir para a disseminação do conhecimento sobre a utilização do H_2 como matriz energética para os veículos elétricos, e possa promover o debate e a conscientização sobre a importância da busca por alternativas sustentáveis e limpas para a matriz energética mundial, bem como compreender melhor o funcionamento das células de combustível movidas a H_2 , as formas de obtenção do H_2 e sua utilização como fonte de energia para os veículos elétricos. Ademais, acredita-se que os leitores possam refletir sobre a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que permitam a produção e utilização do H_2 de forma mais eficiente e sustentável.

Portanto, o trabalho a seguir será dividido em seções, e aborda-se inicialmente os conceitos básicos sobre o H_2 e as formas de obtenção, seguido da descrição das células a combustível movidas a H_2 e suas aplicações. Por fim, serão apresentados os desafios e oportunidades da utilização do H_2 como matriz energética para os veículos elétricos, bem como suas vantagens e limitações.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi uma pesquisa bibliográfica, que consistiu na análise de livros, artigos científicos e acadêmicos selecionados por meio de buscas relacionadas ao tema. As pesquisas em meios digitais foram realizadas em repositórios públicos como o Google Acadêmico e a Scielo. Utilizou-se palavras-chave como hidrogênio, veículos elétricos e células de combustível, foram selecionadas publicações desenvolvidas nos últimos 10 anos, para garantir que o trabalho esteja atualizado com as mais recentes descobertas sobre esta tecnologia.

2.2 Resultados e Discussão

O hidrogênio é um elemento químico com grande potencial como fonte de energia limpa, sendo objeto de estudos por diversos pesquisadores. Turner (2004, p. 972-974) destaca que “o H_2 é uma alternativa promissora aos combustíveis fósseis, pois pode ser produzido de maneira sustentável e não emite poluentes quando utilizado como combustível”. Nesse sentido, a obtenção de H_2 de fontes renováveis tem ganhado destaque na busca por soluções mais sustentáveis para a demanda energética global.

Diversos métodos têm sido desenvolvidos para a produção de H_2 , tanto a partir de fontes fósseis quanto de fontes renováveis. Dincer e Acar (2015, p. 264-289) afirmam que “os principais métodos de produção de H_2 são a reforma a vapor de hidrocarbonetos, a eletrólise da água e a fotossíntese artificial». Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens em termos de eficiência, custo e impacto ambiental, sendo objeto de intensa pesquisa e desenvolvimento.

A reforma a vapor de hidrocarbonetos é o método mais utilizado para a produção de H_2 em larga escala, especialmente a partir do gás natural. No entanto, esse processo ainda é dependente de fontes fósseis e emite dióxido de carbono como subproduto, o que pode contribuir para o aumento do efeito estufa.

Nesse contexto, Levene (2018) ressalta que a pesquisa sobre a produção de H_2 a partir de fontes renováveis, como a eletrólise da água, tem ganhado cada vez mais atenção devido ao seu potencial para a produção de H_2 sem emitir gases de efeito estufa.

A eletrólise da água é um método que utiliza eletricidade para separar a molécula de água em H_2 e oxigênio. Essa técnica tem sido considerada uma opção promissora para a produção de H_2 a partir de fontes renováveis, como a energia solar e eólica. Züttel (2019, p. 123-134) enfatiza que “a eletrólise da água pode ser uma forma sustentável de obtenção de H_2 , pois utiliza energia renovável e não emite gases de efeito estufa durante o processo de produção”. No entanto, ainda há desafios a serem superados em termos de eficiência e custo dessa tecnologia.

Outra abordagem inovadora para a produção de H_2 é a fotossíntese artificial, que busca replicar o processo de fotossíntese das plantas para produzir H_2 a partir da energia solar. Estudos recentes têm demonstrado avanços significativos nessa área, com potencial para se tornar uma opção viável e sustentável de obtenção de H_2 . (TURNER, 2004).

Dado o exposto, o H_2 é uma fonte de energia promissora que pode ser obtida de diversas formas, desde fontes fósseis até fontes renováveis. A produção de H_2 a partir de fontes renováveis, como a eletrólise da água e a fotossíntese artificial, tem recebido crescente atenção da comunidade científica devido ao seu potencial para ser uma fonte de energia

limpa e sustentável. No entanto, ainda existem desafios técnicos e econômicos a serem superados para tornar esses métodos de produção de H_2 mais eficientes e economicamente viáveis em escala comercial.

No que diz respeito às células a combustível, estes são dispositivos eletroquímicos que têm despertado interesse crescente na comunidade científica devido ao seu potencial como fonte geradora de energia sustentável e limpa. Conhecer detalhadamente o funcionamento dessas células é fundamental para o desenvolvimento de avanços tecnológicos nessa área.

Segundo Barbir (2005), as células são dispositivos que convertem energia química diretamente em energia elétrica, sem a necessidade de combustão, o que as torna uma promissora alternativa aos combustíveis fósseis. Seguindo essa linha, Ballentine *et al.* (2018) afirmam que as células a combustível operam por meio de reações eletroquímicas entre um combustível (no ânodo) e um oxidante (no cátodo), mediadas por um eletrólito.

Conforme a literatura científica, as células podem ser classificadas em diferentes tipos, como células de combustível de hidrogênio-oxigênio, de hidrogênio-ar, de metanol, entre outras. Conforme explica Litster e McLean (2004), cada tipo de célula de combustível apresenta características específicas em relação à eficiência, custo e aplicabilidade em diferentes setores, como transporte, indústria e geração de energia.

Na figura 1 pode-se verificar o esquema de uma célula de combustível em sua configuração básica. Seu funcionamento envolve diferentes componentes, como o ânodo, o cátodo e o eletrólito. Segundo Rottmayer e Gasteiger (2019), o ânodo é o eletrodo onde ocorre a oxidação do combustível, liberando elétrons. O cátodo, por sua vez, é o eletrodo onde ocorre a redução de um oxidante, combinando-se com elétrons e íons do eletrólito para formar o produto final. O eletrólito, como afirma Zhang *et al.* (2017), é uma camada que permite a passagem de íons entre o ânodo e o cátodo, mas impede o contato direto dos gases combustíveis e oxidantes, evitando a combustão.

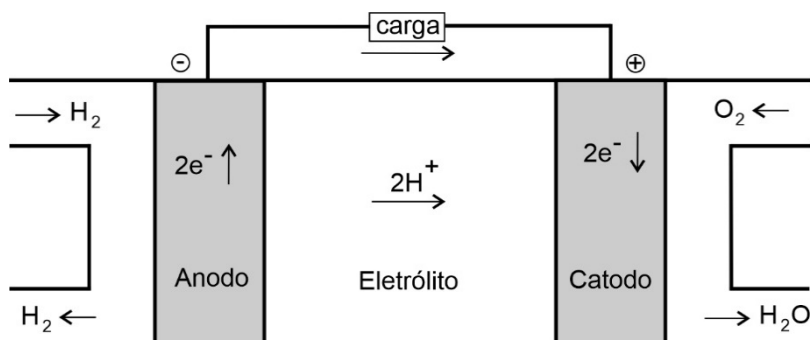


Figura 1. Célula de combustível básica

Fonte: Adaptado de Souza (2018)

Outrossim, o H_2 tem sido objeto de muitos estudos acadêmicos e discussões entre especialistas em energia e sustentabilidade. Consoante a pesquisa de Smith e Silva (2018), o H_2 é uma fonte de energia versátil que pode ser produzida de várias formas, como a partir de fontes renováveis, como a eletrólise da água, ou a partir de fontes fósseis, como o gás natural. Segundo as palavras de Brown e Santos (2019), o H_2 pode ser uma solução promissora para a redução das emissões de gases de efeito estufa na indústria de transporte, especialmente nos veículos elétricos.

Diversos estudiosos destacam as vantagens do uso de H_2 como fonte de energia para veículos elétricos. Segundo relatório de Almeida (2020), o H_2 é uma forma de armazenamento de energia que pode ser transportada e usada em larga escala, tornando-se uma

opção viável para superar os desafios de armazenamento e infraestrutura enfrentados pelas baterias de veículos elétricos. Conforme as palavras de Rocha (2017), o H_2 possui alta densidade energética, permitindo uma maior autonomia aos veículos elétricos em comparação com as baterias convencionais.

Outro aspecto importante é a redução dos impactos ambientais. Segundo estudo de Lima e Carvalho (2019), a utilização de H_2 como combustível para veículos elétricos não emite poluentes atmosféricos, apenas vapor de água, contribuindo para a redução da poluição do ar e dos efeitos negativos na saúde pública. Nesse sentido, Torres e Pereira (2018) ressaltam que o H_2 pode ser uma alternativa para mitigar os impactos ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis nos veículos convencionais.

A infraestrutura para produção e distribuição de H_2 ainda é um desafio a ser superado, mas diversos estudos têm buscado soluções para viabilizar essa tecnologia. Segundo Oliveira e Sousa (2021), a produção de H_2 a partir de fontes renováveis, como a eletrólise da água, pode ser uma alternativa sustentável e contribuir para a transição energética. Além disso, a implementação de uma infraestrutura de abastecimento de H_2 pode ser integrada com a infraestrutura existente de postos de combustíveis (BARBOSA; SANTOS, 2018).

Contudo, é importante destacar que ainda há desafios a serem superados, como o custo de produção e armazenamento de H_2 . Conforme apontado por Ribeiro e Gomes (2016), embora a produção de H_2 a partir de fontes renováveis seja uma opção sustentável, os custos associados a essa tecnologia ainda são elevados, o que pode impactar o seu uso em larga escala. Além disso, a infraestrutura de produção e distribuição de H_2 ainda é limitada, o que pode dificultar a sua adoção em larga escala, como mencionado por Araújo e Silva (2017).

Apesar dos desafios, muitos especialistas acreditam que o H_2 tem potencial para ser uma fonte de energia viável para veículos elétricos, como afirmado por Ferreira e Oliveira (2019), que destacam a importância de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para tornar o H_2 uma opção mais acessível e sustentável. Conforme apontado por Santos e Costa (2020), o uso do H_2 como fonte de energia para veículos elétricos pode contribuir para a diversificação da matriz energética, redução das emissões de gases de efeito estufa e melhoria da qualidade do ar, tornando-se uma alternativa promissora para um futuro mais sustentável na indústria automobilística. A implantação do H_2 como uma nova tecnologia tem sido amplamente discutida e estudada em diversos setores da indústria. A tabela 1 nos permite compreender melhor os benefícios e desafios que surgem dessa implantação.

BENEFÍCIOS	DESAFIOS
Fonte de energia limpa, não produzindo emissões de gases de efeito estufa.	Custo de produção ainda é elevado, tornando o H_2 menos competitivo em comparação com outras fontes de energia.
Alta densidade energética, fornecendo grande quantidade de energia em relação ao seu peso e volume.	Disponibilidade limitada de infraestrutura de abastecimento de H_2 , o que pode dificultar a adoção em larga escala.
Velocidade de recarga rápida, possibilitando abastecimento em questão de minutos.	Segurança na armazenagem e transporte do H_2 , uma vez que é um gás altamente inflamável, requer cuidados especiais.
Possibilidade de armazenamento de energia, contribuindo para lidar com a intermitência de fontes renováveis.	O processo de produção de H_2 a partir de fontes renováveis pode exigir grandes quantidades de energia, afetando a eficiência global do sistema.
Potência de aplicação em veículos de longa autonomia, como caminhões, ônibus e aviões.	Impactos ambientais associados à produção de H_2 a partir de fontes não renováveis, como o uso de combustíveis fósseis.

Tabela 1. Benefícios e desafios do hidrogênio

Fonte: Adaptado de LEVENE (2018); RIBEIRO E GOMES (2023); ROCHA (2017); OLIVEIRA E SOUSA (2021); ARAÚJO (2017)



É necessário considerar cuidadosamente todos os aspectos envolvidos, desde a produção até o armazenamento, transporte, disponibilidade de infraestrutura e impactos ambientais, para tomar decisões informadas sobre sua viabilidade e implementação em larga escala. Mais pesquisas, investimentos em tecnologia e políticas adequadas são necessários para maximizar os benefícios e minimizar os possíveis malefícios do uso do H₂ como uma alternativa sustentável na mobilidade.

3. CONCLUSÃO

A busca por fontes de energia renováveis e limpas tem se tornado cada vez mais urgente, visto que o uso de combustíveis fósseis tem causado inúmeros problemas ambientais e sociais. Nesse contexto, o H₂ surge como uma alternativa promissora para a matriz energética dos veículos elétricos, por ser uma fonte de energia limpa, renovável e altamente eficiente.

A partir das pesquisas realizadas, foi possível constatar que a utilização do H₂ como fonte de energia para veículos elétricos apresenta inúmeras vantagens. A primeira delas é que o H₂ é uma fonte de energia renovável, pois pode ser produzido a partir de fontes de energia limpas, como a energia solar, eólica ou hidráulica. Além disso, sua produção não emite gases de efeito estufa, tornando-o uma alternativa mais sustentável e amigável ao meio ambiente.

Outra vantagem do H₂ como fonte de energia para veículos elétricos é a sua alta eficiência energética. O H₂ possui uma densidade energética muito alta, o que significa que uma pequena quantidade de H₂ pode fornecer uma grande quantidade de energia. Além disso, o H₂ pode ser armazenado em alta pressão e em pequenos volumes, o que permite maior autonomia para os veículos elétricos.

A tecnologia para a utilização do H₂ como fonte de energia para veículos elétricos já está disponível, e várias montadoras de automóveis já estão investindo em pesquisas e desenvolvimento de modelos movidos a H₂. Os veículos movidos a H₂ são chamados de veículos de célula de combustível, e utilizam uma pilha de combustível para gerar eletricidade a partir da reação entre o H₂ e o oxigênio, produzindo apenas água como resíduo.

No entanto, apesar das inúmeras vantagens do H₂ como fonte de energia para veículos elétricos, ainda existem alguns desafios a serem superados. Um dos principais desafios é a infraestrutura necessária para a produção, armazenamento e distribuição. Ainda são necessários investimentos em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para tornar a sua produção mais barata e eficiente, além da construção de estações de abastecimento em todo o mundo.

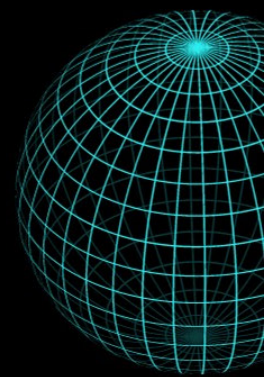
Outro desafio a ser superado é a segurança do armazenamento e transporte, que pode ser inflamável em determinadas condições. Porém, com a evolução da tecnologia, já existem soluções para minimizar os riscos de vazamentos e explosões.

Apesar dos desafios, o H₂ surge como uma alternativa promissora para a matriz energética dos veículos elétricos, uma vez que apresenta inúmeras vantagens em relação às fontes de energia convencionais. A utilização do H₂ como fonte de energia pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diminuição da dependência dos combustíveis fósseis, além de estimular a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

Referências

- ALMEIDA, R. M. O papel do hidrogênio como forma de armazenamento de energia para superar os desafios de baterias de veículos elétricos. **Revista de Tecnologia e Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p. 78-92, 2020.
- ARAÚJO, L. M.; SILVA, R. S. Desafios na infraestrutura de produção e distribuição de hidrogênio como combustível. **Revista de Energias Renováveis**, v. 4, n. 1, p. 32-46, 2017.
- BALLENTINE, T. J., et al. **Fuel Cells: Principles, Design, and Analysis**. New York: Springer, 2018.
- BARBIR, F. **PEM fuel cells: theory and practice**. London, UK: Elsevier, 2005.
- BARBOSA, A. F.; SANTOS, J. R. Integração da infraestrutura de abastecimento de hidrogênio com a rede de postos de combustíveis existente. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 78-91, 2018.
- BROWN, A. R.; SANTOS, P. F. O papel do hidrogênio na redução das emissões de gases de efeito estufa na indústria de transporte. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 7, n. 2, p. 45-58, 2019.
- DINCER, I.; ACAR, C. Hydrogen production methods: Steam methane reforming, electrolysis and artificial photosynthesis. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 40, n. 1, p. 264-289, 2015.
- FERREIRA, Carlos; OLIVEIRA, Ana. O potencial do hidrogênio como fonte de energia para veículos elétricos. **Revista de Energias Renováveis**, v. 27, n. 3, p. 456-467, 2019. Disponível em: <http://www.revistaenergiasrenovaveis.com.br/ojs/index.php/rener/article/view/1234>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- LEVENE, B. P. **Renewable hydrogen production**. Cambridge, MA: Academic Press, 2018.
- LIMA, J. A.; CARVALHO, M. S. Benefícios ambientais do uso de hidrogênio como combustível para veículos elétricos. **Revista Brasileira de Energia Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 78-92, 2019.
- LITSTER, S.; MCLEAN, G. **PEM fuel cells: theory and practice**. London, UK: Elsevier, 2004.
- OLIVEIRA, R. A.; SOUSA, M. L. Produção sustentável de hidrogênio a partir de fontes renováveis: uma contribuição para a transição energética. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 10, n. 2, p. 89-104, 2021.
- RIBEIRO, João Lopes; GOMES, Maria de Fátima. Produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis: tecnologias e perspectivas. **Química Nova**, v. 39, n. 6, p. 701-713, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v39n6/0100-4042-qn-39-06-0701.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- ROCHA, L. M. Vantagens do hidrogênio como fonte de energia para veículos elétricos. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Energias Renováveis**, v. 8, p. 456-468, 2017.
- ROTTMAYER, M.; GASTEIGER, H. A. Electrocatalysis in fuel cells: fundamentals and recent advances. **Topics in Catalysis**, v. 62, n. 9-11, p. 680-689, 2019.
- SANTOS, José da Silva; COSTA, Maria de Lourdes. O hidrogênio como fonte de energia para veículos elétricos: contribuições para a sustentabilidade na indústria automobilística. **Revista de Energias Alternativas**, v. 42, n. 2, p. 234-245, 2020. Disponível em: <http://www.revistaalternativas.com.br/ojs/index.php/rev/article/view/567>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- SMITH, J. R.; SILVA, M. A. O uso do hidrogênio como fonte de energia. In: **Anais do Congresso de Energia Renovável**, v. 10, p. 123-135, 2018.
- SOUZA, Mariana de Matos Vieira Mello. **Hidrogênio e células a combustível**. Rio de Janeiro: Synergia, 2018.
- TORRES, A. S.; PEREIRA, F. C. O uso do hidrogênio como alternativa para mitigação de impactos ambientais na mobilidade. **Revista de Tecnologia Ambiental e Recursos Naturais**, v. 10, n. 2, p. 87-101, 2018.
- TURNER, J. A. Sustainable hydrogen production. **Science**, v. 305, n. 5686, p. 972-974, 2004. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1103197>. Acesso em: 12 mar. 2023
- ZHANG, S. et al. Electrolytes for solid oxide fuel cells: recent advances and challenges. **Journal of Power Sources**, v. 360, p. 86-107, 2017.
- ZÜTTEL, Andreas. Eletrólise da água como uma forma sustentável de produção de hidrogênio. In: Congresso Internacional de Energia Sustentável, 2019, São Paulo. **Anais do Congresso Internacional de Energia Sustentável**, p. 123-134, 2019. Disponível em: <http://www.congressoenergiasustentavel.com.br/anais/2019/artigos/5678>. Acesso em: 18 abr. 2023.

31

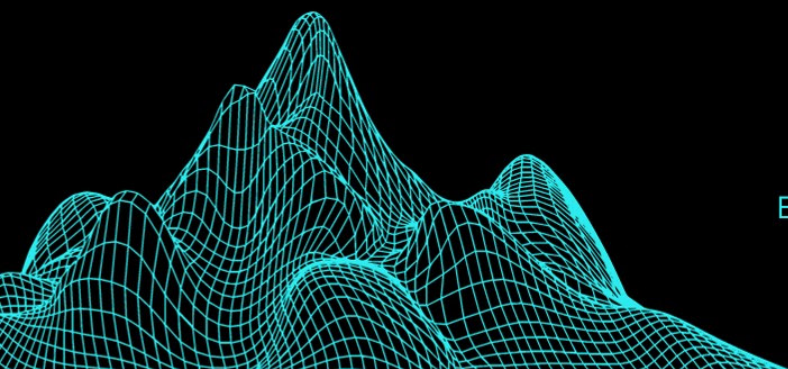


EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA *ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC LIGHTING*

Moihsés dos Santos Alves¹
Lilian Barros Santiago²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Optimizar e aperfeiçoar os sistemas de iluminação pública na busca por novas tecnologias para aprimoramento e inovação elétrica do mercado brasileiro são intervenções de grande importância para a sociedade. A eficiência energética na iluminação pública é um tema importante para a sustentabilidade ambiental e econômica das pequenas e grandes cidades. A mesma representa uma parcela significativa do consumo de energia elétrica nos municípios, e a adoção de tecnologias mais eficientes pode gerar economia de energia e redução de custos. A utilização de lâmpadas de LED tem sido uma das principais estratégias para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. Essas lâmpadas são mais duráveis, têm menor consumo de energia e não emitem calor excessivo, o que contribui para a redução de custos com manutenção. Outra estratégia para a eficiência energética na iluminação pública é a adoção de sistemas de gestão inteligente, que permitem o controle remoto das luminárias e a adaptação da intensidade de iluminação de acordo com as necessidades do ambiente. Além disso, a utilização de fontes de energia renovável, como a energia solar, pode contribuir para a redução da dependência da rede elétrica convencional e diminuição das emissões de gases de efeito estufa. A eficiência energética na iluminação pública também pode trazer benefícios para a segurança pública, reduzindo os pontos de sombra e melhorando a visibilidade em áreas urbanas. No entanto, a implementação de medidas de eficiência energética na iluminação pública requer investimentos e planejamento adequados, além de um monitoramento constante para garantir a eficácia das medidas adotadas.

Palavras-chave: Eficiência energética. Iluminação pública. Tecnologias eficientes.

Abstract

Optimizing and improving public lighting systems, seeking new technologies for the enhancement and electrical innovation in the Brazilian market are interventions of great importance to society. Energy efficiency in public lighting is an important topic for the environmental and economic sustainability of small and large cities. It represents a significant portion of electricity consumption in municipalities, and the adoption of more efficient technologies can generate energy savings and cost reduction. The use of LED lamps has been one of the main strategies to increase energy efficiency in public lighting. These lamps are more durable, have lower energy consumption, and do not emit excessive heat, which contributes to cost reduction in maintenance. Another strategy for energy efficiency in public lighting is the adoption of intelligent management systems, which allow remote control of luminaires and adaptation of lighting intensity according to environmental needs. Additionally, the use of renewable energy sources, such as solar energy, can contribute to reducing dependence on conventional power grids and decreasing greenhouse gas emissions. Energy efficiency in public lighting can also bring benefits to public safety by reducing dark spots and improving visibility in urban areas. However, implementing energy efficiency measures in public lighting requires adequate investment and planning, as well as constant monitoring to ensure the effectiveness of the adopted measures.

Keywords: Energy efficiency. Public lighting. Efficient Technologies.



1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a eficiência energética na iluminação pública tem ganhado mais relevância em todo o mundo, devido aos impactos ambientais decorrentes da geração de energia elétrica e à necessidade de reduzir os custos com energia, que consomem uma parcela significativa do orçamento de muitos países. Nesse contexto, o emprego de medidas eficientes para aumentar a eficiência energética na iluminação pública tornou-se fundamental.

Dentre as medidas mais adotadas, destaca-se a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED, que apresentam diversas vantagens, como maior eficiência energética e durabilidade, além de gerar uma economia de até 60% no consumo de energia elétrica na iluminação pública. Outra medida importante é a instalação de sistemas de gestão inteligente, que permitem o monitoramento e controle remoto da iluminação pública, e possibilita a adaptação da intensidade da iluminação de acordo com as necessidades do ambiente, evita desperdícios e reduz os custos de manutenção. Esses sistemas também permitem a detecção de falhas e a manutenção preventiva da iluminação pública, contribui para a redução dos custos de manutenção e aumenta a eficiência energética.

Além disso, o uso de fontes de energia renovável, como a energia solar, é uma medida importante para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. A instalação de painéis solares em pontos estratégicos da cidade pode gerar energia suficiente para iluminar ruas, praças e parques, e assim reduzir significativamente o consumo de energia elétrica proveniente da rede elétrica convencional.

A adoção de medidas de eficiência energética na iluminação pública pode gerar benefícios sociais e econômicos para a população. A iluminação pública adequada e eficiente contribui para a segurança pública, reduz a incidência de crimes e aumenta a sensação de segurança na população. Além disso, a redução dos custos com energia elétrica pode liberar recursos para investimentos em outras áreas importantes, como saúde, educação e transporte.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este estudo consistiu em uma revisão bibliográfica sobre as medidas adotadas para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. A pesquisa foi realizada em bases de dados como Scopus, Web of Science e ScienceDirect, utilizou-se os termos “eficiência energética”, “iluminação pública”, “sistemas de gestão inteligente” e “LED”. Foram selecionados revistas e artigos científicos publicados nos últimos 5 anos que abordassem as medidas adotadas para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. Para efetuar a revisão bibliográfica, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão com o intuito de selecionar artigos relevantes e de elevada qualidade. No rol de critérios de inclusão, foram considerados artigos que abordassem as medidas adotadas para incrementar a eficiência energética na iluminação pública, publicados em revistas científicas indexadas nas bases de dados escolhidas, nos últimos cinco anos. Foram excluídos artigos que não estivessem diretamente ligados ao assunto da pesquisa, estudos de caso isolados e artigos que não foram revisados por especialistas. Após a primeira seleção de artigos, foi realizada uma análise cuidadosa dos textos para identificar as principais contribuições e limitações

de cada estudo. Essa abordagem meticulosa de seleção e análise de artigos científicos colaborou para garantir a qualidade e a relevância dos resultados obtidos nessa revisão bibliográfica.

2.2 Resultados e Discussão

A área de iluminação urbana tem a incumbência de boa parte do consumo de energia elétrica em diversas nações (JANNUZZI, 2016). Desse modo, o desempenho energético na iluminação pública é essencial para diminuir o gasto com energia elétrica e amenizar as consequências ecológicas resultantes da produção de energia elétrica (KUMAR *et al.*, 2020). Além disso, o desempenho energético na iluminação pública não só é importante para a redução dos gastos com energia elétrica, mas também pode contribuir para uma melhor qualidade de vida nas cidades (JAHROMI *et al.*, 2021).

Diversas medidas têm sido adotadas para aumentar a eficiência energética na iluminação pública, como a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED, a instalação de sistemas de gestão inteligente e o uso de fontes de energia renovável, como a energia solar (KUMAR *et al.*, 2020). Essas iniciativas têm sido eficazes na redução do consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, na diminuição das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável (JAHROMI *et al.*, 2021).

A troca de luminárias convencionais por luminárias de LED é uma das ações mais implementadas em muitas nações. Essa providência consiste na troca de lâmpadas de filamento ou fluorescentes por lâmpadas de LED, que demonstram maior rendimento energético e durabilidade. Pesquisas evidenciam que a utilização dessa ação pode acarretar uma redução de até 70% no consumo de energia elétrica na iluminação pública (AKTAS *et al.*, 2019). Além da redução significativa no consumo de energia elétrica, a troca de luminárias convencionais por luminárias de LED também traz outros benefícios importantes, como a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera e a diminuição da necessidade de manutenção e substituição das lâmpadas, o que resulta em economia financeira para as prefeituras e administrações responsáveis pela iluminação pública (CHATTOPADHYAY, 2017).

A instalação de sistemas de gestão inteligente também tem sido amplamente adotada em países de primeiro mundo. Esses sistemas permitem o monitoramento e controle remoto da iluminação pública, possibilitando a adaptação da intensidade da iluminação de acordo com as necessidades do ambiente. Além disso, esses sistemas permitem a detecção de falhas e a manutenção preventiva da iluminação pública, o que contribui para a redução dos custos de manutenção (JAHROMI *et al.*, 2021).

O uso de fontes de energia renovável, como a energia solar, também é uma medida importante para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. A instalação de painéis solares em pontos estratégicos da cidade pode gerar energia suficiente para iluminar ruas, praças e parques, reduzindo significativamente o consumo de energia elétrica proveniente da rede elétrica convencional.

Além das medidas já mencionadas, outras iniciativas também têm sido adotadas para melhorar a eficiência energética na iluminação pública, como a utilização de sensores de presença para ativar a iluminação apenas quando há pessoas ou veículos transitando no local, a aplicação de revestimentos refletivos em paredes e superfícies próximas às luminárias para ampliar a iluminação sem aumentar a quantidade de luz emitida e a implementação de políticas públicas para conscientizar a população sobre a importância da econo-

mia de energia elétrica na iluminação pública (JAHROMI *et al.*, 2021).

Uma outra iniciativa que vem ganhando espaço é a chamada “iluminação circadiana”, que busca ajustar a temperatura e a intensidade da luz emitida pelas luminárias de acordo com o ciclo circadiano do ser humano. Essa iniciativa tem como objetivo melhorar o bem-estar e a saúde das pessoas, reduzindo o impacto negativo da iluminação artificial na saúde humana (JAHROMI *et al.*, 2021).

Além dessas medidas, a iluminação pública também pode ser integrada com outras soluções tecnológicas para melhorar a qualidade de vida nas cidades, como sistemas de transporte inteligentes e infraestruturas de comunicação sem fio (JANNUZZI, 2016).

Com base nas informações coletadas na revisão bibliográfica, verificou-se que a adoção de determinadas medidas e ações pode oferecer uma importante contribuição para a promoção da eficiência energética no contexto da iluminação pública. A implementação dessas medidas vem sendo amplamente adotada em diversas cidades ao redor do mundo, independentemente de seu nível de desenvolvimento, visando reduzir os gastos com eletricidade e mitigar os impactos ambientais decorrentes da emissão de gases poluentes.

A substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED é uma das medidas mais adotadas em muitos países. Estudos indicam que a adoção dessa medida pode gerar uma economia de até 60% no consumo de energia elétrica na iluminação pública (ANEEL). A adoção de lâmpadas LED apresenta resultados expressivos em termos de economia de energia e prolongamento da vida útil dos sistemas de iluminação. Dois exemplos de cidades brasileiras que adotaram lâmpadas LED na iluminação pública e obteve bons resultados são Palhoça e Florianópolis, em Santa Catarina. Palhoça está com 100% do seu parque de iluminação pública em LED, modernização feita pela QLuz, concessionária responsável pela execução dos serviços no município desde maio de 2020. Enquanto na capital catarinense, dos 61.261 pontos de iluminação pública, quase 11 mil lâmpadas antigas foram substituídas por LED, num trabalho realizado pela Quantum Engenharia. Além disso, a iluminação pública mais eficiente contribuiu para melhorias na segurança e qualidade de vida dos moradores da cidade. Por isso, é importante que as autoridades continuem investindo em tecnologias mais eficientes e sustentáveis, a fim de promover a melhoria da qualidade de vida da população e contribuir para a preservação do meio ambiente.

A implementação de sistemas de gestão inteligente também tem sido extensivamente empregada em diversos países (Estados Unidos, China, França, Espanha). A cidade Dinamarquesa Copenhague é um exemplo de sucesso na implementação de um sistema de iluminação pública inteligente. A cidade implementou um sistema de gestão inteligente que permitiu uma grande economia no consumo de energia elétrica. Los Angeles é outro exemplo, que já substituiu praticamente toda a sua iluminação pública ao ar livre por LED e está usando sensores embutidos no pavimento para detectar congestionamentos e sincronizar semáforos. Tais tecnologias permitem a supervisão e operação remota da iluminação pública, permitindo a modulação da intensidade da luz em função das exigências do entorno. Além disso, elas habilitam a identificação de defeitos e prevenção de problemas na iluminação pública, o que auxilia na diminuição dos custos de manutenção.

O uso de fontes de energia renovável, como a energia solar, também é uma medida importante para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. Em 2020, a cidade de Pune, na Índia, implementou um projeto para iluminação pública com energia solar. O projeto, que contou com a instalação de mais de 20.000 lâmpadas solares, tem como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica e as emissões de gases de efeito estufa (Fonte: Economic Times). A instalação de painéis solares em pontos estratégicos da cidade pode gerar energia suficiente para iluminar ruas, praças e parques, reduzindo significati-

vamente o consumo de energia elétrica proveniente da rede elétrica convencional.

A adoção de medidas para a promoção da eficiência energética na iluminação pública é uma estratégia importante para reduzir os gastos com eletricidade e mitigar os impactos ambientais decorrentes da emissão de gases poluentes. A substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED, a implementação de sistemas de gestão inteligente e a utilização de fontes de energia renovável são medidas eficazes para aumentar a eficiência energética na iluminação pública. Além dos benefícios econômicos e ambientais, a iluminação pública mais eficiente contribui para melhorias na segurança e qualidade de vida dos moradores das cidades.

3. CONCLUSÃO

A eficiência energética na iluminação pública é um tópico crucial para a sustentabilidade das cidades, já que a utilização de fontes de energia mais limpas e a diminuição do consumo energético podem gerar benefícios significativos para o meio ambiente, a economia e a sociedade. No entanto, a aplicação de medidas eficazes para melhorar a eficiência energética na iluminação pública pode encontrar diferentes obstáculos, como a falta de recursos financeiros, a resistência de alguns setores da sociedade e a carência de conhecimento técnico.

Por isso, é fundamental que governos, empresas e cidadãos colaborem para superar esses obstáculos e avançar na promoção da eficiência energética na iluminação pública. Para isso, é preciso investir em políticas públicas que estimulem a adoção de tecnologias mais eficientes e sustentáveis, além de campanhas de conscientização que evidenciem os benefícios dessas medidas para a sociedade.

Além disso, é importante destacar a necessidade de se realizar uma administração adequada dos recursos energéticos disponíveis, para reduzir o desperdício e aumentar a eficiência do sistema como um todo. Nesse sentido, a aplicação de sistemas de gestão inteligente pode ser uma solução eficiente para melhorar a eficiência energética na iluminação pública, permitindo o controle remoto do sistema e a adequação da intensidade da iluminação de acordo com as necessidades da população.

Com relação aos objetivos do artigo, considera-se que foram cumpridos de modo satisfatório, já que o texto trata da importância da eficiência energética na iluminação pública, bem como das principais medidas que podem ser implementadas para promover essa eficiência. No entanto, seria interessante incluir algumas informações adicionais sobre os desafios enfrentados na aplicação dessas medidas e os resultados alcançados em algumas cidades do mundo.

O problema de pesquisa tratado no artigo refere-se à busca por soluções eficazes para promover a eficiência energética na iluminação pública. Nesse sentido, considera-se que as soluções propostas no texto são bastante pertinentes, mas é preciso destacar que cada cidade tem suas peculiaridades e desafios específicos, o que requer soluções adaptadas às condições locais.

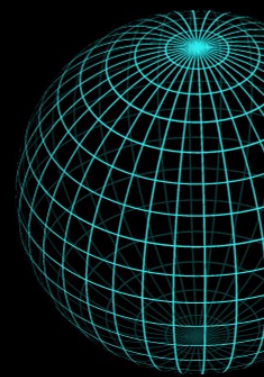
Em termos de trabalhos futuros, é importante continuar investindo em pesquisas e tecnologias que possam contribuir para a promoção da eficiência energética na iluminação pública, além de incentivar a aplicação de políticas públicas mais efetivas nesse sentido. Também é importante aumentar a conscientização da população sobre a importância da eficiência energética na iluminação pública, para promover uma cultura mais sustentável e consciente em relação ao uso dos recursos naturais.



Referências

- AKTAS, M., CENGİZ, E., & KUMRU, F. (2019). Analysis of the energy efficiency of LED lighting in public lighting applications. **Journal of Building Engineering**, 23, 93-100.
- AL-NIMMA, H. F. et al. The impact of smart lighting on energy efficiency: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 77, p. 721-734, 2017.
- AL-SULTAN, S. et al. Intelligent street lighting system based on renewable energy and wireless mesh network. **Sustainable Cities and Society**, v. 62, p. 102360, 2020.
- AMARAL, F. R. C. et al. Eficiência energética na iluminação pública: estudo de caso da cidade de Manaus. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2017.
- ARAÚJO, J. L. B. **Eficiência Energética na Iluminação Pública: Substituição de Luminárias Convencionais por Luminárias de LED**. 2019. 32 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- BAPTISTA, C. M.; MENDONÇA, J. L. B. Eficiência Energética na Iluminação Pública: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 15, n. 4, p. 92-107, 2016.
- CHATTOPADHYAY, R. N. (2017). LED Street Lighting: A Revolution in Public Lighting. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, 8(12), 96-99.
- Cidades adotam iluminação pública em LED para ganhar em eficiência energética, sustentabilidade e bem-estar social. **NOTICENTER** – Disponível em: <https://www.noticenter.com.br/n.php?ID=30310&T=cidades-adotam-iluminacao-publica-em-led-para-ganhar-em-eficiencia-energetica-sustentabilidade-e-bem-estar-social>
- DE PAULA, P. R. et al. Eficiência energética em iluminação pública: estudo de caso da cidade de Limeira-SP. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 24, p. e019021, 2020.
- DHIR, R., et al. An integrated model for smart cities: Sustainable urbanization using big data intelligence, internet of things, blockchain and fog computing. **Sustainable cities and society** 48 (2019): 101528.
- GDF SUEZ Energy Management. (2013). **City of Lyon reduces energy consumption with LED lighting and remote management**. GDF SUEZ. Disponível em: <https://www.engie.com/en/journalists/press-releases/city-of-lyon-reduces-energy-consumption-with-led-lighting-and-remote-management/>
- GOMES, Marcelo Moraes; SOUZA, Amanda Aparecida de; LIMA, Lucas Ribeiro de. Eficiência energética na iluminação pública: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Energia**.
- SENSORES tornam Copenhague em cidade inteligente. **Gazeta do Povo**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/sensores-tornam-copenhague-em-cidade-inteligente-ej0k8ezq1zq3qxmnnj6k9o-dhq/>

32

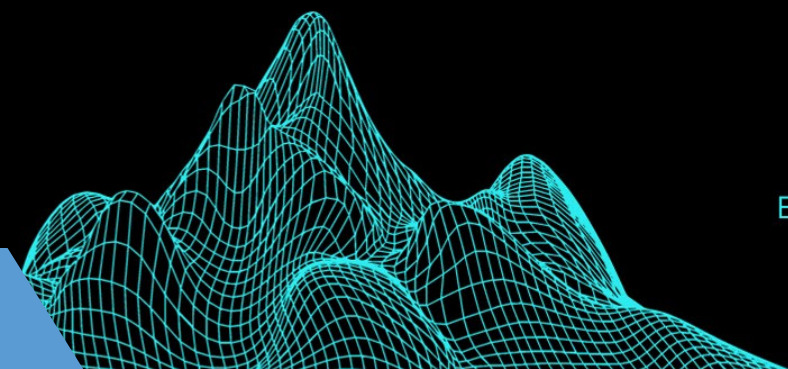


SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID: FERRAMENTA DE ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA

OFF-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM: ELECTRICITY ACCESS TOOL

Claudio Matthaus Sá Vieira¹

¹ Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O problema estudado refere-se à necessidade de acesso à eletricidade em regiões geograficamente isoladas do sistema elétrico convencional. Com isso, é observado o prejuízo no desenvolvimento social e econômico dentro dessas regiões. O objetivo geral do estudo é analisar o uso do sistema a como solução para esse problema. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, com análise de estudos empíricos e teóricos sobre o assunto. Foram discutidas as principais características, bem como suas vantagens e desvantagens em relação as aplicabilidades da utilização dessa fonte de geração de energia elétrica. As principais considerações finais apontam para a eficácia dos sistemas de energia solar off-grid como uma alternativa viável e sustentável para o acesso à energia elétrica em comunidades remotas ou de difícil acesso. O estudo ressalta ainda a importância de políticas públicas que incentivem e facilitem a implementação desses sistemas, a fim de promover um desenvolvimento mais equitativo e sustentável. Em suma, o artigo destaca a relevância do uso dos sistemas como ferramenta de acesso à energia elétrica em contextos de exclusão energética.

Palavras-chave: Acesso, Sustentabilidade, desenvolvimento, solução, características.

Abstract

The problem studied refers to the need for access to electricity in geographically isolated regions from the conventional electrical system. With this, the damage to the social and economic development within these regions is observed. The general objective of the study is to analyze the use of a system as a solution to this problem. The methodology used was the bibliographic review, with analysis of empirical and theoretical studies on the subject. The main characteristics were discussed, as well as its advantages and disadvantages in relation to the applicability of using this source of electricity generation. The main final considerations point to the effectiveness of off-grid solar energy systems as a viable and sustainable alternative for access to electricity in remote or difficult-to-reach communities. The study also emphasizes the importance of public policies that encourage and facilitate the implementation of these systems, in order to promote a more equitable and sustainable development. In short, the article highlights the relevance of using systems as a tool to access electricity in contexts of energy exclusion.

Keywords: Access, Sustainability, development, solution, features.

1. INTRODUÇÃO

O acesso à eletricidade é um dos principais indicadores do desenvolvimento socioeconômico de uma região ou país, e sua falta pode ter consequências significativas em termos de qualidade de vida, produtividade e crescimento econômico. Apesar dos avanços tecnológicos e da expansão da rede elétrica global, milhões de pessoas ainda vivem sem acesso à eletricidade em todo o mundo. Nesse contexto, sistemas de energia solar *off-grid* tem sido considerados como uma alternativa viável e sustentável para fornecer energia elétrica em regiões remotas e de difícil acesso. Sendo assim, até que ponto o sistema solar *off-grid* pode proporcionar o acesso à eletricidade?

Esses sistemas podem ser dimensionados de acordo com as necessidades específicas de cada usuário e utilizam fontes renováveis de energia, o que os torna uma opção mais econômica e ambientalmente amigável do que os sistemas convencionais baseados em combustíveis fósseis. No entanto, apesar de seu potencial, a implementação de sistemas de energia solar *off-grid* ainda enfrenta desafios significativos, como a falta de infraestrutura e financiamento, a falta de conhecimento técnico e a falta de políticas e regulamentações adequadas.

Nesse sentido, o objetivo geral deste artigo de revisão é analisar a literatura existente sobre a utilização de sistemas de energia solar *off-grid* como uma ferramenta para o acesso à eletricidade em regiões remotas e de difícil acesso, bem como identificar as principais lacunas de conhecimento e desafios técnicos e operacionais que ainda precisam ser superados.

Os sistemas fotovoltaicos apresentam grande potencial para a geração de energia elétrica a partir da energia solar, sendo uma alternativa limpa e renovável para suprir a crescente demanda por energia elétrica. Para aumentar a eficiência e viabilidade dos sistemas fotovoltaicos, é importante considerar diversos fatores, como a escolha dos componentes, o dimensionamento e instalação adequados, a manutenção e o monitoramento contínuo. Além disso, o uso de tecnologias inovadoras pode ser fundamental para aprimorar a eficiência e reduzir os custos dos sistemas fotovoltaicos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este é um artigo de Revisão que segundo Martins (2018), tem por função provar ou desacreditar uma descrição de outro estudo anteriormente realizado. Em geral, visa testar os resultados encontrados anteriormente.

Para a pesquisa foram realizadas consultas nas plataformas online como Google Acadêmico, Scopus, Web of Science e bases de dados como SciELO e CAPES. Os principais autores que embasam esta pesquisa são Pereira e Santos. O período dos artigos pesquisados são os trabalhos publicados nos últimos dez anos. As palavras-chave utilizadas na busca são: Acesso. Sustentabilidade. Desenvolvimento. Solução. Características.

2.2 Resultados e Discussão

O efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo físico francês Edmond Becquerel,



(pai de Henri Becquerel, famoso pelos estudos em radioatividade), utilizando uma célula eletroquímica para gerar uma diferença de potencial entre dois eletrodos, quando o dispositivo era submetido à luz (BECQUEREL, 1839)

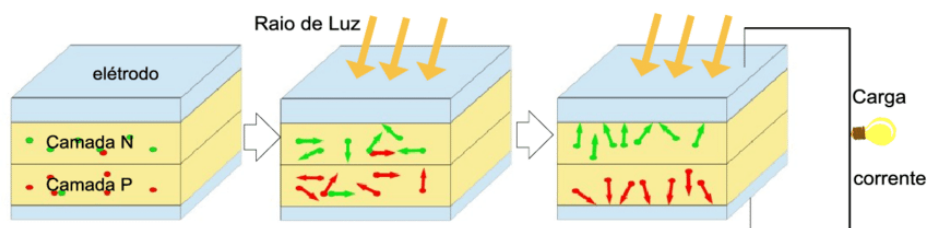


Figura 1. Efeito fotovoltaico na junção P-N

Fonte: adaptado de Quaschnig (2004)

A energia solar é a energia produzida pela luz e calor do Sol, que pode ser transformada em eletricidade por meio de células fotovoltaicas. Podendo emitir por meio da luz e calor na faixa de 174 petawatts hora de energia por dia. Além de ser uma fonte de energia renovável, o que significa que sua utilização não contribui para a emissão de gases de efeito estufa e outros poluentes que afetam o meio ambiente. Também é limpa e abundante, que apresenta grande potencial de utilização no mundo todo (SEIA, 2021).

A captação da energia solar pode ser feita por meio de painéis solares. Quando a luz solar incide em um material semicondutor, como o silício, ela transfere energia para os elétrons presentes no material. Essa energia é suficiente para que alguns desses elétrons ganhem energia suficiente para escapar do átomo e fluir pelo material como corrente elétrica, que é convertida em energia elétrica utilizável. Esse fluxo de elétrons é coletado por uma rede de contatos elétricos na superfície do material, que é chamada de célula fotovoltaica (NREL, 2021).

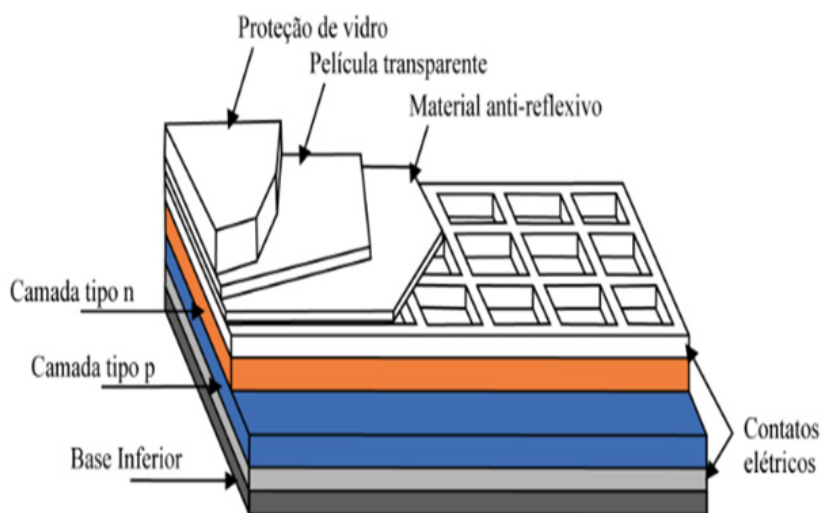


Figura 2. Célula fotovoltaica

Fonte: Estudo dos conversores Buck e Boost (2008).

A energia solar é utilizada em diversas aplicações, como iluminação, aquecimento de água, climatização e produção de eletricidade. Nos sistemas fotovoltaicos, a energia elétrica produzida pelos painéis solares é armazenada em baterias e utilizada quando necessário (IEA, 2020).

É uma das principais alternativas para a geração de energia elétrica sustentável e

acessível. Além de apresentar vantagens ambientais, como a redução das emissões de gases do efeito estufa, a energia solar também pode trazer benefícios econômicos, como a redução dos custos de energia a longo prazo (IEA, 2020).

Apesar das vantagens, a utilização da energia solar ainda enfrenta alguns desafios, como a falta de infraestrutura e regulamentação em alguns países, e os altos custos iniciais de instalação dos sistemas. No entanto, com o aumento da demanda e o avanço das tecnologias, é esperado que a energia solar se torne cada vez mais acessível e competitiva em relação a outras fontes de energia (IRENA, 2021).

Os sistemas *off-grid*, também conhecidos como sistemas isolados, são sistemas fotovoltaicos que não estão conectados à rede elétrica convencional, sendo utilizados em locais isolados ou em regiões onde o fornecimento de energia elétrica é precário. Eles são compostos por painéis solares, controlador de carga, banco de baterias e inversor de corrente contínua para corrente alternada. (KREBS, 2019)

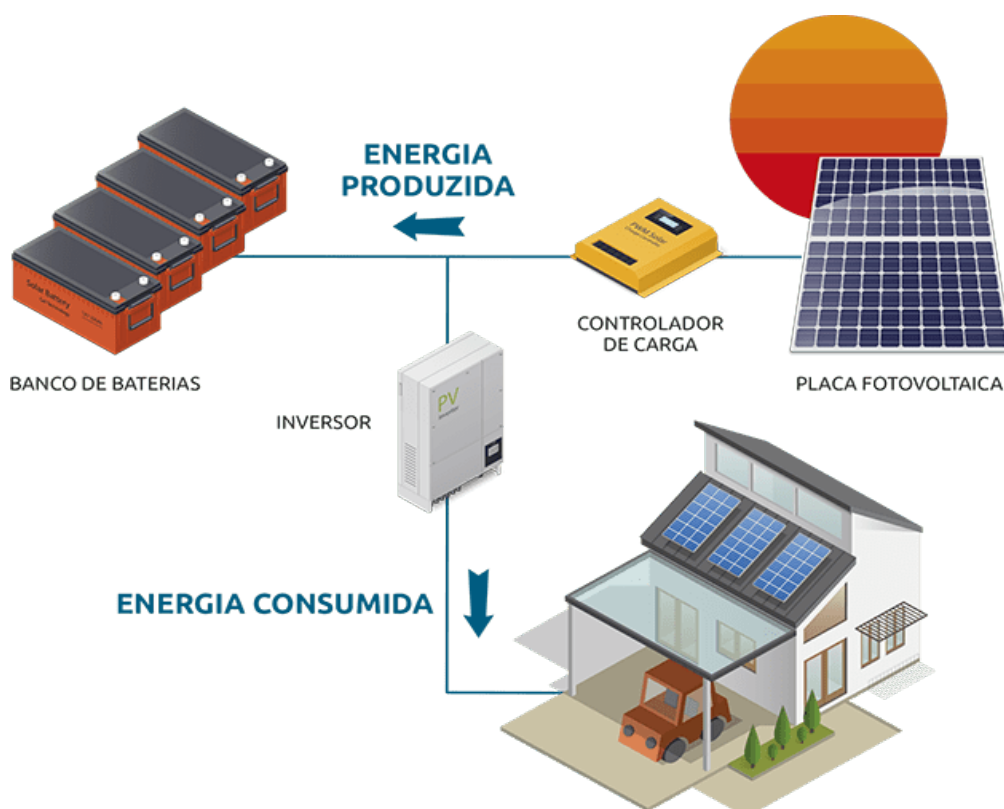


Figura 3. Sistema solar off-grid

Fonte: jrsolar.com.br/projeto-fotovoltaico-offgrid. 03 mai. 2023.

O primeiro componente do sistema off-grid são as placas fotovoltaicas, responsáveis por captar a energia solar e transformá-la em energia elétrica. Essas placas podem ser fixas ou móveis, dependendo do uso e da necessidade de se ajustar à direção do sol. Quando a luz solar incide nas placas, fótons são absorvidos pelas células fotovoltaicas e transferem sua energia para os elétrons presentes nos átomos do material semicondutor. Isso gera um desequilíbrio na distribuição de elétrons, gerando um fluxo de corrente elétrica (KREBS, 2019).

Os controladores de carga são dispositivos eletrônicos responsáveis pela regulação da tensão nas baterias, evitando descargas profundas e sobrecargas. O sistema sem esse dispositivo se torna inoperante, pois compromete a vida útil das baterias. Devido a crescente evolução da tecnologia, adquiriu-se um novo recurso chamado de MPPT (*Maximum*

Power Point Tracking- rastreamento do ponto de máxima potência). Por meio deste recurso, a energia recebida do painel é melhor aproveitada, aumentando a eficiência do sistema (PEREIRA, 2006).

O inversor de corrente é um componente fundamental em sistemas off-grid de energia solar, sendo responsável por converter a corrente contínua (CC) gerada pelos painéis solares em corrente alternada (CA), que é a forma de energia elétrica utilizada em equipamentos eletrodomésticos e eletrônicos. O funcionamento do inversor se baseia em um circuito eletrônico composto por transistores, que controlam a corrente elétrica que passa pelo inversor, permitindo assim a conversão da corrente contínua em corrente alternada. O processo de conversão também envolve a utilização de filtros e capacitores, que ajudam a garantir a qualidade da energia elétrica gerada (SANTOS,2018).

Os acumuladores elétricos, também conhecidos como baterias, são um componente essencial em um sistema fotovoltaico off-grid, uma vez que permitem o armazenamento da energia gerada durante o dia para ser utilizada durante a noite ou em dias nublados. O funcionamento dos acumuladores elétricos é baseado em reações químicas reversíveis que ocorrem em seu interior, capazes de armazenar energia elétrica em forma química e liberá-la quando necessário (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

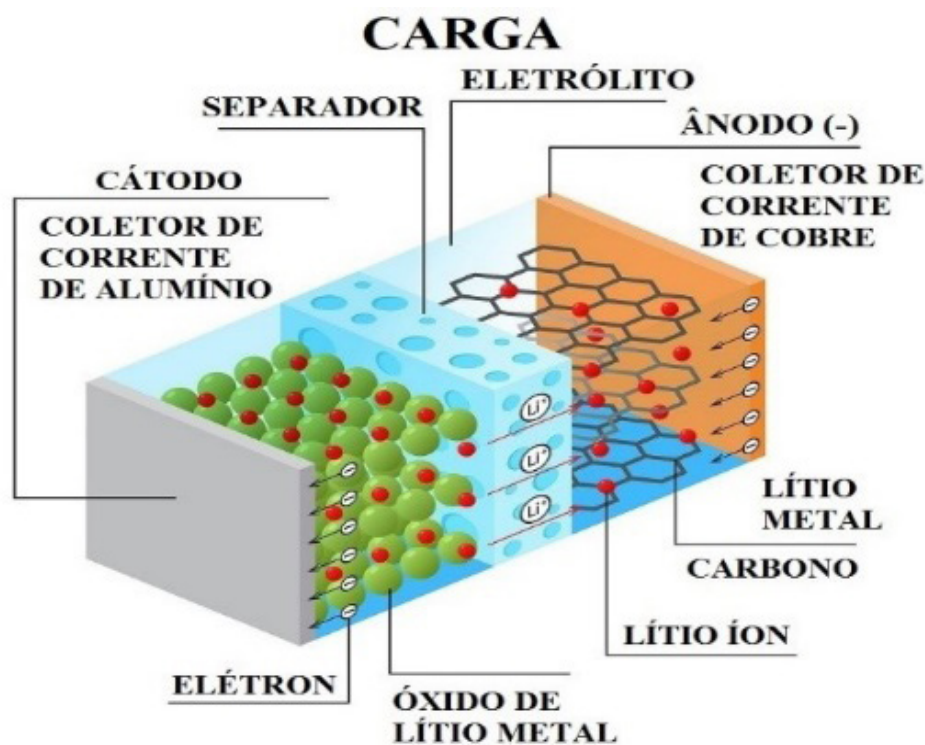


Figura 4. Estrutura interna Bateria

Fonte: Adptado de Sta-eletronica (2023)

As baterias são classificadas de acordo com sua tecnologia, capacidade de armazenamento, vida útil e custo. As tecnologias mais comuns são a chumbo-ácido e a íon-lítio, cada uma com suas próprias características. A escolha do tipo de bateria deve levar em consideração o tamanho do sistema, o consumo de energia, o local de instalação e o orçamento disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Entre as características importantes para avaliar a qualidade de uma bateria, estão a eficiência energética, a taxa de descarga, a capacidade de armazenamento, a resistência interna e a vida útil. É recomendado escolher baterias com eficiência energética alta, que apresentem baixa taxa de descarga e alta capacidade de armazenamento, além de serem

resistentes a temperaturas extremas e possuem vida útil longa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Existem diferentes tipos de sistemas *off-grid*, dependendo das necessidades do usuário e das condições de operação. Por exemplo, sistemas híbridos podem combinar energia solar e outras fontes de energia, como geradores a diesel, para garantir que haja energia disponível mesmo em condições de baixa irradiação solar. (PALMA *et al.*, 2018)

A tecnologia de sistemas *off-grid* vem avançando rapidamente nos últimos anos, com o desenvolvimento de novos materiais e componentes mais eficientes e duráveis. Isso tem permitido que sistemas *off-grid* sejam cada vez mais acessíveis e confiáveis, tornando-se uma opção viável para diversas aplicações. A utilização de sistemas *off-grid* pode ter impactos positivos na redução de emissões de gases de efeito estufa e na promoção da sustentabilidade ambiental. No entanto, é importante que o usuário esteja ciente das limitações do sistema e gerencie adequadamente o consumo de energia para evitar desperdícios. (KREBS, 2019)

O dimensionamento correto de um sistema *off-grid* envolve a análise do consumo de energia do usuário, bem como a disponibilidade de recursos solares na região. É importante considerar fatores como a inclinação e orientação dos painéis solares, a temperatura ambiente e a eficiência dos componentes do sistema. (PINTO *et al.*, 2016)

O primeiro passo é realizar um levantamento detalhado das cargas que serão alimentadas pelo sistema, identificando a potência e o tempo de uso de cada uma delas. Com essas informações, é possível calcular a energia diária consumida pelo sistema (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

A partir da energia diária consumida, é preciso dimensionar os painéis solares e as baterias do sistema. Os painéis solares devem ser capazes de gerar energia suficiente para suprir a demanda diária, levando em consideração a irradiação solar média da região. Já as baterias devem ser dimensionadas de acordo com a capacidade de armazenamento da energia gerada pelos painéis solares, garantindo o suprimento da demanda mesmo nos dias sem sol (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Além disso, é importante escolher um controlador de carga e um inversor de corrente adequados para o sistema, levando em consideração a potência dos painéis solares e a capacidade das baterias. O controlador de carga é responsável por proteger as baterias contra sobrecarga e descarga excessiva, enquanto o inversor de corrente converte a energia armazenada nas baterias em corrente alternada, compatível com a rede elétrica convencional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

A NBR 16690:2018 estabelece os requisitos mínimos para sistemas de energia solar fotovoltaica *off-grid*, ou seja, sistemas que não estão conectados à rede elétrica, como:

- a) Potência mínima do sistema: o sistema deve ter uma potência mínima de 200 Wp (watts-pico), que é a capacidade máxima de geração de energia do painel solar em condições ideais de insolação.
- b) Tensão do sistema: a tensão do sistema deve ser de 12 V ou 24 V, para garantir a segurança elétrica e a eficiência do sistema.
- c) Controlador de carga: o sistema deve contar com um controlador de carga para proteger as baterias contra sobrecarga e descarga excessiva, além de regular a tensão e a corrente de carga dos painéis solares.
- d) Baterias: o sistema deve ser composto por baterias estacionárias, que são projetadas para terem uma vida útil mais longa e suportarem ciclos de carga e descarga

mais intensos.

- e) Inversor: o sistema deve contar com um inversor para transformar a corrente contínua (gerada pelos painéis solares e armazenada nas baterias) em corrente alternada, que é a forma de energia elétrica utilizada pelos equipamentos e aparelhos elétricos.
- f) Proteção elétrica: o sistema deve contar com dispositivos de proteção elétrica, como disjuntores, fusíveis e DPS (Dispositivos de Proteção contra Surtos), para garantir a segurança dos usuários e prevenir danos aos equipamentos.
- g) Projeto elétrico: o sistema deve ter um projeto elétrico elaborado por um profissional habilitado, que leve em consideração as características do local, a potência e a carga elétrica dos equipamentos, as condições de insolação, entre outros fatores.

Além do dimensionamento adequado, é importante considerar a manutenção adequada dos componentes do sistema off-grid. Os bancos de baterias, por exemplo, podem ter uma vida útil limitada e precisam ser substituídos periodicamente para garantir que o sistema continue funcionando corretamente. Outra questão importante a ser considerada em sistemas off-grid é a gestão do consumo de energia. Como a energia disponível é limitada, é importante que o usuário gerencie o consumo para evitar a descarga excessiva das baterias. (KREBS, 2019)

Uma das principais vantagens dos sistemas *Off-Grid* é a independência energética. Eles não dependem da rede elétrica pública, o que significa que não estão sujeitos a interrupções de energia causadas por quedas de linhas ou manutenções na rede elétrica. Além disso, os proprietários do sistema têm controle total sobre a produção, armazenamento e uso de energia. (IEA, 2019)

Outra vantagem importante dos sistemas *Off-Grid* é que eles são ideais para uso em áreas remotas ou rurais, onde a rede elétrica pode não estar disponível ou ser muito cara para se conectar. Nesses casos, os sistemas solares *Off-Grid* podem ser uma opção muito mais econômica do que a instalação de linhas de transmissão de energia (EPE, 2018).

Os sistemas *Off-Grid* também são altamente móveis e podem ser instalados em locais remotos ou em veículos, como trailers e barcos. Isso permite que os usuários tenham acesso a eletricidade limpa e renovável em qualquer lugar, sem depender de geradores de combustível fóssil (NREL, 2021).

No entanto, uma das principais desvantagens dos sistemas *Off-Grid* é a necessidade de armazenamento de energia, o que pode aumentar significativamente o custo do sistema. O armazenamento de energia é necessário para garantir que haja eletricidade disponível quando o sol não está brilhando. Além disso, os sistemas de armazenamento de energia podem ocupar muito espaço, especialmente em sistemas de grande porte (NREL, 2021).

Outra desvantagem dos sistemas *Off-Grid* é que eles exigem uma análise cuidadosa das necessidades energéticas do usuário e das condições climáticas da região onde o sistema será instalado. Se o sistema for superdimensionado, o usuário pode gastar mais dinheiro do que o necessário na instalação do sistema. Se for subdimensionado, pode haver falta de energia em períodos de pouca luz solar (EPE, 2018).

Os sistemas *Off-Grid* também podem exigir mais manutenção do que os sistemas conectados à rede elétrica. Isso ocorre porque o usuário é responsável por monitorar o desempenho do sistema, garantir que a bateria esteja carregada e substituir peças com defeito (IEA, 2019).

Além disso, os sistemas *Off-Grid* podem não ser adequados para uso em áreas urbanas densamente povoadas, onde a conexão à rede elétrica é fácil e os custos são relativamente baixos. Nesses casos, pode ser mais econômico conectar-se à rede elétrica do que instalar um sistema *Off-Grid* (EPE, 2018).

3. CONCLUSÃO

Apesar de haver uma grande lacuna a respeito de incentivos econômicos para obtenção da ferramenta, a mesma vem sendo aplicada em uma escala crescente, podendo auxiliar de maneira positiva consumidores geograficamente isolados das linhas de distribuição de energia elétrica convencional. O sistema fotovoltaico *off-grid* tem o potencial de atender e melhorar a qualidade de vida de consumidores que à utilizam.

Após a realização do estudo, foi-se concluído que o sistema solar *off-grid*, possui uma enorme viabilidade, e se torna indispensável quando se trata de consumidores isolados. Entretanto, os custos necessários para implantação do sistema como um todo pode dificultar a utilização.

Por fim, por meio do estudo realizado, sugere-se uma um estudo ainda mais profundo para o desenvolvimento dos equipamentos compostos dentro do sistema, afim de tornar mais baratos os custos relativos ao mesmo. Sendo assim, refletindo diretamente na aquisição do sistema para grande parte da população que está desprovida de energia elétrica.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- BECQUEREL, E. (1839). Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, 9, 561-567.
- COELHO, ROBERTO FRANCISCO. **Estudo dos conversores Buck e Boost aplicados ao rastreamento de máxima potência de sistemas solares fotovoltaicos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2008
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Boletim de carga de energia elétrica: pesquisa anual de carga elétrica**. Rio de Janeiro: EPE, 2018.
- IEA. **Renewable energy 2020: analysis and forecast to 2025**. International Energy Agency, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-2020>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- IRENA. **Renewable Power Generation Costs in 2020**. Abu Dhabi: IRENA, 2021. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2021/Jan/Renewable-Power-Costs-in-2020>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- JR SOLAR- **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos off-grid**. 2022. Disponível em : <https://jrsolar.com.br/projeto-fotovoltaico-offgrid/> Acesso em: 20 mar 2023.
- KREBS, F. C. Perovskite solar cells: an emerging photovoltaic technology. **Science**, v. 285, n. 5428, p. 699-703, 2019.
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (NREL)**. Home page. Disponível em: <https://www.nrel.gov/>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- PALMA, R. L.; PIRES, A. M.; AROUCA, M. C.; MOURA, P. Solar energy potential of a building integrated photovoltaic panel: an experimental study. **Energy Procedia**, v. 147, p. 129-135, 2018.
- PEREIRA, E. B. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2006.
- PINTO, L. S.; ZANESCO, I.; OLIVEIRA, A. F. Analysis of the technical feasibility of a photovoltaic system in the western region of Paraná. **Research, Society and Development**, v. 5, n. 4, p. 49-60, 2016.



QUASCHNING, Volker. Technical and economical system comparison of photovoltaic and concentrating solar thermal power systems depending on annual global irradiation. **Solar energy**, v. 77, n. 2, p. 171-178, 2004.

SANTOS, R. A. **Geração distribuída de energia elétrica com sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição de baixa tensão**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SEIA - Solar Energy Industries Association. 2021. Solar Industry Research Data. Disponível em: <https://www.seia.org/research-resources/solar-industry-research-data>. Acesso em: 20 mar. 2023.

STA ELETRONICA- **Acumuladores elétricos**. 2022. Disponível em <https://www.sta-eletronica.com.br/> . Acesso em : 20 mar 2023



32

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: PROBLEMAS DE INTEGRALIZAÇÃO AO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

DISTRIBUTED GENERATION: INTEGRATION PROBLEMS TO THE BRAZILIAN ELECTRICAL SYSTEM

Jhon Hewlly Ferreira Pereira¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Devido ao grande aumento da demanda energética e a escassez dos recursos energéticos tradicionais, a geração distribuída veio ganhando cada vez mais popularidade nos últimos anos, necessitando mais atenção a sua implementação ao sistema elétrico de potência, e com isto surgindo o problema, a respeito de quais são os desafios e barreiras a serem enfrentados quanto a inserção destes novos sistemas a rede de distribuição, este estudo efetuando por meio de uma revisão de literatura, teve como objetivo geral apresentar esses aspectos e desafios, e como objetivos específicos, apresentar, as características dos sistemas elétricos tradicionais, a tendência de crescimento da utilização da geração distribuída, e as ações e regulamentações dos principais agentes do setor que visam mitigar a todos os problemas e efeitos que surjam em decorrência da inserção de GD, com este trabalho, ao final busca-se concluir que os maiores desafios e barreiras referente a GD, se relacionam a aspectos regulatórios, administrativo e tecnológicos, e que só a partir de um debate com a sociedade com base em diversos estudos que compreendam esses aspectos, é que poderemos suplanta-los.

Palavras-chave: Geração distribuída, Fontes renováveis, Sistema Elétrico de Potência

Abstract

Due to the great increase in energy demand and the scarcity of traditional energy resources, distributed generation has been gaining more and more popularity in recent years, requiring more attention to its implementation in the electric power system, and with this, the problem arises, regarding what are the challenges and barriers to be faced regarding the insertion of these new systems into the distribution network, this study, carried out through a literature review, had as a general objective to present these aspects and challenges, and as specific objectives, to present, the characteristics of traditional electrical systems, the growth trend in the use of distributed generation, and the actions and regulations of the main agents in the sector that aim to mitigate all the problems and effects that arise as a result of the insertion of DG, with this work, at the end, it seeks - it is concluded that the biggest challenges and barriers related to DG are related to regulatory, administrative and technological aspects, and that only from a debate with society based on several studies that understand these aspects, will we be able to overcome them.

Keywords: Distributed generation, Renewable sources, Electric power system

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o setor energético mundial, evolui de maneira a sempre a atender as demandas energéticas características de cada período, desenvolvimento esse que sempre esteve relacionado a descoberta e exploração de novas fontes, levando ao surgimento e ao emprego de novas tecnologias, tornando este tema muito relevante.

Atualmente vivemos em um momento de grandes debates, sobre questões de ordem, econômica, social e ambiental, com respeito as fontes energéticas, pois apesar de haver grande disponibilidade de energia no sistema tradicional, está ainda é incapaz de lidar com a demanda cada vez mais crescente. Neste cenário, surge o destaque e a percepção de que uma solução viável, será o investimento em maior escala, em fontes alternativas de energia.

Pensando nisto, e devida a alta expectativa de crescimento do setor de geração distribuída, vem-se a pensar em formas, de como tornar o sistema tradicional, mais compatível ao novo paradigma de geração. Já que está representa um grande potencial instalado, porem devido as características do sistema convencional, ainda oferece desafios a integralização.

Pois o que era antes centralizado, passa a ter características de descentralização, requerendo maior controle, e responsabilidades de seus agentes, considerando esses aspectos, quais são os problemas a serem enfrentados relacionados a inserção de fontes de geração distribuída na rede elétrica?

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo geral, levantar os aspectos e desafios a serem enfrentados, na inserção de novas fontes ao sistema elétrico de potência, Tendo como objetivos específicos, apresentar as características dos sistemas centralizados de potenciais, analisar a tendência de crescimento da geração distribuída, e apresentar as medidas que estão sendo tomadas por agentes do setor, que buscam atender a todas as demandas da sociedade.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados, “Sacie-lo Brasil”, “Google acadêmico”, “sites de revistas”, e “Livros”. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Geração distribuída”, “integralização”, “fontes renováveis”, “Desafios”, “Energia Elétrica”, “Sistema Elétrico de Potência”.

2.2 Resultados e Discussão

Com o objetivo de descrever os sistemas elétricos tradicionais apresentando as suas principais componentes e estruturas, a fim de definir os sistemas centralizados de geração e posteriormente definir a geração distribuída, pesquisou-se em sites e acervos de universidades online, informações acerca de suas características, além de enfatizar a principais fontes atuais de geração no setor elétrico, buscou-se apresentar os critérios mínimos os



quais deve atender quando da operação.

Em seguida, as principais formas de geração distribuída no Brasil, enfatizando um breve histórico dessas fontes, além de suas tendências de crescimentos. E potencial de carga instalada, discutiu-se acerca da segurança e confiabilidade de inserção destes sistemas de acordo com os critérios de operação do SEP.

Com o objetivo de expor e comentar, acerca das ações e medidas tomadas por agentes no setor elétrico, foram apresentadas as leis e normas, bem como os métodos e práticas que buscam mitigar os efeitos indesejáveis quanto da inserção de geração diretamente na distribuição e manter a qualidade e eficiência da energia.

2.2.1 O Sistema Elétrico de Potência

Segundo Bichels (2018) o sistema elétrico de potência (SEP) é caracterizado como o conjunto de todos os elementos destinados a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, com isto concluímos, que o SEP compreende diversas funções e equipamento desde a geração até o consumo.

Para que haja uma compreensão mais clara, e visual da localização das partes do SEP, e como elas se coordenam, A infraestrutura tradicional do SEP é mostrada abaixo. Bichels (2018) ainda esclarece a respeito das funcionalidades, apresentando alguns de seus elementos básicos, de acordo com o autor o primeiro dos componentes que o compreendem, é a parte da Geração.

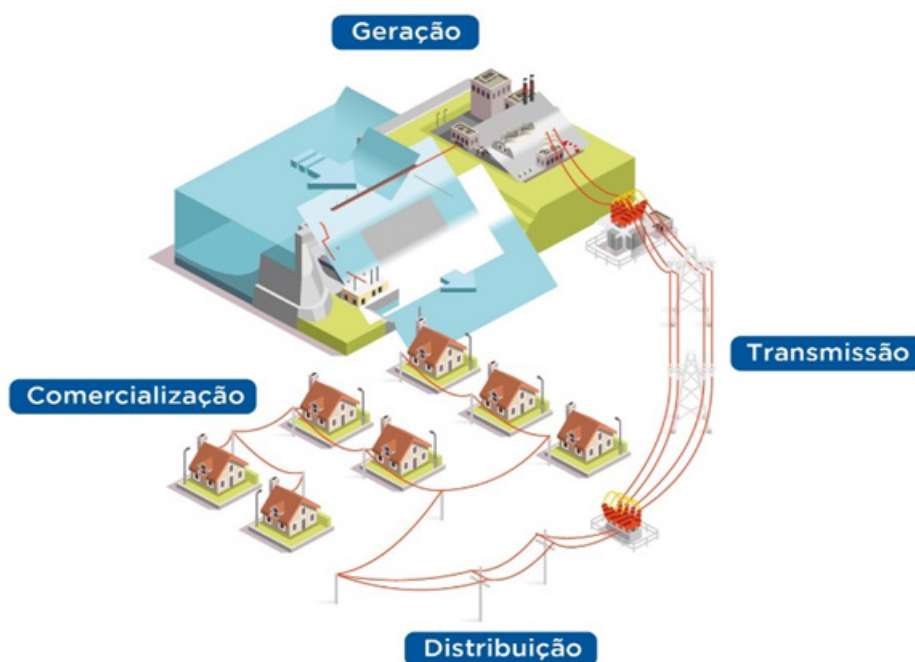


Figura 1. Estrutura do SEP

Fonte: Agência de Notícias da Indústria (2023)

Nesta encontramos geradores elétricos, que convertem em energia elétrica, uma outra modalidade de energia provinda de uma fonte natural. A figura 1, exemplifica uma das formas mais tradicionais de geração, que utiliza como matriz a energia mecânica proveniente do escoamento da água armazenada em reservatórios, sendo chamadas de usinas hidráulicas de eletricidade. No Brasil encontramos diversas modalidades de geração, além das que utilizam da fonte hidráulica (BICHELS, 2018).

Posterior a geração e subjacente, encontra-se a transmissão, nesta a energia gerada é elevada a níveis de tensões altas, a fim de que sejam transmitidas a longas distancias, e reduzindo as perdas por efeito joule, portanto essa parte caracteriza-se pela existência de grandes transformadores elevadores de potencial, e de grande extensão de linhas que levam a energia até os centros consumidores (BICHELS, 2018).

Porém antes que a energia chegue aos consumidores finais, ela deve ser tratada e sua qualidade deve ser aferida, por meio de medições em subestações e passando por transformadores abaixadores de tensão, visando atender a mais ampla faixa de consumidores da distribuição (BICHELS, 2018).

Na distribuição encontra-se um amplo perfil de consumidores com necessidades e fins diferentes para o qual destinam o seu consumo, diversificando-se pela faixa de potência e tensão que necessitam (BICHELS, 2018), na figura 2 observa-se a faixa de consumo médio de diferentes setores da sociedade.

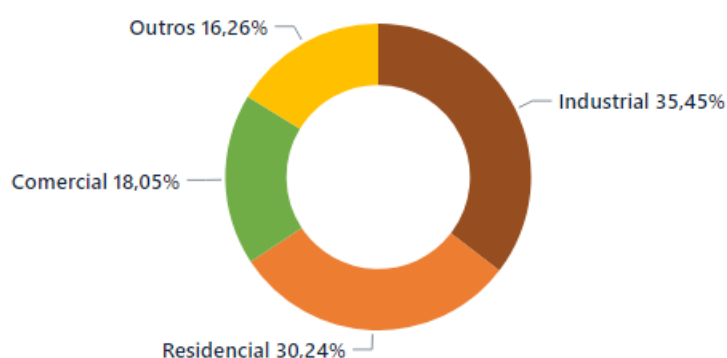


Figura 2. Consumo Médio de eletricidade por classe consumidora

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética EPE (2023)

Nota-se que a indústria é o setor de maior demanda energética, seguida da residencial, e comercial. Porém devido ao grande número de consumidores, isto é de cargas instaladas e em diversas regiões, o sistema elétrico nacional, toma dimensões maiores, e exige um aparato cada vez mais complexo para operação e coordenação de vários sistemas em diversas regiões. Constituindo o sistema interligado nacional (BICHELS, 2018).

Surge, portanto, o problema de como coordenar um aparato tão complexo, e como manter o sistema de maneira que todos os consumidores sejam atendidos a fim de manter uma qualidade nos serviços a preços competitivos e acessíveis. Considerando todos esses aspectos, Bichels (2018) afirma, que o SEP do futuro passara por uma mudança de paradigma no seu desenvolvimento, visando a expansão e sendo capaz de suportar com eficiência e qualidade a transmissão de grandes blocos de energia, além da inserção de novas fontes de energia renovável, como eólica e solar.

Somado a isto surge as dificuldades de precificação e tarifação das companhias de energia, como destaca Rigoni (2018), pois com a tendência de inserção de fonte alternativas a rede, isto aumenta a imprevisibilidade presente nos modelos nos quais se baseia o planejamento, monitoração e medição de energia, o que torna difícil precisar o consumo e os custos de qualquer mudança, o que suscita maior preocupação e atenção, além dos problemas intrínsecos da própria transmissão.

Também é importante considerar a intermitência, isto é a interrupção no sistema, pois com um sistema no qual se dispõe de um grande número de consumidores e geradores, vimos que há a necessidade de buscar ou aprimorar modelos de planejamento que

visam a otimização do fornecimento de energia e aumentar a estabilidade (RIGONI, 2018).

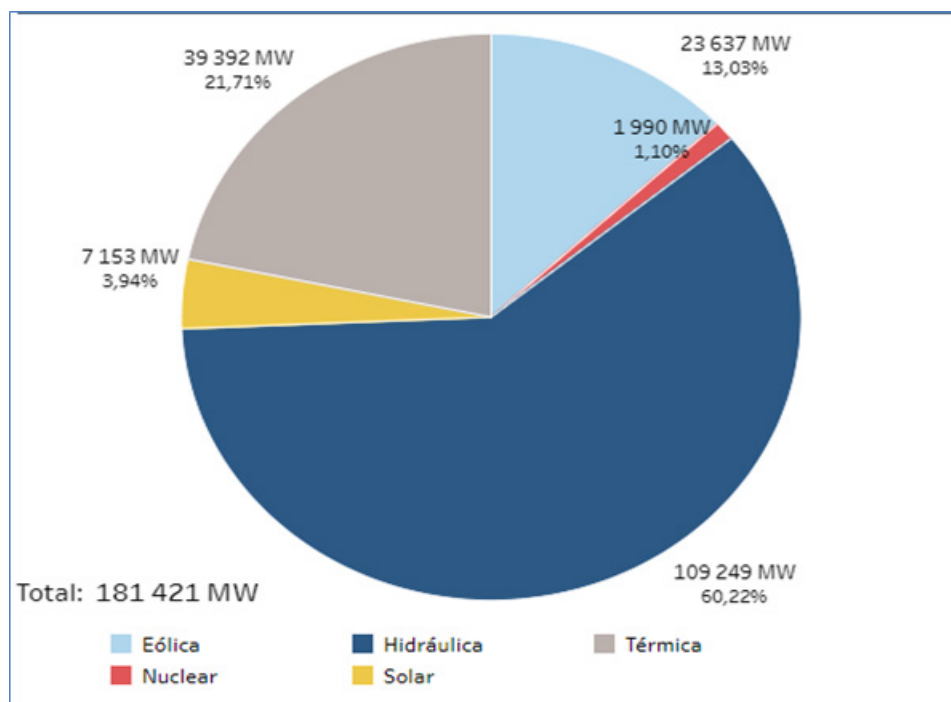


Figura 3. Matriz Energética SIN 2022

Fonte: Operador Nacional do Sistema Interligado (2023)

Acima a figura 3, mostra dados do SIN a respeito da carga instalada, representando em percentual a participação de cada fonte em nível de geração em 2022 (SIN, 2023). Com a geração Hidráulica respondendo por 60,22% da geração em 2022, com a térmica respondendo por 21,71% e a eólica por 13,03%. Com isto é possível concluir que existe ainda uma participação menor da fonte solar, embora esta seja representante das principais formas de geração distribuída (SIN,2023).

Portanto uma das principais características dos sistemas de transmissão e distribuição, é o fato de que a transmissão da energia se dar de forma unidirecional, desde os grandes centros de geração, até a distribuição. Em Borém *et al.* (2017), afirmam que devida a essa característica, o mercado de energia consiste em um monopólio natural, onde tarifas fixas são aplicadas pelos agentes de regulamentação, sem incentivo a nenhuma competição, e, portanto, sem estímulo suficiente a implantação de uma nova estrutura que viesse a atender o novo cenário econômico e social, o que seria inviável, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico nos modelos de gestão atuais.

Porém em contraposição, o mesmo autor afirma haver uma forte pressão no mercado internacional, para que haja um estímulo a concorrência, permitindo aos consumidores, a livre escolha de quem irá suprir as suas necessidades energéticas, buscando incentivo no uso de novas tecnologia, e o aumento da inserção de geração de fontes renováveis do lado da distribuição, por meio de turbinas eólicas e painéis solares, motivados por questões ambientais tais como a redução de gases do efeito estufa. O que motiva um cenário de readaptação do sistema, que visa mudar o paradigma do fluxo unidirecional, para o fluxo multidirecional, transformando consumidores em produtores, surgindo assim um novo ambiente de negócios. O mercado livre de energia, é este ambiente, onde o participante pode negociar livremente as condições do fornecimento, com os geradores. Também é importante entender como o mercado de energia é dividido no Brasil.

De acordo com o Mercado Livre de Energia (MLE, 2023), a classe de consumidores

no Brasil é dividida entre aqueles que participam do ambiente de contratação regulada (ACR), estes são os consumidores cativos que compram diretamente das concessionárias as quais estão conectados, estando sujeitos as tarifas reguladas pelo governo. E os consumidores livres que fazem parte do ambiente livre de contratação (ALC), sendo estes livres para escolher de quem comprar, em qual volume e prazo.

Dentro do ALC segundo Cortez (2020), pode-se encontrar dois tipos de modalidades de energia, a energia incentivada, estas são incentivadas pelo governo a fim de aumentar a matriz de energia renovável, porém está modalidade é limitada para geradores de até 30 MW de Potência, também é promovido um sistema de desconto na tarifa para consumidores desta modalidade. E a energia convencional, que apesar de não trazer mudanças ao sistema de tarifas, ainda consegue manter competitividade nos preços.

Visando atender as tendências do setor de energia e buscando incentivar no Brasil o consumo e a geração de energia renovável, a agência nacional de energia elétrica (ANEEL) apresentou em 17 de abril de 2012 a resolução normativa nº482 (ANEEL,2012) , que implementava um novo sistema de compensação de energia, no qual o consumidor poderia produzir e consumir a sua própria energia, ainda com a possibilidade de ejetar na rede local o excedente, gerando créditos para a conta de energia, com isto implementou-se normas e diretrizes para o setor de geração distribuída Cortez (2020).

Graças as possibilidades e vantagens apresentadas, estas levaram a um grande aumento da popularidade da geração distribuída no Brasil nos últimos anos, somado a isso, a necessidade de diversificarmos as fontes em uso, segundo afirmam Werich *et al.* (2022), o país ainda possui grande potencial de energia ainda inexploradas.

2.2.2 O setor de geração distribuída

Segundo define o (INEE,2023), GD é a forma de geração de energia elétrica realizada junta ou próxima do consumidor, logo a definição independe do nível de potência gerada, fonte e tecnologia empregada. Este tipo de geração não é recente, Vinveza (2022), cita que em meados do fim do século XIX, Thomas Edison (1847-1931) já havia investido na construção de um sistema de GD em Nova Iorque. Porém devido aos custos para transmissão e aos níveis de potência gerados, a exploração deste tipo de sistema, ficou restrita.

Martins (2020), afirma que neste período deu-se origem a “Guerra das correntes”, momento marcado pela disputa tecnológica entre Edison e Nikola Tesla (1856-1943), que visava determinar o melhor sistema de geração e transmissão de energia elétrica, no final o sistema de Tesla mostrou-se mais prático e barato para a transmissão de potência, baseado na transmissão de corrente alternada, podia-se aumentar a tensão do sistema, e assim reduzir as perdas nos condutores, devido a uma corrente menor, podia-se transmitir a energia a distâncias maiores, necessitando de pouco material para confecção das linhas de transmissão, ao contrário do sistema de Edison que baseava-se em corrente contínua. Devido a isso os desenvolvimentos em GD ficaram restritos a poucas aplicações e a escala menores de potência.

Embora o sistema de Edison tenha sido pioneiro no campo de GD, os sistemas atuais diferem em muitos aspectos dos sistemas do século XIX, graças as tecnologias que foram aprimoradas e criadas através do tempo, fatores que trouxeram de volta o conceito de GD ao palco principal de discussão do setor elétrico atual.

Nos moldes atuais, as características dos sistemas diferem-se, de acordo com o tipo de tecnologia que empregam e em função do tipo de energia a ser explorada, de acordo

com Soccol *et al.* (2016), a partir da alteração realizada na NR482 em novembro de 2015 ANEEL (2015), passou-se a considerar dois tipos de GD, classificadas em relação a quantidade de potência instalada, dividindo-as em microgeração e minigeração.

A ANEEL, classifica microgeração, os sistemas cujo a potência instalada está limitada a ser menor ou igual 75KW, enquanto os sistemas de minigeração, possuem potência instalada maior que 75KW e menor ou igual a 5MW, com isto nota-se, que o tipo de instalação depende do nível de potência das fontes a ser aproveitada, Soccol *et al.* (2016), citam que entre as tecnologias mais utilizadas para geração de energia, estão as centrais geradoras eólicas, sistemas fotovoltaicos e pequenas centrais hidrelétricas. Na figura 4, vê-se o crescimento da carga instalada destas fontes dos anos de 1997 até 2023.

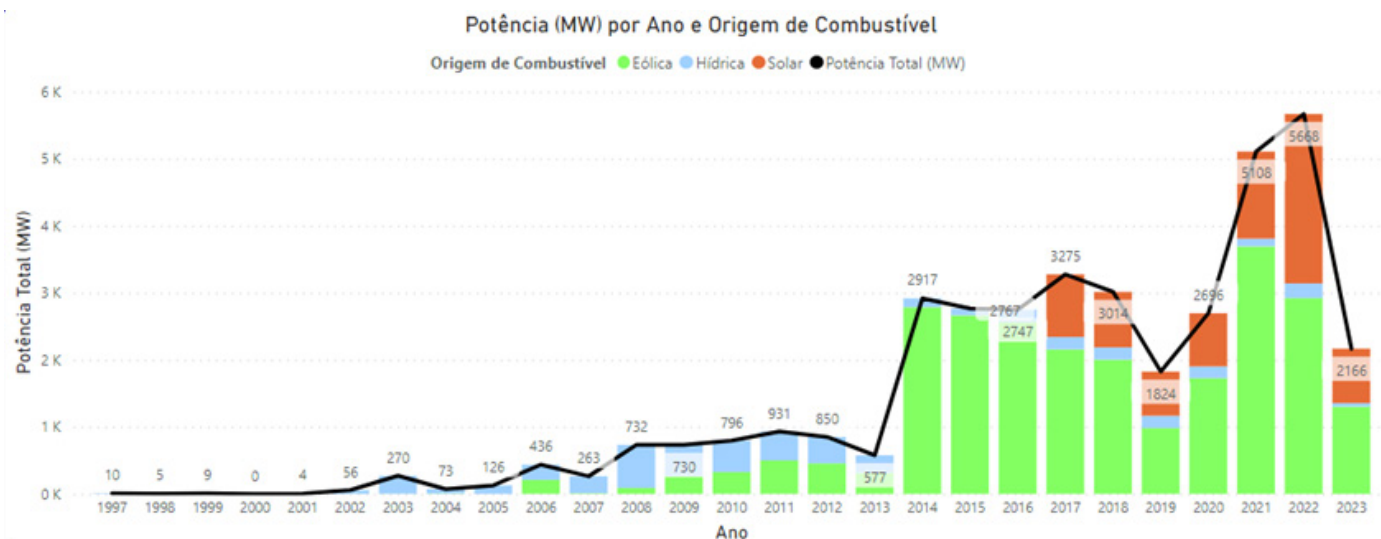


Figura 4. Crescimento da carga instalada da GD de 1997 até 2023

Fonte: Aneel (2023)

Mendonça e Bornia (2019), afirmam que entre os motivos que levaram as energias eólicas e solares ganharem maior atenção nos últimos anos, foi o grande potencial de exploração destas fontes, e a redução dos custos de investimento para a sua implementação, nestes quesitos destaca-se a energia fotovoltaica, que no Brasil se torna um mercado com grande potencial de desenvolvimento, além das outras fontes renováveis existentes.

No Brasil, a energia solar representa cerca de 1% da geração, embora exista um grande potencial, considerando o alto índice de radiação solar no território nacional, principalmente no Nordeste, com os melhores índices no semiárido (FADIGAS, 2014).

Apesar de todas as vantagens, ainda existem barreiras técnicas, regulatórias, e financeiras na implementação de GD, do ponto de vista técnico, encontra-se as dificuldades de inserção a rede de distribuição, devidas as características da tecnologia de geração (CHAR-GAS, 2016), o autor afirma que antes da implementação de qualquer sistema a rede, deve ser observado além do o aumento da capacidade, os efeitos na operação e manutenção, pois o sistema estará sujeito a perturbações de diversas naturezas, afetando a estabilidade do sistema.

Matos e Catalão (2013) discorrem a respeito, a dupla ainda apresenta as vantagens, desvantagens e outras aplicações possíveis da inserção destes sistemas a rede uma vez que sanada as dificuldades técnicas, entre as aplicações existe a possibilidade de sistemas serem implementados, sendo a base do diagrama de carga, já que se encontram conectados em paralelo, reduzindo assim a necessidade de consumo da energia da rede. Esta característica traz consigo a redução da demanda de pico, além de fornecer suporte as con-

cessionárias quando estas não conseguem, lidar com a demanda de energia local, outra aplicação é a possibilidade de armazenamento, se a instalação possuir bancos de baterias, estas podem armazenar a energia gerada, para utilização em um outro momento no qual ela é escassa, devido a intermitência do fornecimento.

Matos e Catalão (2013) dividem as vantagens em técnicas, econômicas e ambientais, e citam como exemplo, respectivamente a melhora na qualidade de energia com a consequente redução de perdas, a pouca necessidade na ampliação de linhas extensas para transporte de grandes blocos de potência e redução na emissão de gases do efeito estufa. Entre as desvantagens, afirmam que a geração distribuída afeta o perfil de tensão da rede, devida a variação de potência, e torna necessário a utilização de proteções específicas na distribuição, com a utilização de sistemas fotovoltaicos, também a grande inserção de harmônicas na rede, que pode afetar o funcionamento de outros aparelhos conectados a ela.

Soccol *et al.* (2016), esclarecem que além das barreiras técnicas, surgem as barreiras administrativas, políticas, financeiras e de mercado. Que dificultam ainda mais a implementação, trazendo desestímulo ao setor, em função disto o autor justifica a necessidade de políticas públicas que facilitem ou diminuam essas barreiras.

2.2.3 Principais ações, normas e regulamentações do setor de GD

Antes de entrar nos aspectos, administrativos e regulatórios, e discorrer a respeito das barreiras do setor, bem como as ações adotadas pelos seus agentes para mitigá-las, é importante fazer uma breve apresentação dos órgãos que compõem o setor elétrico Brasileiro. Mendonça e Bornia (2019), resumem a organização da estrutura política, em 7 instituições que envolvem, participantes do setor público, governamental e privado, estabelecendo um equilíbrio de ações, e uma maior tendência de coordenação para as ações.

A primeira instituição, é o conselho nacional de política energética (CNPE), este órgão associado a presidência da república é responsável por definir diretrizes de energia, definindo regulações que fazem a gestão dos recursos energéticos, e realizando periodicamente o levantamento da matriz energética nacional, aparelhado ao CNPE encontra-se o ministério de minas e energia (MME) que faz a administração e aplicação das políticas energéticas.

A Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é um outro órgão associado ao MME, responsável pela regulação e fiscalização das operações que vão desde a geração da energia, até o consumo final pelos clientes, também efetua ações no setor de serviços de energia.

Do ponto de vista técnico o operador nacional do sistema interligado (ONS), é responsável por todas as operações em campo, como manutenção, controle de operação, despacho, planejamento de expansão e suporte das redes elétricas. E associado ao planejamento, está a empresa de pesquisa energética (EPE), que conduz estudos no setor.

E sendo responsável pelo monitoramento da atividade, existe o comitê de monitoramento de setor elétrico (CMSE), e por último a câmara de comercialização de energia elétrica (CCEE), que permite a comercialização da energia, em mercados de energia.

Segundo Mendonça e Bornia (2019), é importante que essas instituições estabeleçam ações em conjuntos, que visam superar barreiras tecnológicas, pois ainda há um grande déficit de tecnologias adequadas a GD no Brasil, outro tipo de barreira que reflete em risco econômico, são as barreiras de mercado aonde as distribuídas não conseguem prever as demandas e em função disso poder encarecer seus custos em contratos a longo prazo,

do ponto de vista social, a maior barreira é a falta de conhecimento técnico da população a respeito da GD e suas vantagens devida a uma menor divulgação do setor. Voltando a questão regulatória, a seguir é apresentado um resumo breve das regulamentações.

A história das regulamentações dar-se com a reorganização do setor elétrico brasileiro em 2004, com a lei N° 10.848/2004 pelo Governo Federal (2004), com esta lei permitiu-se o contrato por meio de leilões da geração centralizada (GC), e também definiu o conceito de GD, e posteriormente foi ampliada pelo decreto N° 5.163/2004, que se dispunha acerca da comercialização da energia e outros procedimentos Santos *et al.* (2017).

Em seguida a resolução normativa de N° 77/2004, estabeleceu critérios para a redução de tarifas no sistema de transmissão e distribuição (ANEEL,2004), com as condições gerais de fornecimento de eletricidade sendo atualizadas e estabelecidas pela REN N°414/2010 (ANEEL,2010).

Quanto da inserção do micro e mini geração na rede, a ANEEL editou o documento N° 482/2012, que estabeleceu condições de inserção, além de estabelecer um sistema de compensação pela energia gerada, estabelecendo um sistema de créditos, que posteriormente foi completada pela REN N°517/2012, que ampliou o tempo de uso de crédito para 36 meses, além da possibilidade da rotatividade do crédito, isto é, podendo ser utilizada em outras unidades, do titular do CPF ou do CNPJ da mesma unidade geradora (ANEEL,2012).

Com este histórico, observa-se que a regulamentação ocorreu a passos lentos, de acordo com a necessidades que vinham surgindo, com a ampliação dos sistemas de GD, de forma a expandir a comercialização e diminuir a burocracia. Com respeito as regulamentações, Mendonça e Bornia (2019), sugerem que as regulamentações futuras, deverão levar em conta aspectos, como redução das incertezas e falhas, trazendo ganhos positivos, promover um mercado livre e enxuto que permita a inovação, e que venha permitir mais qualificação técnica e profissional das pessoas envolvidas.

3. CONCLUSÃO

Com o aumento crescente das necessidades energéticas, e tendência de utilização de formas alternativas de geração elétrica baseada em fontes renováveis, observou-se a necessidade de estudos a respeito dos impactos da inserção destas novas formas de geração a rede, bem como os desafios a serem enfrentados em desenvolvimentos posteriores.

Visando entender a característica dos sistemas atuais que possam representar um problema de incompatibilidade com a inserção da geração distribuída, buscou-se por autores que esclarecessem os aspectos dos sistemas elétricos tradicionais, bem como a tendência de aumento da geração distribuída e as ações que visam mitigar e regular o setor, por meio de uma revisão de literatura.

Tentando entender as características dos sistemas elétricos convencionais, pesquisou-se por autores que apresentassem as suas características fundamentais, e a partir do exposto pode-se concluir que o SEP tradicional, foi pensado inicialmente para a transmissão de energia, com base em grandes centrais geradoras, prevendo em sua constituição o aproveitamento de poucas fontes de energia do lado da geração, além da transmissão da energia elétrica ser realizada em uma única direção, isto é da geração para o consumo, aspecto importante, que tornou os consumidores reféns das políticas tarifárias de energia das concessionárias.

Devida a essa pouca flexibilidade, falta de investimentos, inovação, e pouca competição, somando a isto o encarecimento da energia devida as mudanças climáticas, trouxe

ao cenário um aumento crescente da popularidade da geração distribuída, fato que não passou por despercebido e criou a necessidade dos primeiros marcos regulatórios, suscitando inicialmente uma definição clara de GD, na literatura levantada, a definição mais aceita é que ela é a forma de geração que se pratica do lado da distribuição, devida a essa característica, permitiu-se ao consumidor a possibilidade de gerar a sua própria energia, e entre as fontes que tomaram maiores destaques nestes desenvolvimentos, foram a eólica e solar, a solar teve um aumento mais expressivo devida a tecnologias desenvolvidas nos últimos anos.

Observando a possibilidade de aproveitamento do grande potencial ainda inexplorado nacional, e atender os anseios dos consumidores e produtores quanto ao mercado de energia, acrescentou-se ao setor de GD no Brasil a possibilidade de o produtor negociar a sua energia. Fato que levou a um aumento e uma tendência cada vez mais expressiva de contribuição da GD a matriz energética, acontecimentos que justificam a tendência de crescimento de GD nos próximos anos.

Embora tenha havido grandes avanços ao setor, a literatura revisada apontou que do ponto de vista técnico, social, econômico. Houve mais avanços motivados pela necessidade, do que definido por um plano de implementação geral de GD, o que acarretou menos esforços e ações voltadas para mitigar efeitos futuros no SEP, pois este precisa de um ótimo plano de controle e planejamento, para que seja assegurada aos consumidores eficiência, segurança, e qualidade da energia. Do ponto de vista técnica a maior desvantagem, é que um grande número de sistemas conectados, não só adicionar imprevisibilidade a rede elétrica, devida a alteração de parâmetros elétricos, como necessita de proteções a mais, aspecto não considerado no planejamento tradicional, porém entre as vantagens apresentase a pouca necessidade de ampliação da rede de transmissão, e reduz a demanda de pico das centrais gerais, em função da geração local poder atender essa demanda reduzindo-a.

Porém da revisão de literatura, nota-se mais frequente a apresentação de resultados de busca a respeito de ações que visam solucionar problemas técnicos, do que aquele que envolvem aspectos econômicos, regulatórios e administrativos sendo estas ações ainda bastante restrita. Estes que ainda são barreiras a serem vencidas, e mostrou-se um fator limitante a pesquisa, devida a falta de estudos diversos sobre o tema, para pesquisas futuras sugere-se que sejam feitos estudos mais amplos, a respeito desses temas, em função de carecermos de um amplo debate com diversos setores, afim de que se coordenem melhor as ações no setor de geração distribuída, que não só leve em conta as necessidades que eventualmente surjam, mas já prevejam de antemão as que possam vir a surgir e mitiga-las, com isto pretende-se reduzir os problemas que forem sendo apresentados quanto da inserção de sistemas de geração distribuída, que em sua maioria se relacionam a aspectos regulatórios de modelos anteriores e tecnológicos, que não se adequam as mudanças atuais.

Referências

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DAS CENTRAIS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA**: Unidades Liberadas Para Operação comercial 1997 - 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoimGYyZWlONzgtMGRIOC00M2ZjLTljZDYtZTVkYjJjZjkxZDBkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYjYtNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 11 de abr. de 2023.

ANI. **Setor Elétrico Brasileiro**. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/setor-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

BICHELS, Arlei. **Sistemas Elétricos de Potência**: Métodos de Análise e Solução. Curitiba: EDUTFPR, 2018.



BORÉM, Luiz Eduardo de Paula Lana Miranda; VASCONCELOS, Rafael Andrade de. **Análise do impacto da geração distribuída na estabilidade transitória**. 2017. 121 f., Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BRASIL. Agencia Nacional da Energia Elétrica - ANEEL. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Resolução Normativa N°482/2012. **Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica**, 17 de abr. 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

BRASIL. Agencia Nacional da Energia Elétrica - ANEEL. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Resolução Normativa N°687/2015. **Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica**, 24 de nov. 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

BRASIL. Lei n° 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica. **Brasília: Câmara dos deputados**, [2004]. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2004/lei-10848-15-marco-2004-531234-publicacaooriginal-13047-pl.html>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

BRASIL. Decreto N° 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica. **Brasília: Presidência da República Casa Civil**, [2004]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

BRASIL. Agencia Nacional da Energia Elétrica - ANEEL. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Resolução Normativa n° 77/2004. **Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica**, 18 ago. 2004. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004077.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2023

BRASIL. Agencia Nacional da Energia Elétrica - ANEEL. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Resolução Normativa N°414/2010. **Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica**, 9 de set. 2010. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

BRASIL. Agencia Nacional da Energia Elétrica - ANEEL. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Resolução Normativa N°517/2012. **Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica**, 11 de dez. 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

CORTEZ, Adolfo Von Ende. **Análise de geração distribuída para consumidores no mercado livre de energia**. 2020. 85 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2020.

CHAGAS, Alisson Guedes, **Avaliação da Estabilidade de Sistemas de Distribuição Considerando a Presença de Elevada Penetração de Geração Distribuída**. 2016. 101f. Dissertação (programa de pós-graduação em engenharia elétrica) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

EPE. **Consumo Mensal de Energia Elétrica Por classe (Regiões e Subsistemas)**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. 2014. Curso (Grupo de Energia Escola Politécnica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=15067>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. **O que é Geração Distribuída**. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADda%20\(GD\)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%AAsncias%20cada%20vez%20menores](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADda%20(GD)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%AAsncias%20cada%20vez%20menores). Acesso em: 11 de abr. de 2023.

MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Mercado Livre de Energia Elétrica**. Disponível em : <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/mercado-livre-de-energia/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

MATOS, D.M.B; CATALÃO, J.P.S; **Geração distribuída e os seus impactos no funcionamento da rede elétrica**: Parte 1. In: International Conference On Engineering. Covilhã, Portugal, 2013. Disponível em : https://www.researchgate.net/profile/Diogo-Matos/publication/268811175_Geracao_Distribuida_e_os_seus_Impactes_no_Funcionamento_da_Rede_Eletrica_Parte_1/links/54777f180cf205d1687b242f/Geracao-Distribuida-e-os-seus-Impactes-no-Funcionamento-da-Rede-Eletrica-Parte-1.pdf Acesso em: 15 maio 2023.

MARTINS, Marco Antônio dos Santos. **Um novo capítulo da “Guerra das Correntes”**. 2020. Artigo - Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/fce/um-novo-capitulo-da-guerra-das-correntes/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

MENDONÇA, Anny Key De Souza; BORNIA, Antonio Cezar. **Oportunidades para a difusão da energia eólica**

e solar em sistemas isolados no brasil: barreiras e facilidades evidenciados na literatura, [S. l.], v. 5, n. 3, p.81-92, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n3.81-92>. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3540>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Matriz de Energia Elétrica do SIN.** Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros/>. Acesso em: 11 de abr. de 2023.

RIGONI, Murilo Darella. **ANÁLISE DE RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DESSEM NA OPERAÇÃO DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL.** 2018. 97 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SOCOL, F. J.; PEREIRA, A. L.; CELESTE, W. C.; COURA, D. J. C.; CHAVES, G. D. L. D. **Desafios para implementação da geração distribuída de energia no brasil:** uma revisão integrativa da literatura. Espírito Santo: Editora CEUNES/DETEC, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE>. Acesso em: 15 de maio 2023.

SANTOS, J. A. F. A.; LUNA, M. A. R.; CUNHA, F. B. F.; SILVA, M. S.; TORRES, E. **A Geração Distribuída no Brasil:** análise de sua evolução e aspectos regulatórios. In: X Congresso Brasileiro de Regulação (ABAR 2017), ISBN 978-85-52913-00-9, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/35634>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

VIVENZA, Stefano Dutra.; GOMES, Magno Federici. Energia, geração distribuída e o princípio da segurança jurídica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 1, e2111123417, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.23417. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23417>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

WEIRICH, C. S.; SOUZA, S. N. M.; NOGUEIRA, C. E. C.; NADALETI, W. C. **Análise do potencial brasileiro para a geração de eletricidade a partir das fontes de energia solar fotovoltaica e o biogás no contexto da geração distribuída.** Paraná: Research, Society and Development, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/31096/26625/355172>. Acesso em: 15 de maio 2023.



33

SISTEMAS DE ATERRAMENTO PARA REDES DE BAIXA TENSÃO: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

*GROUNDING SYSTEMS FOR LOWVOLTAGE MAINS: CHARACTERISTICS AND
APPLICATIONS*

Guilherme da Silva Garces¹

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Como ocorre com outros sistemas de energia, os sistemas de distribuição são projetados para serem seguros e estar de acordo com os códigos e padrões cujo objetivo é impor práticas de projeto e instalação seguras. No entanto, como esses sistemas cobrem áreas amplas e estão sujeitos a uma variedade quase infinita de condições, atendendo a todos os tipos de cargas para muitos propósitos humanos, é inevitável que existam riscos de segurança. O objetivo geral desse artigo é discutir, através de uma revisão bibliográfica, os procedimentos que visam definir os padrões de aterramento que podem ser utilizados em redes de distribuição de baixa tensão para garantir a segurança necessária ao seu funcionamento. Foi utilizado o método de revisão de literatura, sendo incluídas pesquisas disponíveis nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO) e produzidas entre 2018 e 2022. Conclui-se que as redes de distribuição que atendem os consumidores finais/clientes podem ser de várias configurações, contudo o requisito de todas delas é garantir o fornecimento de forma segura, planejando e implementando a solução de aterramento mais coerente, observando os padrões e normas vigentes assim como o aumento das demandas de abastecimento, de modo que as concessionárias devem planejar seus próprios padrões de instalação para promover a integração e a segurança de todo seu sistema, observando as características de consumo de seus clientes.

Palavras-chave: Eletricidade. Rede de distribuição. Aterramento Elétrico. Segurança.

Abstract

As with other power systems, distribution systems are designed to be safe and conform to codes and standards designed to enforce safe design and installation practices. However, as these systems cover wide areas and are subject to an almost infinite variety of conditions, serving all types of loads for many human purposes, it is inevitable that there will be safety risks. The general objective of this article is to discuss, through a bibliographic review, the procedures that aim to define the grounding standards that can be used in low voltage distribution networks to guarantee the necessary safety for their operation. The literature review method was used, including research available in the electronic databases Google Scholar and Scientific Electronic Library Online (SciELO) and produced between 2018 and 2022. It is concluded that the distribution networks that serve final consumers/customers can be of various configurations, however the requirement of all of them is to guarantee the supply in a safe way, planning and implementing the most coherent grounding solution, observing the current standards and norms as well as the increase of the supply demands, so that the concessionaires must plan their own installation standards to promote the integration and security of their entire system, observing the consumption characteristics of their customers.

Keywords: Electricity. Distribution network. Electrical Grounding. Security.



1. INTRODUÇÃO

Como ocorre com outros sistemas de energia, os sistemas de distribuição são projetados para serem seguros e estar de acordo com os códigos e padrões cujos objetivos são impor práticas de projeto seguras. No entanto, como esses sistemas cobrem áreas amplas e estão sujeitos a uma variedade quase infinita de condições, atendendo a todos os tipos de cargas para muitos propósitos dos consumidores, sendo inevitável que existam riscos à segurança dos sistemas.

Os sistemas de aterramento em uma rede elétrica têm diversas funções, porém a mais importantes é a aplicação como medida de segurança para proteger vidas humanas e perda/danos em equipamentos, visto que o principal objetivo desse tipo de sistema é fornecer um caminho alternativo para correntes perigosas fluírem de forma que acidentes devido a choque elétrico possam ser evitados.

As partes metálicas dos equipamentos são aterradas ou conectadas à terra e, se o isolamento destes falhar por algum motivo, as altas voltagens que podem estar presentes na cobertura do equipamento ou na caixa externa precisam de algum caminho para serem descarregadas. Se o equipamento não estiver ligado à terra, estas tensões perigosas podem ser transferidas para qualquer pessoa que o toque, resultando em um choque elétrico, que é potencialmente fatal.

Projetar e implementar um aterramento adequado a cada tipo de rede de distribuição é essencial. As principais razões para a importância da proteção elétrica adequada são que uma rede elétrica não é 100% confiável, embora as concessionárias estejam constantemente investindo na melhoria de suas redes de distribuição, existem fatores externos (intemperes, inundações, acidentes, ...) que afetam diretamente a qualidade de distribuição e podem causar graves acidentes por eletrocussão, além de suspensão do abastecimento. Diante do exposto, apresenta-se como questão norteadora: quais requisitos gerais que devem ser atendidos para definir que tipos de aterramentos podem ser utilizados em uma rede de distribuição de baixa tensão?

Há uma variedade de sistemas de distribuição no mundo elétrico, com diferentes tensões, configurações de aterramento, números de condutores e assim por diante, sendo dessa forma imprescindível que os engenheiros encarregados de projetar, assim como os profissionais incumbidos de fazer a manutenção das redes de distribuição tenham pleno conhecimento dos aspectos construtivos e funcionamento, o que justifica o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa.

Assim, o objetivo geral desse artigo é discutir, através de uma revisão bibliográfica, os procedimentos que visam definir os padrões de aterramento que podem ser utilizados em redes de distribuição de baixa tensão para garantir a segurança necessária ao seu funcionamento. Como objetivos secundários, buscou-se revisar os tipos de rede de distribuição e suas características, assim como descrever os componentes do sistema de aterramento em redes de distribuição.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Foi utilizado o método de revisão de literatura, com pesquisa orientada por livros de

referência, artigos e diversos materiais científicos referentes à temática e disponíveis em bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), nos quais as buscas foram conduzidas com a utilização dos termos: rede elétrica; rede de distribuição; e aterramento.

Foram selecionadas publicações em português, disponíveis nas bases de dados citadas e produzidas entre 2018 e 2022. Foram dispensadas aquelas que não atendiam aos objetivos dessa pesquisa e com data de publicação anterior à 2018.

2.2 Resultados e Discussão

A Rede de Distribuição de Energia Elétrica ou Sistema de Distribuição de Energia Elétrica é a parte do sistema de suprimento de energia elétrica cuja função é o fornecimento de energia da subestação de distribuição aos usuários finais. Toda a rede de distribuição não está diretamente conectada: é conectada através das subestações que a conectam à rede de transmissão (ABRADEE, 2018).

Como a distribuição de energia elétrica é o estágio final após a transmissão de energia, as linhas básicas de distribuição mantêm tensão moderada para os transformadores de distribuição posicionados próximos ao consumidor. Os transformadores de distribuição ainda reduzem a voltagem para a voltagem de uso associada ao equipamento doméstico e frequentemente alimentam um número de consumidores a jusante de linhas de distribuição adicionais em torno desta voltagem (COELHO, 2019).

A distribuição de energia elétrica das subestações de transformação da rede de transporte é realizada em duas etapas. A primeira é formada pela rede de distribuição, que, a partir das subestações de transformação, distribui a energia, normalmente por meio de anéis que circundam os grandes centros de consumo, até chegar às estações transformadoras de distribuição. Intercaladas nesses anéis estão as estações transformadoras de distribuição, responsáveis por reduzir a tensão do nível de distribuição para a distribuição de média tensão (GONÇALVES, 2019).

O segundo estágio é a própria rede de distribuição, que cobre a área dos grandes centros de consumo (população em geral, grande indústria etc.), unindo as estações transformadoras de distribuição com os centros de transformação, que são a última etapa da oferta de média tensão, já que as tensões de saída desses centros são de baixa tensão. A definição clássica de um sistema de distribuição, do ponto de vista da engenharia, inclui o seguinte (CREDER, 2021): subestação de energia principal; sistema de subtransmissão; subestação de distribuição; alimentadores primários; transformadores de distribuição; e, redes secundárias de serviços.

Estes elementos são válidos para qualquer tipo de carga, tanto em redes aéreas como subterrâneas. Tradicionalmente, é feita uma distinção entre redes de alta tensão, redes de média tensão e redes de baixa tensão. As redes de alta tensão são usadas para transportar grandes potências elétricas por longas distâncias. As redes de média tensão são usadas para transportar energia média em distâncias médias e distribuir energia para grandes consumidores (indústrias, hospitais, escolas etc.). As redes de baixa voltagem são usadas para distribuir potências menores a pequenos consumidores (residências) (MORAES, 2021).

As redes de distribuição de energia e o planejamento urbano (planejamento, desenvolvimento operacional, observação e avaliação do desenvolvimento e crescimento das cidades) são objeto de questões cada vez mais complexas: a questão de escolher o desenvolvimento ou fortalecimento de redes para otimizar os custos de um desenvolvimento



urbano para uma comunidade; a questão da escolha das energias-fonte e os melhores vetores de distribuição de energia para coletividade; as demandas dos habitantes e das empresas, em um contexto de alta evolução do preço das energias; áreas, dados, interações, *smartgrids*; a questão das estratégias de ação pública entre o financiamento de redes e o financiamento de ações de controle de demanda de energia e o paralelismo entre o desenvolvimento de redes inteligentes e a cidade inteligente (BEZERRA, 2018).

A rede de baixa tensão é formada pelas diferentes linhas de distribuição em baixa tensão que partem de um centro de transformação que atende determinada área. A demanda de energia que pode ser coberta com essas redes é condicionada pela potência nominal do próprio centro de transformação, e não pode ser maior do que este em nenhum momento (CREDER, 2021).

Redes de distribuição de energia de baixa tensão são redes locais que fornecem energia diretamente aos consumidores, por isso são as mais capilares, e estão mais intimamente ligadas às cidades, geralmente seguindo a rota das avenidas e ruas, atendendo a todos os pontos de consumo de sua área de cobertura (MORAES, 2021).

As redes de distribuição aéreas, como a esquematizada na Figura 1, são aquelas em que os alimentadores primários, os postes, os transformadores, os interruptores, os seccionadores, etc., são suportados por estruturas que os mantêm separados do solo na altura estabelecida pelos padrões das concessionárias (GOMES, 2019).



Figura 1. Esquema de rede de distribuição aérea de energia elétrica

Fonte: Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE, 2021)

Nessa modalidade, as linhas de distribuição normalmente estão desprotegidas, são apoiadas por isoladores instalados em cruzetas, postes de madeira ou concreto. Quando comparado ao sistema subterrâneo, possui as seguintes vantagens: menor custo inicial; são os materiais mais comuns e de fácil obtenção; fácil manutenção; fácil solução de problemas; e, menores tempos de construção (BEZERRA, 2018).

Contudo, apresentam como desvantagens: má aparência estética; menos confiabilidade; menos segurança (oferece mais perigo para os transeuntes); e, são suscetíveis a falhas e interrupções de energia como são expostos a: descargas elétricas, chuva, granizo, poeira, gases poluentes, salinidade, ventos, contatos com corpos estranhos, acidentes com veículos e vandalismo (VIEIRA, 2021).

Em uma definição ampla, o sistema de distribuição é a parte do sistema de energia

elétrica entre a fonte de energia em massa e as chaves de serviço dos consumidores. Inclui um sistema de subtransmissão; subestações de distribuição; alimentadores de distribuição primária; transformadores de distribuição; circuitos secundários, incluindo os serviços ao consumidor; e equipamento de proteção e controle apropriado. O sistema de distribuição faz parte do sistema de energia entre as subestações de distribuição e a entrada de serviço dos consumidores (CREDER, 2021).

Mas há uma tendência em direção ao uso de tensões mais altas como resultado do uso crescente das tensões de transmissão mais altas. Os projetos do sistema de subtransmissão variam de sistemas simples do tipo radial e / ou do tipo loop a uma subtransmissão tipo rede ou rede. As tensões típicas e sua classificação quanto ao nível são demonstradas na Tabela 1.

NÍVEL DE TENSÃO	VALOR DE REFERÊNCIA
Ultra-alta tensão (UAT)	> 765kV (porém existem estudos para transmissão em 1MV)
Tensão extra-alta (EAT)	230kV e 765kV
Alta tensão (AT)	36kV e 230kV
Subtransmissão	69kV e 138kV
Média tensão (ou alta tensão de distribuição):	34,5 kV; 25,8 kV; 23 kV; 13,8 kV; 13,2 kV; 12,6 kV; 11,5 kV; 6,9 kV; 4,16 kV e 2,13 kV
Baixa tensão (BT)	1.000; 760; 660; 440; 380; 220; 127 (FN); 115 (FN) V
Extra-baixa tensão	48 V; 24 V e 12 V

Tabela 1. Classificação das tensões e valores de referência

Fonte: Adaptado de Niskier e Macintyre (2021).

O sistema de subtransmissão é a parte do sistema de energia que fornece energia de fontes de energia em massa, como grandes subestações de transmissão. A subtransmissão pode ser composta por construção de cabos abertos em postes de concreto ou madeira ou cabos subterrâneos. Os pontos de consumo, em Média Tensão (MT), são alimentados pelas subestações distribuidoras, pelas quais a energia é entregue aos clientes (assinantes), através das linhas ou sistema de distribuição de MT, que designa qualquer tensão entre alguns kV e 40 kV (COELHO, 2019).

Embora o aterramento elétrico possa ter sido originalmente considerado apenas como uma medida de segurança, com os avanços em eletrônica e tecnologia, tornou-se uma parte essencial da eletricidade consumida diariamente. O aterramento é um princípio, é um caminho de retorno que fornece uma rota alternativa para a corrente elétrica seguir de volta para a terra no caso de um problema no sistema de distribuição (CREDER, 2021).

Por natureza, a eletricidade procura devolver seus elétrons à terra, isto é, descarregar sua energia negativa e retornar ao equilíbrio. Normalmente, a corrente retorna ao solo através dos fios neutros no sistema elétrico. Mas, caso ocorra algum colapso do trajeto, a corrente quente pode, em vez disso, fluir através de outros materiais, como estruturas de madeira, tubos metálicos ou materiais inflamáveis. Isto é o que pode acontecer em uma situação de curto-circuito, onde a maioria dos incêndios elétricos e choques se originam. Um curto-circuito ocorre quando a eletricidade se dispersa para fora dos fios pelos quais deve passar (REIS *et al.*, 2020).

A Terra, sendo um bom condutor de eletricidade, atua como um caminho conveniente para o fluxo de elétrons que escapam do isolamento. Além disso, o tamanho gigantesco

da Terra abre um caminho para a descarga segura da carga elétrica (NISKIER; MACINTYRE, 2021).

Em termos técnicos, o aterramento elétrico pode ser definido como o processo de transferir a descarga imediata da energia elétrica diretamente para a Terra com a ajuda do fio de baixa resistência. O aterramento elétrico é realizado conectando-se a parte não transportadora do sistema ou a parte neutra do sistema de alimentação ao solo (GONÇALVES, 2019).

As diferenças de tensão entre quaisquer pontos do sistema devem ser as menores possíveis para garantir a proteção de pessoas e sistemas. O projeto do sistema de aterramento e a conexão com os sistemas elétricos relevantes são de importância crucial. A execução e projeto do sistema de aterramento e as medidas associadas devem ser asseguradas a longo prazo. Além de um planejamento cuidadoso, isso também requer uma supervisão precisa e intensiva durante a fase de execução (MORAES, 2021).

Existem 3 principais razões pelas quais todos os dispositivos elétricos precisam estar conectados à Terra: segurança humana, segurança dos equipamentos elétricos que fazem parte do sistema de distribuição e proteção das estruturas contra descargas atmosféricas. Os sistemas de aterramento podem ser não aterrados, solidamente aterrados ou de alta resistência (CREDER, 2021).

Portanto, é princípio do aterramento fornecer aos sistemas e equipamentos elétricos um potencial de referência uniforme em todos os momentos e com segurança, ou seja, todas as partes conectadas à terra devem estar com potencial zero. Conforme a norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão os sistemas de aterramento são categorizados por um código constituído por três letras. As abreviações são internacionalmente uniformes. A primeira letra caracteriza as condições de aterramento na fonte de corrente/tensão, a segunda letra as condições de aterramento dos corpos do equipamento, conforme Tabela 2.

PRIMEIRA LETRA	SEGUNDA LETRA	OUTRAS LETRAS E DERIVAÇÕES
Situação da alimentação em relação à terra	Situação das massas da instalação elétrica em relação à terra	Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção
T – um ponto que está aterrado diretamente	T – é feito o aterramento diretamente	C – proteção e neutro (PEN) que são feitos em um único condutor
I – ponto que não está aterrado	N – não existe aterramento próprio, a ligação é feita no aterramento da alimentação	S – proteção e neutro (PE) por condutores devidamente separados.
	I – as massas não são aterradas, mas sim isoladas de todas as partes ativas contra a terra	

Tabela 2. Simbologia dos tipos de aterramento

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004)

O sistema de aterramento TT é encontrada comumente onde as linhas aéreas estão em uso, de modo que uma possível corrente residual deve poder fluir pelo solo. O ponto do transformador de alimentação é, portanto, aterrado (primeiro T), enquanto todos os corpos tocáveis (partes do invólucro) são conectados ao sistema de aterramento como um segundo aterramento independente (segundo T) (GOMES, 2019).

Sendo assim, nos sistemas TT, um ponto é aterrado diretamente (aterramento operacional). Os corpos do sistema elétrico são conectados a hastes de aterramento que são eletricamente independentes da haste de aterramento para o aterramento do sistema.

Podem ser usados como dispositivos de proteção: dispositivo de proteção contra sobrecorrente e dispositivos de corrente residual (RCD) (VIEIRA, 2021).

Como peculiaridades, no sistema de aterramento TT a conexão do condutor de proteção está entre a carcaça (corpo) do consumidor e o terra do sistema. Em caso de falha, nenhuma grande corrente residual pode fluir porque as duas resistências de aterramento não permitem isso. Tais sistemas devem, portanto, ser equipados com um RCD para poder desligar o circuito de corrente residual o mais rápido possível (BRÉDER; SOARES; OLIVEIRA, 2019).

As redes de TI podem ser autossuficientes e vinculadas à rede pública. Portanto, essa variante do sistema de aterramento é normalmente usada em laboratórios e salas de cirurgia, máquinas automotoras, veículos híbridos/elétricos, estações de energia separadas, como transformadores de isolamento (por exemplo, caldeiras ou centrais de turbinas eólicas (FRADE; CAMPOS; MELO, 2021).

Na prática, o que geralmente se encontra são principalmente as chamadas redes trifásicas, que comumente consistem em três condutores externos, um condutor neutro e, se necessário, o condutor de proteção. Nas redes IT, o ponto de ligação do transformador de alimentação é isolado (I), enquanto os corpos dos dispositivos finais são conectados ao eletrodo de aterramento local (T) ou ligação equipotencial (SEGANTINI, 2018).

Nos sistemas TI, todos os condutores ativos são isolados da terra ou um ponto é conectado à terra por meio de uma impedância. No caso de uma falha de isolamento, apenas uma pequena corrente residual, causada essencialmente pela capacitância de fuga do sistema, pode fluir. Os fusíveis a montante não respondem. A fonte de alimentação é mantida mesmo no caso de uma falha direta à terra monopolar (MORENO; COSTA, 2021).

Nos sistemas TN, um ponto é diretamente aterrado, os corpos da instalação elétrica são conectados a este ponto por condutores de proteção. Três tipos de sistemas TN podem ser distinguidos conforme a disposição dos condutores neutro e de proteção (NISKIER; MACINTYRE, 2021):

- TN-S: Um condutor de proteção separado é usado em todo o sistema;
- TN-C: Em todo o sistema, as funções do condutor neutro e condutor de proteção são compatibilizadas em um único condutor; e,
- TN-CS: Em uma parte do sistema, as funções do condutor neutro e do condutor de proteção são conjugadas em um único condutor.

Sendo assim, ao projetar o sistema de aterramento, alguns requisitos devem ser atendidos: segurança de pessoas e equipamentos, resistência à corrosão, solidez mecânica e domínio da corrente de falha mais alta e seus efeitos térmicos. Parâmetros importantes para proteção contra choque elétrico são a tensão de terra e a distribuição do potencial de superfície. As propriedades elétricas do sistema de aterramento são determinadas pelas dimensões do eletrodo de aterramento e pela natureza do aterramento, ou seja, a condutividade do aterramento (BOMFIM *et al.*, 2019).

Os sistemas de energia elétrica que são operados sem conexão intencional ao aterramento são descritos como não aterrados. A principal vantagem deste tipo de sistema de aterramento é que ele oferece um valor baixo de fluxo de corrente e confiabilidade durante uma falha. Porém, esse tipo de sistema também oferece algumas grandes desvantagens (MORENO; COSTA, 2021).

Uma grande desvantagem para um sistema não aterrado é a dificuldade em localizar uma falta de linha para terra. Encontrar a falha era um processo demorado. Por esse motivo, muitas concessionárias estão automatizando seus sistemas, para não precisar encerrar

seus processos normais de distribuição e serem capazes de religar o fornecimento o mais rápido possível, segundo projeto de cada sistema, visto que, a falha deve ser localizada e reparada rapidamente, porque se ocorrer uma segunda falha, a falha atuará como uma falta fase-fase, estendendo o processo de reparo e conseqüentemente o abastecimento aos consumidores, trazendo perdas nos lucros das concessionárias, dentre outros problemas (CREDER, 2021).

O sistema é considerado efetivamente aterrado quando para todos os pontos do mesmo e para qualquer configuração do sistema, a relação $X_0/X_1 \leq 3$ e $R_0/X_1 \leq 1$. Em termos de componentes de sequência, o aterramento é eficiente somente se $R_{0<} X_1$ e $X_0 > 3X_1$ (NISKIER; MACINTYRE, 2021).

Nesses sistemas, mais comumente usados em sistemas de distribuição de energia industrial e comercial, os condutores de aterramento são conectados ao terra sem nenhuma impedância adicional intencional no circuito. Um disjuntor secundário principal é um componente vital requerido neste sistema, embora não tenha qualquer influência em outros sistemas de aterramento. Este componente é grande em tamanho porque tem que carregar a corrente de carga total do transformador (BATISTA; LOURO, 2020).

Geradores de *back-up* são frequentemente usados neste tipo de sistema de aterramento, caso uma falha encerre um processo de distribuição. Quando isso acontece, as linhas ficam solidamente aterradas. No entanto, é importante observar que as linhas de distribuição não são projetadas para a corrente de curto-circuito maior associada a sistemas com aterramento sólido (REIS, 2019).

Um sistema solidamente aterrado tem altos valores de corrente que flui através de fios de aterramento, construção de tubos de aço, conduíte e água, o que pode causar grandes danos ao equipamento e interromper os processos de distribuição. Quando ocorre uma falha de linha para terra, o arco pode criar descargas (SILVA, 2022).

Sistemas de aterramento de alta resistência (HRG) são comumente usados em fábricas e usinas onde a operação contínua de processos é fundamental em caso de falha. O aterramento de alta resistência é normalmente realizado conectando-se o lado alto de um transformador de distribuição monofásico entre o neutro do sistema e a terra e conectando um resistor através do secundário de baixa tensão para fornecer o valor mais baixo desejado da corrente de aterramento lateral alta (FRADE; CAMPOS; MELO, 2021).

Com um sistema HRG, o serviço é mantido mesmo durante uma condição de falta à terra. Se ocorrer uma falha, as indicações de alarme e as luzes ajudam o pessoal de manutenção a localizar e corrigir rapidamente o problema ou permitir um desligamento ordenado do processo. Um sistema HRG limita a corrente de falta à terra entre 1A e 10A (SEGANTINI, 2018).

3. CONCLUSÃO

O principal objetivo do sistema de fornecimento é atender às demandas por energia elétrica, oferecendo a todos os usuários/clientes um suprimento suficiente para atender à demanda máxima em termos de consumo de pico. O fornecimento de eletricidade também ser confiável, proporcionando um fluxo ininterrupto de energia e garantir a segurança em termos de prevenção de danos.

A eletricidade pode ser um elemento perigoso para pessoas, animais e propriedades de várias maneiras, a menos que sejam tomadas as devidas precauções. A segurança pode ser melhorada, por exemplo, assegurando que espaços adequados sejam mantidos entre

condutores e terra, usando o método apropriado de aterramento da rede e fornecendo proteção adequada em todos os circuitos e equipamentos. O sistema de suprimento deve, talvez acima de tudo, conseguir tudo isso com o menor custo possível.

Na eletricidade, o aterramento é considerado um ponto comum, um ponto de potencial zero e um afundamento infinito de elétrons. De fato, a maioria dos pontos considerados “aterrados” estão longe desse estado perfeito. Para fins de transmissão e distribuição de energia elétrica, o termo “aterrado” indica que uma ou mais partes do sistema elétrico estão conectadas à Terra, que é considerada como tendo tensão ou potencial zero.

Os objetivos dos padrões de aterramento são fornecer meios para direcionar com segurança as correntes indesejáveis do equipamento para a terra e assegurar que as pessoas não estão expostas ao perigo de choques elétricos críticos nas proximidades de instalações aterradas. A segurança é a principal função do aterramento, de forma que os sistemas de aterramento são projetados para atender todos os requisitos de segurança vigentes, que não deve ser comprometida em nenhum momento.

Dentre os padrões que devem ser especificados pela operadora são incluídos àqueles relativos aos aspectos construtivos do projeto, as conexões e materiais que devem ser utilizados nos aterramentos das redes de distribuição, assim como as ferramentas e equipamentos necessários para implantação dos projetos pelas equipes de instalação e manutenção, tanto para redes aéreas quanto subterrâneas, quando aplicável.

Conclui-se que as redes de distribuição que atendem os consumidores finais/clientes podem ser de várias configurações, contudo o requisito de todas delas é garantir o fornecimento de forma segura, planejando e implementando a solução de aterramento mais coerente, observando os padrões e normas vigentes assim como o aumento das demandas de abastecimento, de modo que as concessionárias devem planejar seus próprios padrões de instalação para promover a integração e a segurança de todo seu sistema, observando as características de consumo de seus clientes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA (ABRADEE). **Redes de Energia Elétrica**. Brasília: ABRADDEE, 2021 [online]. . Disponível em: <https://abradee.org.br/redes-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BATISTA, Raphael; LOURO, Pedro Enrique Batista Borges. **Avaliação de programa para aterramentos elétricos fundamentado no método dos elementos de contorno**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2020. Disponível em: https://www.peteletricaufu.com.br/static/ceel/artigos/artigo_537.pdf. Acesso em: 03 mar. 2023.

BEZERRA, Gabriel Vidal Negreiros. **Análise de Sistemas de Aterramento com Hastes Concretadas Submetidos a Correntes Impulsivas**. 2018. 112f. Dissertação (Mestrado - Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande/PB, 2018. Disponível em: [http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/492/GABRIEL%20VIDAL%20NEGREIROS%20BEZERRA%20%20%20DISSERTA%C7%-C3O%20\(PPGEE\)%202017.pdf?sequence=3](http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/492/GABRIEL%20VIDAL%20NEGREIROS%20BEZERRA%20%20%20DISSERTA%C7%-C3O%20(PPGEE)%202017.pdf?sequence=3). Acesso em: 22 out. 2022.

BOMFIM, Daniel Travassos Afonso; KROETZ, Guilherme Saldanha; MIMOSO, Raniere Varon Fernandes; CESÁRIO, Frederico Ramos. Estudo comparativo do desempenho de aterramento em torres de transmissão. In: WINKLER, Ingrid et al (org.). **Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. p. 120 – 169. (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 1). Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/estudo-comparativo-do-desempenho-de-aterramento-em-torres-de-transmissao>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BRÉDER, Marcos Vinícius Dalla Venezia; SOARES, Rafael; OLIVEIRA, Andrei Roger Silva de. Resposta de um aterramento a corrente elétrica Impulsiva: impedância ou resistência? **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 01, ed. 82, p. 72-103, 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/respos>



[ta_de_um_aterramento_a_corrente_eletrica_impulsiva_impedancia_ou_resistencia.pdf](#). Acesso em: 15 mar. 2023.

COELHO, Rooney Ribeiro Albuquerque. **Uma contribuição à análise de sistemas de aterramento em meios horizontalmente estratificados**. 2019. 158f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26116>. Acesso em: 22 out. 2022.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. 470 p

FRADE, Thiago Costa; CAMPOS, Gustavo Lobato; MELO, Melo Natália Rodrigues de. Modelagem de Aterramentos Elétricos Solicitados por Descargas Atmosféricas. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 07, 2021. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/6936/pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

GOMES, Galeno Lemos. Análise da qualidade dos materiais utilizados em sistemas de aterramento de linhas de transmissão, com úteis aplicações dos condutores bimetálicos. O Setor Elétrico [online]. nov. 2019. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/analise-da-qualidade-dos-materiais-utilizados-em-sistemas-de-aterramento-de-linhas-de-transmissao-com-uteis-aplicacoes-dos-condutores-bimetalicos/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

GONÇALVES, Marconni Freitas Barroso Ribeiro. **Metodologia de avaliação de sistemas de aterramento submetidos a impulsos de corrente elétrica**. 2019. 102 fl. Tese (Doutorado - Engenharia Elétrica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande/PB, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/27161/1/MARCONNI%20FREITAS%20BARROSO%20RIBEIRO%20GON%20ALVES%20-%20TESE%20%28PPGEE%292019.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2023.

MAGALHÃES, Jéssica de Lourdes Almeida et al. Análise do sistema de aterramento do prédio do CES Campus Academia. **Analecta**, v. 4, n. 4, p. 788 - 805, nov./2018. Disponível em: <http://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ANL/article/viewFile/1808/1153>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MORAES, Marcella Campos Guarilha de. Algoritmo para cálculo de sistemas de aterramento de subestações. **ProQuest Dissertations Publishing**, Instituto Politécnico de Braganca (Portugal), 2021. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/81956d060ec767ecd74528d2a578400e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 22 out. 2022.

MORENO, Hilton; COSTA, Paulo Fernandes. **Aterramento elétrico**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Cobre, 2021. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/wp-content/uploads/2021/03/E-book-Procobre-Aterramento.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2023.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. 352 p.

REIS, Leonardo França Camara; SILVA, Antônio José Dias da; AZEVEDO JR., Geraldo Motta; PINHEIRO, André Luis da Silva. Estudo sobre a viabilidade da alteração dos padrões construtivos dos eletrodos de aterramento visando a utilização e fiscalização em projetos. **TEC-USU**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 38-51, 2020. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/1502/1089>. Acesso em: 22 out. 2022.

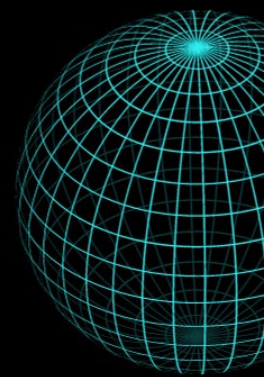
REIS, Taiane Pereira dos. **Análise das Sobretensões Máximas de Origem Atmosférica Conduzidas nas Redes de Distribuição de Baixa Tensão**. 2019. 113f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215112/PEEL1895-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SEGANTINI, Renan Campos. **Comportamento de Malhas de Aterramento de Subestação de Energia frente a Descargas Atmosféricas: Ênfase na Avaliação de Técnicas de Melhoria do Desempenho Impulsivo por meio de Múltiplos Pontos de Injeção de Corrente**. 2018. 56f. Dissertação (Mestrado - Engenharia Elétrica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/ Universidade de São João del-Rei, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=2285577&key=9e7f31f41e9a-487c4179aae546329452>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SILVA, Carlos Leandro Borges da. **Geometria de malha de aterramento elétrico otimizada**. 2022. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e da Computação). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/12558>. Acesso em: 15 mar. 2023.

VIEIRA, Jean Lucan Martins. **Modelagem eletromagnética de sistemas de aterramento 3d em baixas frequências utilizando o método Meshless IEFGM**. 2021. 105f. Dissertação (Mestrado - Engenharia Elétrica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/ Universidade de São João del-Rei, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgel/282-2021-12-20-DissertacaoJeanVieira.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2023.

34

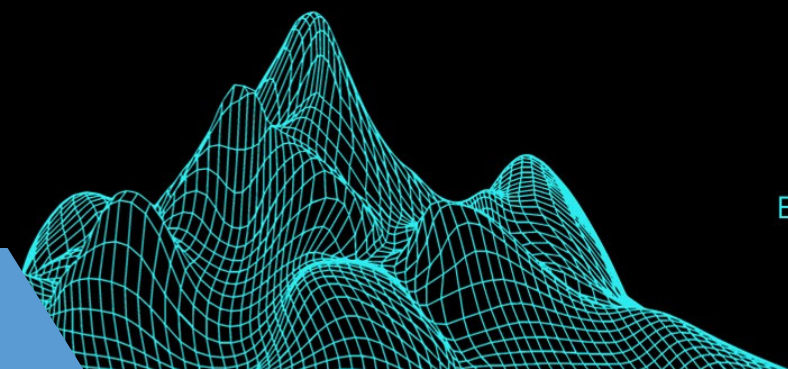


A APLICAÇÃO DO CONTROLE AUTOMATIZADO NAS LINHAS HVDC *THE APPLICATION OF AUTOMATED CONTROL ON HVDC LINES*

Ivo Wayverson de Assis Mota¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

Este artigo aborda a aplicação do controle automatizado em linhas de transmissão de corrente contínua de alta tensão (HVDC), partindo de um estudo de revisão bibliográfica, no cenário brasileiro. O objetivo é analisar a importância do controle automatizado para garantir a estabilidade, eficiência e confiabilidade do sistema HVDC. São discutidos os benefícios do controle automatizado, como a regulação precisa do fluxo de potência e a integração eficiente de fontes de energia renovável. Além disso, destaca-se a necessidade de metodologias adequadas para representar sistemas HVDC multiterminais no problema de fluxo de potência, visando resultados precisos e confiáveis. As inovações tecnológicas, como o uso de semicondutores avançados e técnicas de modulação de pulso, são mencionadas como elementos essenciais para melhorar o desempenho e o controle dos sistemas HVDC. A aplicação prática das linhas HVDC, como a interconexão de sistemas elétricos e o transporte de energia renovável, são consideradas soluções promissoras para os desafios energéticos atuais. Consiste ainda na comparação de sistemas em Corrente Alternada e Corrente Contínua e a história do HVDC no Brasil. Esse estudo contribui para o avanço do conhecimento no campo da transmissão HVDC e pode auxiliar pesquisadores, profissionais e estudantes interessados nessa área.

Palavras-chave: HVDC. Automatização. Distribuição. Sistemas. Energia.

Abstract

This article addresses the application of automated control in high voltage direct current (HVDC) transmission lines, based on a bibliographical review study, in the Brazilian scenario. The objective is to analyze the importance of automated control to guarantee the stability, efficiency and reliability of the HVDC system. The benefits of automated control such as precise regulation of power flow and efficient integration of renewable energy sources are discussed. Furthermore, there is a need for adequate methodologies to represent multiterminal HVDC systems in the power flow problem, aiming at accurate and reliable results. Technological innovations such as the use of advanced semiconductors and pulse modulation techniques are mentioned as essential elements to improve the performance and control of HVDC systems. The practical application of HVDC lines, such as the interconnection of electrical systems and the transport of renewable energy, are considered promising solutions for current energy challenges. It also consists of comparing Alternating Current and Direct Current systems and the history of HVDC in Brazil. This study contributes to the advancement of knowledge in the field of HVDC transmission and can help researchers, professionals and students interested in this area.

Keywords: HVDC. Automation. Distribution. Systems. Energy.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade, as tecnologias têm assumido um papel de muitas discussões e significativos avanços que proporcionam transformações e movem o mundo, a fim de facilitar o desenvolvimento das cidades, solucionar problemas de grandes empresas, contribuir para o acesso à informação, comunicar e possibilitar melhorias na vida cotidiana, seja pessoal ou no trabalho.

Porém, além das tecnologias, outra área de grande destaque para o desenvolvimento mundial e que apresenta significativas contribuições para os avanços tecnológicos é a energia elétrica, que cresce cada vez mais e que contribui para com a iluminação que por sua vez gera o movimento e funcionamento das cidades, indústrias, comércios e dia a dia das pessoas.

O sistema de transmissão de energia elétrica no mundo representa o elo responsável por interligar os diferentes meios de geração de energia, centros de distribuição e consumo que alimentam o funcionamento da vida humana. Muitas pesquisas se desenvolvem a partir dos recursos naturais que potencializam os investimentos em estudos de geração de energia.

Ao ouvir falar de Sistema Elétrico Brasileiro, o que mais se sabe é do grande potencial que se extrai das fontes naturais existentes e do quanto pode ser extraído ainda, porém, não se têm muito sobre “como” é feita essa extração e a forma que se aprende é simplória perto das gigantescas salas de válvulas, ou ainda os inúmeros componentes desde a fonte de geração até o meio que está lendo este trabalho.

Assim, por compreender a importância do sistema de energia como matriz para o desenvolvimento mundial, o presente trabalho tem como objetivo o estudo de quais os efeitos da aplicação do controle automatizado das linhas *High-Voltage Direct Current* (Corrente Contínua em Alta Tensão), a partir da verificação das vantagens de melhor controle, de acordo com os órgãos regulamentadores e de fiscalização do sistema utilizado no Brasil. No decorrer do estudo, adota-se a sigla HVDC para nomear essa linha e a revisão de literatura como metodologia que conduziu a pesquisa.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi a Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos, selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Google Scholar, Catálogo de Teses da CAPES e SciELO. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 23 anos.

2.2 Resultados e Discussão

A eletricidade faz parte das diversas atividades humanas, motivo de crescimento e ampliação de serviços nas cidades, além de contribuir para facilidades nas rotinas diárias. As linhas de transmissão de um sistema elétrico são responsáveis pela distribuição de energia pelo país e mundo. Assim, foi necessário aprofundar estudos e pesquisas que aprofundassem referências que orientavam para a redução de perdas de transmissão e



que reduzissem custos com menos impacto ambiental.

Nesse sentido, considerando a demanda de energia que vem crescendo a cada dia no mundo, torna-se fundamental os aspectos abordados durante este estudo, especialmente por compreender como o sistema de transmissão em HVDC, enquanto uma tecnologia já utilizada há longa data, ainda tem gerado muitos debates sobre sua relação com planos de crescimento na geração e transmissão de energia elétrica a partir do controle e da automatização.

Além disso, estudou-se as aplicações em HVDC que já são usadas em todo o mundo como alternativa para países onde sua fonte de energia fica longe do centro consumidor, e por trazer praticidade na sua execução, seja financeira ou tecnicamente, uma vez que é um dos maiores trunfos frente à *High-Voltage Alternating Current* (HVAC). O controle é uma das grandes vantagens também em relação à Alta Tensão em Corrente Alternada, como se conhece, e onde se faz melhorias contínuas nos equipamentos, e, conseqüentemente, no processo como um todo.

Desse modo, por meio do recorte de revisão bibliográfica realizado sobre o sistema de transmissão HVDC no cenário brasileiro, nota-se o seu fator determinante de maior qualidade e economicidade com o seu uso automatizado, e assim identificar a necessidade de disponibilizar mais conhecimentos sobre as Linhas HVDC, por explicar as vantagens da automatização que esse sistema proporciona.

2.2.1 O HVDC no Brasil

O HVDC chegou no Brasil em 1984, para ser apenas um link na transmissão entre a geração em Itaipu e a subestação de Ibiúna, e tinha o maior nível de tensão do mundo, até aquele momento (+-600kV). Nesse sistema, o que é gerada em 60 Hz vai para o SIN (Sistema Interligado Nacional) em 765 kV de Corrente Alternada (CA), por três circuitos. O que é gerada em 50 Hz é transformada em Corrente Contínua (CC) e vai para Ibiúna, em São Paulo, por duas linhas de +-600 kV, onde é convertida para 60 Hz alternada (VASCONCELOS, 2014).

Outro projeto focado em HVDC no Brasil foi o de Garabi, em parceria com a Argentina, em 1998, importando 2000 MW através de CCC (Conversor de Capacitor Comutado) *Back-to-Back*, sendo pioneira no mundo, visto que a frequência na Argentina é de 50 Hz (RUDERVALL, CHARPENTIER E SHARMA, 2000), esse comutador se faz necessário para o sistema assíncrono ser controlado, até de forma automatizada, dando mais robustez e segurança para a linha. Em Garabi, através de duas estações conversoras de 1100 MW, a energia vai até Itá, em Santa Catarina, em 500 kV, e lá é transformada em 70 kV CC, por conta de gastos com infraestrutura e segurança (VASCONCELOS, 2014; GRAHAM, BILEDT E JOHANSSON, 2004). Pode-se analisar, através da Figura 01, algumas linhas de transmissão e perceber o destaque das linhas em HVDC.

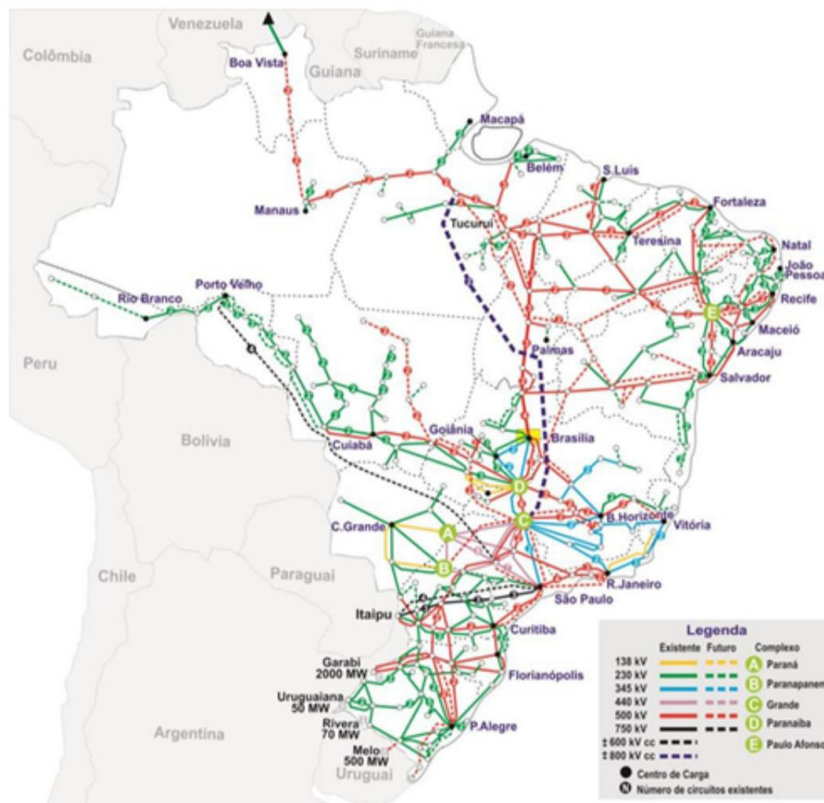


Figura 1. Principais linhas de transmissão instaladas e planejadas no Brasil

Fonte: EPE (2013)

Com os sistemas CC interligados com os sistemas CA tendo excelência no funcionamento, foi posto em operação em 2012 o complexo do Rio Madeira, com usinas em Jirau e Santo Antônio, com capacidade de 6450 MW, e é transportada através de dois bipolos de corrente contínua de 3150 MW, ± 600 kV, e como solução econômica, alimenta o sistema através de duas conversoras *back-to-back*, de 400 MW cada, em Porto Velho, abaixando para 230kV (EPE, 2008). Na Figura 02, a representação do complexo.

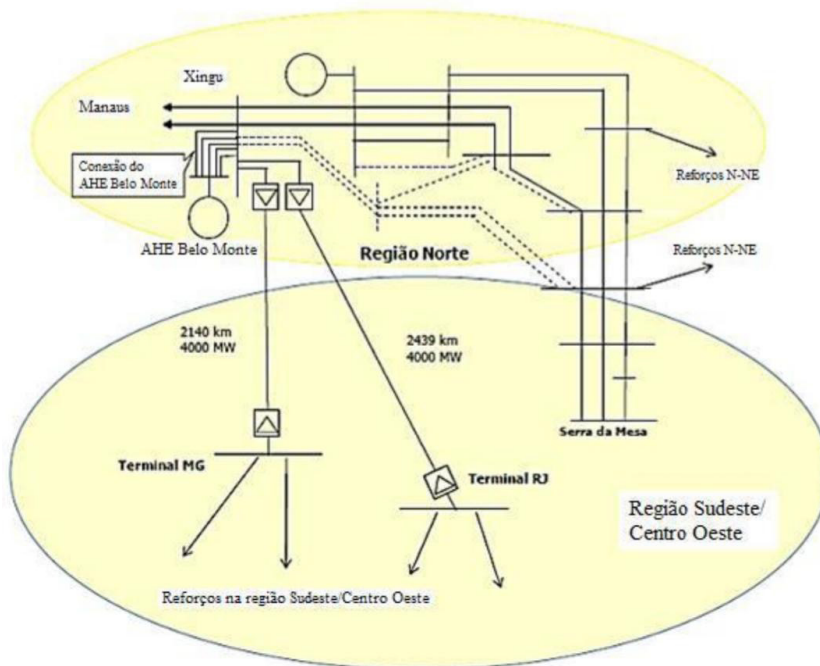


Figura 2. Representação da interligação Norte – Sudeste/Centro Oeste

Fonte: EPE (2013)

Partindo dos casos citados, uma grande consideração deve ser feita nos custos de cada sistema, que são diretamente proporcionais às distâncias das redes instaladas. Segundo Rudervall, Charpentier e Sharma (2000), subestações de corrente alternada são bem mais baratas que estações conversoras de corrente contínua para alternada, mas o contraste se dá por conta do custo das linhas de transmissão e sua manutenção e operação, que, na visão completa, sai mais barata em Corrente Contínua do que em Corrente Alternada, a partir de +-400 km de extensão. Basicamente, a escolha de qual sistema adotar parte do tamanho da linha e de sua potência projetada.

2.2.2 Revisão Bibliográfica

Rudervall, Charpentier e Sharma (2000) fazem uma revisão tecnológica dos sistemas de transmissão em HVDC e exploram os principais aspectos tecnológicos dos sistemas HVDC, fornecendo uma visão geral das tecnologias empregadas nesse tipo de transmissão. Abordam os diferentes componentes e equipamentos utilizados nos sistemas HVDC, como retificadores, conversores, transformadores, eletrodos e linhas de transmissão. Além disso, discutem as características e propriedades elétricas desses sistemas, como a capacidade de transmissão, eficiência energética, estabilidade e controle.

Também analisam os avanços na tecnologia HVDC, como o uso de semicondutores de potência avançados, técnicas de modulação de pulso e sistemas de controle digital. Eles discutem os benefícios dessas inovações em termos de eficiência, controle de qualidade da energia e estabilidade do sistema.

Além disso, abordam as aplicações práticas dos sistemas HVDC, destacando os projetos de transmissão em corrente contínua em diferentes países. Discutem os benefícios socioeconômicos dessas aplicações, como a transmissão de energia de fontes renováveis, interconexão de sistemas elétricos e reforço da capacidade de transmissão em longas distâncias. Ainda são tratados alguns dos principais desafios associados à transmissão HVDC, como a interferência eletromagnética, a estabilidade do sistema e a proteção contra sobrecorrente e sobretensão, discutindo soluções técnicas para esses problemas e apresentando uma análise comparativa entre as tecnologias HVDC e HVAC.

Oferecem uma base sólida de conhecimento sobre os sistemas HVDC e suas tecnologias, fornecendo uma visão geral dos principais componentes e propriedades elétricas desses sistemas, além de discutir as aplicações práticas e os avanços tecnológicos. É uma fonte valiosa de informações para pesquisadores, profissionais e estudantes interessados no controle automatizado e nas aplicações dos sistemas HVDC.

Já Graham, Bilet e Johansson (2004) abordam a aplicação de sistemas de transmissão HVDC para a interligação de sistemas elétricos. Acerca do tema, é importante porque discute os aspectos tecnológicos, operacionais e práticos desses sistemas, fornecendo uma visão abrangente sobre o assunto.

São exploradas as tecnologias envolvidas na transmissão de energia em HVDC discutindo as características dos elos em corrente contínua, que permitem a interligação de sistemas elétricos distintos, superando desafios como a transmissão em longas distâncias ou a interconexão de sistemas com características diferentes.

Apresentam os benefícios associados ao uso de sistemas HVDC, como maior eficiência na transmissão de energia, redução de perdas, aumento da capacidade de transmissão e maior flexibilidade operacional. Além disso, abordam os desafios técnicos e operacionais enfrentados na implementação desses sistemas, como o controle e a proteção adequados,

a interação com sistemas de corrente alternada, a influência de fenômenos transitórios e as questões de segurança.

Também são abordadas as aplicações práticas das interligações HVDC, tanto em nível nacional quanto internacional. Discute-se exemplos de projetos de interconexão de sistemas elétricos em diferentes países, destacando os benefícios socioeconômicos e ambientais associados a essas interligações. São discutidos os principais componentes dos sistemas HVDC, como conversores, transformadores e filtros, e as principais tecnologias de conversores, como conversores lineares, conversores comutados por bloco e conversores modulares multiníveis.

Fornece uma visão abrangente sobre a aplicação de sistemas HVDC para a interligação de sistemas elétricos. Aborda os aspectos tecnológicos, operacionais e práticos desses sistemas, discutindo os benefícios, desafios e considerações práticas envolvidas na implementação de interligações HVDC. A obra é valiosa para quem deseja compreender o funcionamento, as aplicações e as questões relacionadas ao controle automatizado nas linhas HVDC.

Vasconcelos (2014) apresenta uma metodologia para a representação de sistemas de transmissão em corrente contínua multiterminais no problema de fluxo de potência, abordando a necessidade de uma representação adequada desses sistemas, uma vez que apresentam características diferentes dos sistemas de transmissão em corrente alternada. É discutido as principais dificuldades e desafios encontrados ao lidar com esses sistemas, como a modelagem dos conversores e a coordenação dos fluxos de potência. Também é apresentada uma análise de sensibilidade para avaliar o impacto de diferentes parâmetros no sistema, verificando a eficácia da metodologia proposta em testes computacionais.

O método se baseia na formulação do problema de fluxo de potência em sistemas HVDC como um problema de otimização não linear, que é resolvido utilizando algoritmos de programação não linear. A modelagem matemática leva em consideração as características específicas de cada componente do sistema, como retificadores, inversores e linhas de transmissão.

Com a aplicação dessa metodologia, é possível obter uma representação mais precisa dos sistemas HVDC multiterminais, permitindo a análise de seu desempenho e a avaliação de possíveis melhorias. Além disso, a metodologia proposta permite a consideração de incertezas e variações no comportamento dos componentes do sistema, o que contribui para uma melhor gestão e operação dos sistemas de transmissão em corrente contínua multiterminais.

Os estudos e pesquisas de Vasconcelos (2014) contribuem para o avanço do conhecimento no campo dos sistemas HVDC multiterminais e fluxo de potência. A metodologia proposta oferece uma abordagem sistemática e eficiente para a representação e resolução de problemas de fluxo de potência nesses sistemas. Ela pode ser aplicada no planejamento e operação de sistemas HVDC multiterminais, contribuindo para a melhoria do desempenho e confiabilidade desses sistemas. Demonstra também os desafios e dificuldades específicas e pode servir como referência para futuros estudos nesse campo.

De Santana (2019) realiza uma análise abrangente da viabilidade econômica, técnica e ambiental relacionada à implantação de linhas HVDC. Explora os aspectos econômicos, levando em consideração os custos envolvidos na implantação dessas linhas, como investimentos em equipamentos, construção, operação e manutenção, e conclui comparando as vantagens e desvantagens dessa linha em relação à transmissão em corrente alternada convencional em condições específicas, como grandes distâncias e a presença de obstáculos. Além disso, considera os benefícios socioeconômicos resultantes da utilização de

linhas HVDC, como o aumento da capacidade de transmissão de energia, a redução de perdas e a melhoria na qualidade do fornecimento de energia.

No aspecto técnico, investiga os principais parâmetros técnicos associados às linhas HVDC, como a capacidade de transmissão, a eficiência energética, a estabilidade do sistema elétrico e a capacidade de interconexão com outros sistemas. Também são abordadas as tecnologias e os equipamentos utilizados nas linhas HVDC, avaliando sua disponibilidade e confiabilidade.

Além disso, realiza-se uma análise do impacto ambiental das linhas HVDC, considerando aspectos como o uso do solo, a emissão de gases de efeito estufa e o impacto na fauna e na flora. Também discute as medidas mitigadoras que podem ser adotadas para minimizar esses impactos.

Contribui para a compreensão dos aspectos práticos e das considerações importantes na tomada de decisão sobre a implantação de linhas HVDC, fornecendo informações valiosas para profissionais e pesquisadores interessados em avaliar a viabilidade técnica e econômica de projetos envolvendo linhas HVDC. Ao considerar os aspectos econômicos, técnicos e ambientais, De Santana (2019) apresenta uma abordagem abrangente e fundamentada para analisar a viabilidade da implementação dessas linhas.

3. CONCLUSÃO

Portanto, com base nas obras estudadas, pode-se concluir que as linhas de transmissão HVDC representam uma tecnologia promissora para a interligação de sistemas elétricos. Elas oferecem benefícios significativos, como maior eficiência na transmissão de energia, melhor controle e capacidade de interconexão de redes elétricas. No entanto, a implementação dessas linhas requer uma análise cuidadosa da viabilidade econômica, técnica e ambiental, considerando os diversos fatores envolvidos.

A aplicação do controle automatizado nas linhas HVDC desempenha um papel fundamental para garantir a estabilidade, a confiabilidade e a eficiência desses sistemas. A automação permite um controle preciso da transmissão de energia, ajustando os parâmetros operacionais e otimizando o desempenho das linhas HVDC. Através do uso de tecnologias avançadas de controle, é possível melhorar a capacidade de transmissão, a qualidade do fornecimento de energia e facilitar a integração de fontes renováveis.

Em suma, as obras analisadas destacam a importância das linhas HVDC e do controle automatizado para o setor elétrico, fornecendo conhecimentos relevantes para a compreensão, análise e tomada de decisão em relação à aplicação dessas tecnologias.

Referências

DE SANTANA, Leonardo Batista. **Análise de Viabilidade Para Implantação de Linhas Transmissão em HVDC. 2019. 77 f.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2019. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10174>. Acesso em: 10 de Maio de 2023.

EPE. **Estudos para a Licitação da Expansão da Transmissão de Energia Elétrica. Estudos para definição das características básicas do Sistema de Transmissão de Interligação das Usinas do Madeira - Alternativa CC.** EPE. Rio de Janeiro, p. 90. 2008.

EPE. **Estudos para a Licitação da Expansão da Transmissão. Expansão da Interligação entre as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste. Elo de Corrente Contínua ±800 kV Xingu-T. Minas.** EPE. Rio

de Janeiro, RJ. 2013. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-276/topico-623/EPE-DEE-RE-136_2014-rev0%20\(Bipolo%20800%20kV%20Xingu-TRio\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-276/topico-623/EPE-DEE-RE-136_2014-rev0%20(Bipolo%20800%20kV%20Xingu-TRio).pdf) Acesso em: 05 de Mar de 2023.

GRAHAM, J.; BILEDT, G.; JOHANSSON, J. **Interligações de Sistemas Elétricos através de Elos HVDC**. Brasil, ABB, 2004. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a8fdcc4b-18c386af3b653360b2e44e9398e355b0>. Acesso em: 28 de Mar de 2023.

RUDERVALL, R.; CHARPENTIER, J. P.; & SHARMA, R. **High voltage direct current (HVDC) transmission systems technology review paper**. Energy week, 2000 (2000), 1-19. Disponível em: <http://171.67.100.116/courses/2010/ph240/hamerly1/docs/energyweek00.pdf> Acesso em: 27 de Mar de 2023.

VASCONCELOS, L. A. **Metodologia para representação de sistemas de transmissão em corrente contínua multiterminais no problema de fluxo de potência**. Diss. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/699>. Acesso em: 15 de Mar de 2023.





35

DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÕES APLICADAS A DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA MELHORIA DE TAXA DE FALHAS

*DIFFERENT TYPES OF MAINTENANCE APPLIED TO ELECTRIC POWER
DISTRIBUTION TO IMPROVE FAILURE RATE*

João Luis de Sousa Silva¹

¹ Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O desenvolvimento das chamadas novas tecnologias tem promovido mudanças fundamentais na estrutura e nos processos de trabalho. A adoção mais intensa de sistemas automatizados e de modernos equipamentos tem firmado as áreas de manutenção como uma ferramenta ainda mais estratégica, em face da importância da disponibilidade operacional para o resultado global das empresas. Quando ocorre uma interrupção de energia os prejuízos são tanto para o consumidor quanto para as concessionárias. Por este motivo, a área de manutenção vem se tornando cada vez mais importante. Tais manutenções podem ser classificadas como preventiva, preditiva e corretiva, sendo a corretiva ainda podendo ser de forma programada ou emergencial. O objetivo deste trabalho é apresentar como as diferentes formas de manutenções aplicadas na melhoria e na continuidade do fornecimento de energia, agregam para resultados satisfatórios aos consumidores e as concessões de energia, conceituando e também correlacionando, com o sistema de distribuição de energia elétrica.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Redes Elétricas. Taxa de Falha. Distribuição.

Abstract

The development of so-called new technologies has promoted fundamental changes in the structure and work processes. The more intense adoption of integrated systems and modern equipment has established the maintenance areas as an even more strategic tool, given the importance of operational availability for the overall results of companies. When there is a power outage, the losses are both for the consumer and for the workers. For this reason, the maintenance area has become increasingly important. Such maintenance can be classified as preventive, predictive and corrective, and the corrective can still be programmed or emergency. The objective of this work is to present how the different forms of maintenance applied in the improvement and continuity of energy supply, add to strong results for consumers and energy concessions, conceptualizing and also correlating with the electricity distribution system.

Keywords: Preventive Maintenance. Electrical Networks. Failure Rate. Distribution.



1. INTRODUÇÃO

As redes de distribuição de energia têm se tornado cada vez maiores ao longo do tempo com relação a sua extensão, com uma vasta diversidade de equipamentos de proteção, transformação, medição e muitos outros importantes para manter uma continuidade e para garantir qualidade no fornecimento de energia elétrica até o consumidor. Ao almejar melhores resultados, as concessões responsáveis por garantir tal fornecimento, vem procurando formas de implantar melhorias em toda a cadeia do sistema de distribuição, seja melhorias no processo de construção, expansão, proteção, qualidade e manutenção.

A energia elétrica é de extrema importância para a sobrevivência e desenvolvimento da sociedade. Portanto, torna-se necessário sistemas que consigam levar essa energia dos pontos de geração até os pontos de consumo, de forma a garantir a qualidade, segurança e confiabilidade.

Esse trabalho tem como justificativa trazer informações relevantes a respeito da eficiência no processo de distribuição de energia com ênfase na manutenção, fornecendo um material introdutório ao assunto.

Partindo de uma revisão bibliográfica este material reúne informações relevantes, podendo ajudar no ensino e pesquisas de outros interessados que pretendem explorar essa temática, seja na intenção de proporcionar melhorias ou apenas pela curiosidade.

Este trabalho tem como objetivo abordar conceitos da rede de distribuição de energia, mostrando o funcionamento dos diferentes tipos de manutenção que são utilizadas para garantir a continuidade, confiabilidade e segurança do fornecimento de energia elétrica.

O trabalho busca identificar os princípios conceituais das diferentes formas de manutenção.

Destacar a importância da implementação de planos e estratégias para garantir a eficiência e a continuidade do funcionamento das redes de distribuição.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O modelo de pesquisa trata-se de uma revisão de literatura embasada por meio de pesquisas bibliográficas a serem extraídas das bases de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online), Google Acadêmico e Catálogo de Teses e Dissertações.

A fim de obter às pesquisas e resumos para análises, serão utilizados os seguintes descritores: “redes de distribuição”, “sistema elétrico de potência” e “tipos de manutenção elétrica”. O estudo compreenderá pesquisas publicadas entre os anos de 1982 a 2023.

No processo de desenvolvimento da presente pesquisa, serão considerados artigos científicos, revisões bibliográficas e revistas científicas. Serão adotados como critérios de inclusão de dados, artigos que: (1) apresentem, de forma clara, os Tipos de Manutenções aplicadas a distribuição de energia elétrica para melhoria de taxa de falhas.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Sistema Elétrico de Potência

O Sistema Elétrico de Potência (SEP) é dividido em três partes principais: as centrais geradoras, as linhas de transmissão e as redes de distribuição. As linhas de transmissão ligam as centrais geradoras às redes de distribuição e conduzem a outros sistemas de potências através de interconexões. Os sistemas de distribuição ligam as cargas individuais às linhas de transmissão nas subestações, subestações essas que farão a função de chaveamento e as transformações de tensões necessárias (STEVENSON JUNIOR, 1986). A Figura 1 a seguir ilustra um esquema do Sistema Elétrico de Potência.

Geralmente as unidades geradoras se encontram a grandes distâncias dos centros consumidores, por isso, a energia elétrica tem suas tensões elevadas nos valores de 138, 230, 345, 440, 500 e 750 kV em circuitos de corrente alternada, estas tensões têm o intuito de reduzir perdas nas linhas de transmissão até chegarem às subestações onde serão rebaixadas para níveis de 13,8 kV, 25 kV, 69 kV e 138 kV para serem distribuídas (LEME *et al.*, 2013).

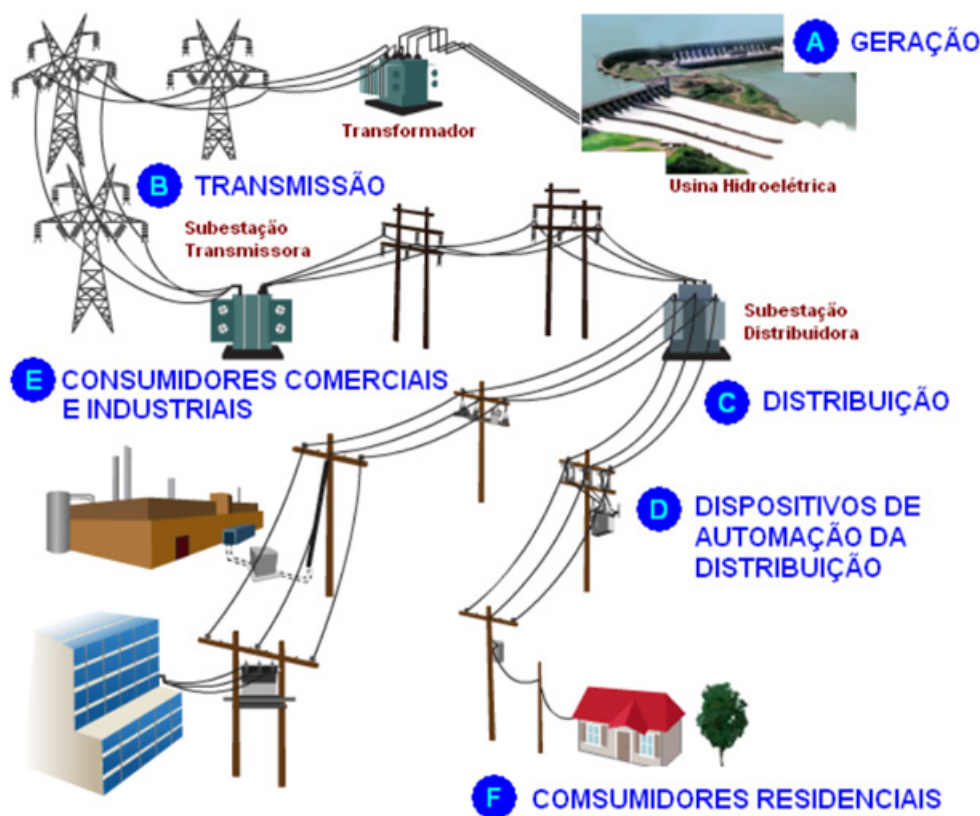


Figura 1. Esquema do SEP

Fonte: Matheus (2016)

Na etapa de distribuição de energia, onde se encontram as ramificações do sistema, é dividido em dois, o primário e o secundário. O primário é o trecho que tem origem nas saídas de subestações, e que chega até os transformadores de distribuição e consumidores primários, que são as indústrias de médio porte, shopping centers e hospitais, geralmente operando em tensões de 13,8 kV. O sistema secundário de baixa tensão tem início nos transformadores de distribuição e término em consumidores secundários, que são os clientes, sendo eles comércio, pequenas indústrias e residências, geralmente operam em tensões de 220/127V ou 380/220V.

2.2.2 Manutenção e Manutenibilidade

Segundo a norma NBR 5462, que tem como finalidade conceituar termos voltados para manutenibilidade, aponta o significado como a capacidade de um item ser mantido ou realocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos (TELES, 2017).

Manutenibilidade ou manutenibilidade é a característica de um equipamento ou conjunto de equipamentos que permita, em maior ou menor grau de facilidade, a execução dos serviços de manutenção (PINTO; XAVIER, 2002).

Para MOTTER (1992) Manutenção é um conjunto de técnicas e de organização capazes de conservar, tão bem quanto novas, máquinas, instalações e edificações, durante o maior tempo possível, com máxima eficiência (limites a serem conquistados), tendo sempre em vista diminuir desperdícios, satisfazer e motivar tanto os que recebem como os que fazem manutenção.

Nas empresas do segmento industrial como a exemplo das concessionárias de energia, tem-se uma área específica de manutenção, com a finalidade de programar, executar e avaliar as manutenções, sendo elas preventivas, corretivas e preditivas. É uma das áreas mais importante da empresa, sendo responsável por garantir a continuidade e propor confiabilidade na operação.

Segundo Kardec e Julio (2009), confiabilidade do inglês *Reliability*, é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas durante um intervalo de tempo.

No sistema elétrico de potência (SEP), devido a uma grande quantidade de ativos associados as redes de energia, são necessárias estratégias de execução da manutenção pelas distribuidoras de energia, e através de cronogramas e programações, garantir que tais ativos sejam mantidos.

2.2.3 Manutenção Preventiva

Segundo a norma NBR 5462, a manutenção preventiva é um tipo de manutenção efetuada em espaços de tempo predeterminados, com função de evitar falhas ou a degradação do funcionamento de um item. Ou seja, são manutenções realizadas de forma prévia, com intuito de manter a operação de um sistema funcionando sem interrupções indesejadas.

De acordo com Viana (2002), ele classifica como manutenção preventiva todo o serviço de manutenção realizado em equipamentos que não estejam em falha, estando com isto em condições operacionais ou em estado de zero defeito. Esses serviços são efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha, dessa forma proporcionam uma tranquilidade operacional necessárias para o bom andamento das atividades produtivas.

Quando se compara com a manutenção corretiva, Xenos (2004, p. 24) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva como:

A frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva

acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos.

Para Almeida (2021), propõe que a implementação da manutenção preventiva real varia bastante. Alguns programas são extremamente limitados e consistem de lubrificação e ajustes menores. Os programas mais abrangentes de manutenção preventiva programam reparos, lubrificação, ajustes, e recondiçionamentos de máquinas para toda a maquinaria crítica na planta industrial. O denominador comum para todos estes programas de manutenção preventiva é o planejamento da manutenção versus tempo.

O objetivo principal da manutenção preventiva, é garantir os índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Podemos citar alguns exemplos práticos de manutenção preventiva como: Inspeções de rotina, reapertos, troca de itens desgastados, limpezas, ajustes e etc.

2.2.3.1 Inspeções de rede

As inspeções de redes elétricas, são um tipo de estratégia utilizada para detectar anomalias de forma preventiva, a fim de evitar falhas e desligamentos temporários ou permanente do sistema.

Conforme a ELETROBRAS (1982) os métodos utilizados em inspeções, são:

- Total, que verifica todos os postes e seus componentes da rede de distribuição; setorial, analisa a rede primária e secundária da rede de distribuição, dando uma grande atenção aos seus acessórios e componentes;
- Amostragem, é feita uma pré-seleção antes da saída para o campo dos pontos onde se quer inspecionar a rede de distribuição; essas inspeções são realizadas por meio visual, a olho nu, ou utilizando um binóculo para facilitar a visibilidade a longa distância da rede de energia elétrica e todo seu conjunto, observando o estado dos equipamentos.

Quando é necessário extrair dados específicos da rede, utiliza-se o tipo de inspeção instrumental, que trabalha com alguns equipamentos ligados diretamente a ela, ou sem contato algum, armazenando os dados e enviando para uma verificação mais detalhada em laboratórios.

Os tipos de inspeções instrumental utilizadas são através de (ELETROBRAS, 1982):

- Termovisor, é um equipamento que permite captar imagens para determinar a temperatura dos componentes através da intensidade da radiação infravermelha. O objetivo desse método é identificar possíveis falhas térmicas e desgastes em fase inicial.
- Termodetector, é um pirômetro indicador calibrado, que mede a temperatura da superfície com a qual entra em contato. É utilizado nas redes de distribuição, nos testes das conexões (ELETROBRAS, 1982).
- Medição, verifica se as cargas estão compatíveis com a bitola do condutor, para manter o limite térmico, equilíbrio de carga, valores de tensão máximos e mínimos no ponto de cada consumidor, resistência de terra (ELETROBRAS, 1982).

Com a chegada de novas tecnologias ao mercado, pode-se aprimorar o processo de



inspeções de redes, como a exemplo do uso de drones, veículo não tripulado, mas comandado por seres humanos a distância, e que permite ter uma ampliação da área inspecionada.

2.2.4 Manutenção Corretiva

De acordo com a norma NBR 5462 (1994), a manutenção corretiva é dada como a correção efetuada após ocorrer uma falha ou um pane, destinada a colocar o sistema de volta em condições normais de executar sua função requerida. Este tipo de manutenção muitas vezes é considerada a pior, devido os impactos operacionais e financeiros decorrentes da falha.

Para Viana (2002), a manutenção corretiva quando necessária, a intervenção precisa ocorrer imediatamente, para que se evite consequências diretas na segurança das pessoas, ao meio ambiente, e aos instrumentos de produção da empresa.

Já na definição proposta por Xenos (2004), este tipo de manutenção sempre é feita depois que já houve uma espécie de falha. A manutenção corretiva é não planejada, atuando na falha de maneira aleatória, uma quebra inesperada, sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior. Como Kardec e Julio (2009) explicam, ela atua em um fato já ocorrido, não há tempo para preparação do serviço de forma planejada. Isso gera altos custos pois a quebra inesperada acarreta perdas na produção, baixa na qualidade, custos indiretos de manutenção, e ainda pode ter consequências inesperadas para o equipamento, pois a extensão dos danos pode ser bem maior.

O custo de uma manutenção corretiva, geralmente é mais elevado do que se a manutenção tivesse sido programada, pois além da indesejada parada na produção, os esforços para uma recomposição imediata de um defeito são maiores. Na Figura 2 podemos ver claramente a relação entre tempo e custo dos diferentes tipos de manutenção. A manutenção quando realizada de forma corretiva, tende a ser mais cara, devido mobilizações não planejadas de mão de obra e outros fatores relacionados a ausência de planejamento.

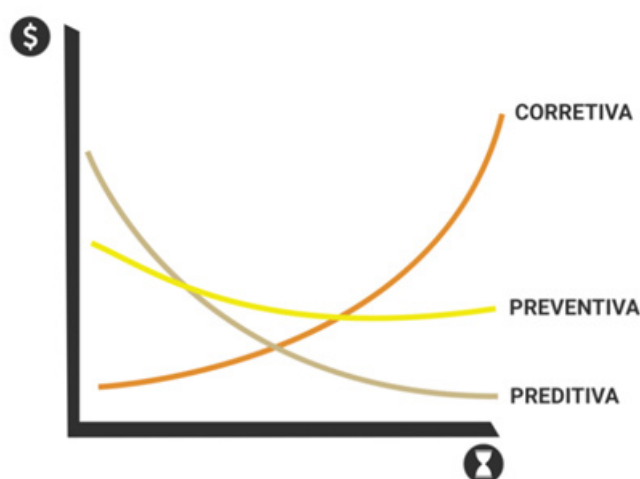


Figura 2. Comparação de custos das manutenções.

Fonte: <https://smartbee.com.br/novidade/tipos-de-manutencao/>

A opção por este método de manutenção, deve-se levar em consideração fatores econômicos, os impactos causados pela parada na produção e também os custos associados a substituição de equipamentos.

2.2.5 Manutenção Preditiva

Para Teles (2017), a manutenção preditiva também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio de coleta de dados ao longo do tempo por instrumentos específicos, verificando e analisando a tendência de falha do equipamento.

Já para a revista Ferramental (2022), podemos definir a manutenção preditiva como a prática de acompanhar continuamente um equipamento na tentativa de determinar seu estado futuro através de dados coletados ao longo do tempo. De modo objetivo, a manutenção preditiva tem a função de atuar de forma antecipada ao problema, antes mesmo dele poder ser chamado de problema.

Alguns dos objetivos deste tipo de manutenção são: elevar o tempo de disponibilidade dos ativos, aumenta o grau de confiabilidade dos ativos, antecipar manutenção dos ativos, diminuir paradas forçadas, aumentar a vida útil dos ativos e etc...

Para as distribuidoras de energia, utiliza-se diversas ferramentas no dia a dia para realizar uma manutenção preditiva, uma bastante conhecida é a técnica do uso da termografia. Esta técnica baseia-se no uso de câmeras com tecnologias termográficas, que captam pontos de aquecimento em ativos da rede de distribuição, e assim identificar um possível ponto de falha.

2.2.6 Taxa de Falha

Para as distribuidoras de energia, um dos maiores desafios para manutenção é controlar a taxa de falhas dos equipamentos. Conforme Filho (1996), uma falha é o término da capacidade de um equipamento desempenhar sua função requerida. Eles quebram em momentos que mais são requisitados, e essa falha pode trazer malefícios até mesmo para o bolso destas empresas.

Para grande parte dos técnicos, a falha está relacionada com a função do tempo. A chance de o problema ocorrer depende das várias fases do ciclo de vida tanto das máquinas, dos equipamentos ou de uma operação.

Conhecer as taxas de falhas, é essencial para se chegar a um resultado satisfatório nos indicadores de continuidade, pois ajuda no controle da manutenção, permite escolher de forma mais assertiva qual o tipo de manutenção deve ser aplicado em cada momento, auxilia na definição da vida útil, traz confiabilidade na definição de medidas adequadas para melhorar a disponibilidade dos sistemas sob manutenção e auxilia no tempo de garantia. Abaixo podemos ver na figura 3, um exemplo ilustrado da taxa de falhas em um equipamento em relação ao tempo.

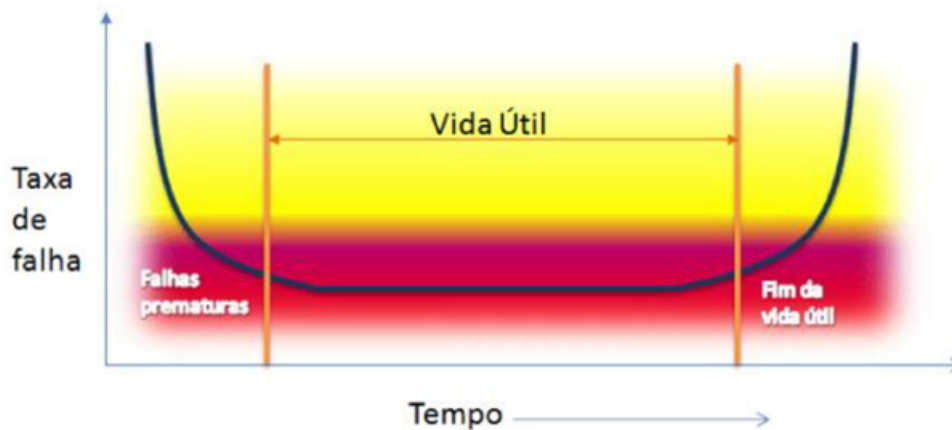


Figura 3. Curva banheira na manutenção.

Fonte: Manutenção em Foco

Conforme o tempo de uso de um equipamento aumenta, a necessidade de monitoramento cresce, pois conforme observa-se na figura* o equipamento tende a uma falha, conforme seu tempo de vida diminuí.

A ocorrência das falhas que são comumente fatores que fazem empresas terem resultados catastrófico, tanto nos indicadores de qualidade, quanto nos retornos financeiros, podem ser evitadas com o simples fato de planejar estrategicamente uma parada, realizando inspeções de rotina, manutenções preventivas e manutenções preditivas.

3. CONCLUSÃO

O objetivo fundamental do trabalho foi abordar conceitos das manutenções aplicadas na distribuição de energia elétrica, assim como destacar suas características, distinções que as diferem uma da outra, e enfatizar sua importância para cada ocasião.

Para manter um grande sistema de distribuição de energia funcionando, em algum momento será necessário realizar manutenções, de grandes ou pequenas proporções, sendo a manutenção realizada de forma preventiva ou de forma corretiva.

A importância da manutenção para as distribuidoras de energia, está muito mais associado a evitar que ocorram paradas inesperadas no fornecimento, e a relação entre a manutenção e o tempo prévio dela ocorrer, é claramente um dos fatores essenciais para ter uma maior eficiência e garantir o total funcionamento do sistema elétrico. Com isso a manutenção preventiva garante uma maior confiabilidade.

Nem sempre é possível planejar uma parada na produção, por isso, todas as manutenções são importantes para cada ocasião, faz parte da rotina de funcionamento que elas ocorram trazendo confiabilidade para o sistema.

Referências

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. São Paulo: [s.n.], 2021. Acesso em: 28 fev. 2021.

ELETRORBRAS. **Manutenção e operação de sistemas de distribuição**. 4. vol. Rio de Janeiro: Campus, 1982. 158 p.

Engenharia SA, Tenti Tecnologia. **“Smartbee - O Futuro Da Manutenção.”** Smartbee.com.br . Disponível

em:<https://smartbee.com.br/novidade/tipos-de-manutencao/>

FILHO, G. B. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 1996.

KARDEC, A.; JULIO, N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. v. 3.

LEME, D.M. et al. **Sistema de Produção da Rede de Distribuição de Energia**. Itatiba: Universidade São Francisco, 2013.

MATEUS. **Proteção de Sistemas Elétricos**. 2016. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: . Acesso em: 27 abr. 2020.

MOTTER, O. **Manutenção Industrial: O Poder Oculto na Empresa**. São Paulo: Hemus, 1992.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. d. A. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Abraman, 2002.

STEVENSON JUNIOR., W. D.; **Elementos de análise de sistemas de potência**. 2 ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1986.

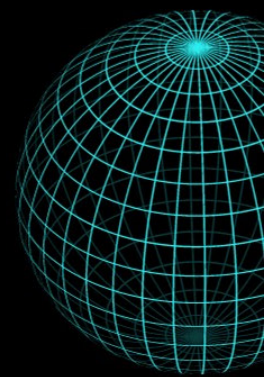
TELES, Jhonata. **Manutenibilidade: o que e como ela pode te ajudar**. Rio de Janeiro: Engeteles, 2017. Disponível em: <https://engeteles.com.br/manutenibilidade/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2002

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.



36

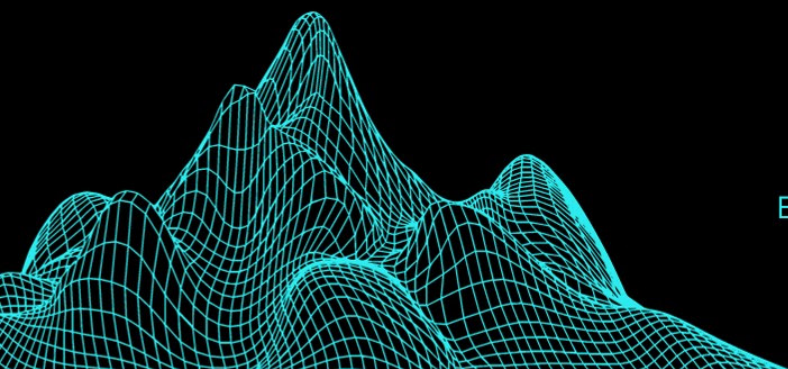


A IMPORTÂNCIA DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

*THE IMPORTANCE OF GENERATING ELECTRIC POWER USING PHOTOVOLTAIC
CELLS*

Ricardo Ferreira da Silva¹

¹ Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

O termo “energia solar fotovoltaica” refere-se à energia obtida pela conversão direta de energia solar em eletricidade. Isso é conseguido por um fenômeno conhecido como fotovoltaico, que resulta do aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades de materiais semicondutores devido à absorção de luz. Diante desse cenário, descobrimos a célula fotovoltaica necessária para que esse processo ocorra. A geração de energia por meio de células fotovoltaicas tornou-se um dos métodos mais utilizados como alternativa sustentável à compra de energia elétrica. Com o auxílio desse método, tornou-se mais viável e difundida a adoção de placas fotovoltaicas em residências, comércios e indústrias que desejam adotar tecnologias sustentáveis. Esse tipo de adoção foi feito com pagamentos que foram direcionados exclusivamente para as empresas distribuidoras de energia renovável. O objetivo geral buscou compreender a importância do uso de energia por radiação solar fotovoltaica para provimento de eletricidade. 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. Portanto, conclui-se que a energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia mais caras. No entanto, destaca-se por seu alto grau de confiabilidade e alto grau de flexibilidade, permitindo-lhe atingir áreas antes inalcançáveis.

Palavras-chave: Energia Solar. Painéis fotovoltaicos. Capacidade de geração. Efeito fotovoltaico. Célula Fotovoltaica.

Abstract

The term “photovoltaic solar energy” refers to energy obtained by directly converting solar energy into electricity. This is achieved by a phenomenon known as photovoltaics, which results from the appearance of a potential difference at the ends of semiconductor materials due to the absorption of light. Given this scenario, we discovered the photovoltaic cell necessary for this process to occur. Power generation through photovoltaic cells has become one of the most used methods as a sustainable alternative to purchasing electricity. With the help of this method, the adoption of photovoltaic panels in homes, businesses and industries that wish to adopt sustainable technologies has become more viable and widespread. This type of adoption was made with payments that were directed exclusively to renewable energy distribution companies. The general objective sought to understand the importance of using energy through photovoltaic solar radiation to provide electricity. The type of research carried out in this work was a Qualitative and Descriptive Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites were consulted. Therefore, it is concluded that photovoltaic solar energy is one of the most expensive energy sources. However, it stands out for its high degree of reliability and high degree of flexibility, allowing it to reach previously unreachable areas.

Keywords: Solar Energy. Photovoltaic panels. Generation capacity. Photovoltaic effect. Photovoltaic cell.



1. INTRODUÇÃO

Devido ao contínuo crescimento populacional mundial, aos altos níveis de uso de energia e à natureza finita dos combustíveis fósseis, bem como à poluição que eles produzem, a viabilidade do atual paradigma energético é questionada. Diante desse cenário, a busca por um modelo de desenvolvimento baseado no crescimento sustentável com visão de longo prazo impulsionou o investimento em fontes de energia mais limpas e renováveis que atendam às necessidades globais de energia sem afetar as condições ambientais do planeta. A inclusão da energia solar fotovoltaica nesse contexto ocorre por ser uma fonte de energia que pode atender as necessidades da população e apresenta mais vantagens do que as fontes mais convencionais de geração de energia elétrica.

Com o passar dos anos, essa disseminação de fontes alternativas de energia, principalmente a energia solar fotovoltaica, tornou-se cada vez mais necessária devido à geração de energia atuando como garantidora do equilíbrio ambiental e facilitadora da inclusão social. Mesmo sendo mais cara que outras fontes de energia, a energia solar fotovoltaica tem um alto grau de confiabilidade e flexibilidade, permitindo chegar a locais remotos aonde as redes convencionais ainda não chegaram.

Assim que o desenvolvimento deste estudo foi concluído, ficou claro que a principal fonte de energia elétrica no Brasil vem de usinas hidrelétricas. No entanto, essas usinas sofrem com condições de seca e causam uma série de perdas de recursos hidrelétricos. Com isso, são necessárias fontes alternativas de energia para suprir as necessidades energéticas do país, o que nos remete ao uso da energia solar e fotovoltaica. A título de exemplo, eis uma questão que será examinada: Qual a importância da energia fotovoltaica para a matriz energética?

O objetivo geral buscou compreender a importância do uso de energia por radiação solar fotovoltaico para provimento de eletricidade. Os objetivos específicos buscados foram: conceituar a energia fotovoltaica, compreender sua importância e desenvolvimento no Brasil e estudar o funcionamento de uma célula fotovoltaica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Os principais autores consultados foram: Silva (2015), Souza (2018) e Pereira (2018). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Energia Solar, Painéis fotovoltaicos, Capacidade de geração, Efeito fotovoltaico e a Célula Fotovoltaica.

2.1 Resultados e Discussão

2.2.1 A Energia Solar Fotovoltaica Como Fonte Alternativa De Energia

A energia solar fotovoltaica é denominada pela energia obtida através da conversão direta da luz do sol em eletricidade. Isso acontece através de um efeito chamado fotovoltaico que é decorrente do aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades

de matérias semicondutor, produzido por conta da absorção de luz. Diante desse contexto encontramos a célula fotovoltaica que é essencial para que esse processo aconteça (CARVALHO, 2019).

O termo “fotovoltaico” surgiu no ano de 1949 no Reino Unido e tem origem grega onde “*phos*” significa luz e o “*voltaico*” vem do âmbito da eletricidade que faz uma homenagem a Alessandro Volta físico italiano. O efeito fotovoltaico teve seu reconhecimento no ano de 1939 através do francês Alexandre Edmond Becquerel, porém a fabricação das células solares não ocorreu até o ano de 1883. Charles Fritts foi responsável pelo recobrimento das amostras de selênio semicondutor utilizando de pó de outro para assim criar uma união, com o uso desse dispositivo ainda primitivo foi possível demonstrar a primeira prática de produção de eletricidade com luz (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Já Carvalho (2019) ressalta a importância de compreender a descoberta feita por Edmund Becquerel no ano de 1839 através da solução de selênio, onde o francês notou o aparecimento de uma tensão entre os eletrodos de uma determinada solução condutora, onde quando esta recebia ficava iluminada ao receber luz do sol. No ano de 1870, o efeito fotovoltaico foi estudado em sólidos e no ano de 1880 ocorreu a primeira construção de célula fotovoltaica com a utilização do selênio, onde sua eficiência chegava a atingir a faixa de 2%.

Alguns autores afirmam que as aplicações de tecnologia fotovoltaica tiveram início nos Estados Unidos da América entre os anos de 1948 a 1950. Mas foi em 1954 que o Laboratório Bell fez sua primeira produção de célula fotovoltaica de silício de junção de PN, onde ocorreu a junção básica dos diodos bem com uma junção integrante de alguns dispositivos semicondutores (CARVALHO). Para Souza (2015) o esquema da junção de pn em silício é uma transição da dopagem p para a dopagem n, onde ocorre uma transição dos dopantes aceitadores para os doadores, onde pode ou não ser uma transição abrupta transição gradual. Onde é possível compreender que as aproximações das transições abruptas podem ser adequada, porém em outras transições consideradas linearmente gradual, é necessário que se leve em consideração, outros casos de transição intermediárias entre funções que se apliquem.

Logo após a crise mundial de energia entre os anos de 1973 e 1974 surgiram novas preocupações sobre o estudo de novas fontes de produção de energia, diante desse cenário a utilização de células fotovoltaicas não poderiam se restringir somente aos programas espaciais era necessário que fossem estudadas. Tal estudo serviria para suprir o fornecimento futuro de energia se houvesse necessidade (GOBBO; SILMARA; BONE, 2018).

Com o passar dos anos vários materiais semicondutores foram se apropriando para a conversão fotovoltaica. O silício cristalino e o silício amorfo hidrogenado são os mais comuns para utilização, por não possuírem diferença na estrutura. Isso ocorre porque no primeiro os átomos ocupam uma posição regular no espaço, formando uma rede periódica (cristal) perfeita. Já o segundo tem uma utilização mais recente e menos promissora segundo o ponto de vista econômico (SUZINGAN, 2015).

É válido ressaltar que diversos defeitos acompanham estruturas imperfeitas que são compensadas por átomos de hidrogênio. Isso porque filmes finos de silício amorfo hidrogenados são considerados insuficientes para a produção de células solares mais eficientes. Alguns materiais como arsenito de gálio e filmes finos CdS-InP ainda estão sendo estudados. Esses filmes não têm sua fabricação em células discretas, porém seus depósitos são feitos em um substrato, em lâmina de vidro e metal, que são considerados mais baratos que as pastilhas de silício (GOBBO; SILVA; BONE, 2018).

A energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte energética promissora, isso por-



que suas células solares se convertem diretamente da energia solar, que é a fonte de energia renovável em eletricidade. O processo de geração dessa energia ocorre através de dispositivos semicondutores, que não possuem nenhum tipo de parte móvel, não produzindo assim cinzas e nem qualquer outro tipo de resíduo, além disso, não libera o calor residual o que não causa nenhum tipo de alteração na biosfera. O fato de não evolver a queima de combustível, o efeito evita a propagação do efeito estufa (SUZIGAN, 2015).

A eletricidade solar fotovoltaica possui múltiplas aplicações, onde os módulos necessários para o processo de geração da potência requerida podem ser rapidamente instalados, dessa forma a ampliação da potência pode ser obtida pela simples adição de módulos. Os sistemas mais comuns são utilizados pelo sistema de telecomunicação, como por exemplo, nas repetidoras de microondas. Alguns países fazem suas aplicações em áreas mais isoladas ou distantes das redes de distribuição de energia elétrica, como por exemplo, para bombear água ou sistema de refrigeração (NASCIMENTO, 2004).

Na Europa e no Japão algumas centrais de distribuição de alimentos utilizam a economia de combustíveis fósseis, onde o quilowatt-hora de produção solar custa de 3 a 5 vezes menos que a produção convencional (PEREIRA; MENDES, 2018). A questão em debate é que à medida que a evolução tecnológica se propaga os custos tendem a diminuir que faz com que a economia automaticamente propague expansão de aplicações futuras.

2.2.2 O Efeito Fotovoltaico

O efeito fotovoltaico ocorre em materiais da natureza, que tem sua denominação semicondutora, esses conduzem eletricidade de forma mais efetiva que os isolantes e menos do que os condutores. Sua característica é feita pela presença de faixas de energia, onde é feita a permissão de presença de elétrons (as faixas de valência) e de outra faixa “vazia” (as faixas de condução). Essas duas faixas se encontram a chamada faixa proibida ou hiato energético, assim é a largura da faixa proibida que determina se o material é ou não semicondutor (SEVERINO, 2008).

O autor Suzigan (2015) afirma que esse é caracterizado pelo efeito fotoelétrico que é formado pela produção de uma corrente elétrica entre duas partes materiais diferentes, onde as mesmas estão em contato ou expostas à radiação eletromagnética e a luz de forma geral. O autor ainda ressalta que o efeito fotovoltaico consiste em converter a luz solar em energia elétrica através do uso de células fotovoltaicas. Essas células por sua vez são produzidas através de dispositivos semicondutores de silício que tem em sua adição impurezas de alguns elementos químicos.

Entre os semicondutores o mais utilizado para aplicação fotovoltaica é o silício, pois seus átomos se caracterizam por conta de possuírem quatro elétrons que se ligam aos vizinhos, formando assim uma rede cristalina. Quando adicionados a esse tipo de rede, os átomos com cinco elétrons de ligação o fósforo cria um elétron em excesso que é ligado ao átomo de modo mais fraco. Diante disso com pouca energia, pode-se deslocá-lo para a faixa de condução. Acredita-se que o fósforo seja um dopante doador de elétrons (SGANERLA, 2018).

O efeito fotovoltaico definido como o processo físico básico através do qual uma célula fotovoltaica converte a luz solar em eletricidade. Isso ocorre por conta da luz solar ter em sua composição fótons e partículas de energia solar. Esses fótons contêm uma enorme quantidade de diferentes tipos de energia que são correspondentes de diferentes comprimentos de onda do espectro solar (PEREIRA; MENDES, 2018).

Quando esses fótons atingem uma célula dos dispositivos fotovoltaicos, compreende-se que elas podem ser refletidas ou absorvidas, ou então podem passar direto. Isso ocorre porque apenas os fótons absorvidos podem gerar eletricidade. Para Tiepolo (2015) apenas a energia do “fotão” pode ser transferida para um elétron em comum com um átomo da célula, que é um semicondutor. A energia recém-descoberta faz com que o elétron escape de sua posição normal associando-se aos átomos e assim se torna parte de um circuito elétrico.

Lorenzo ressalta que o elétron quando deixado nessa posição cria um “buraco” para ser seu formulário. Toas às prioridades elétricas especiais da célula fotovoltaicas criam um campo elétrico que fornece a tensão necessária para conduzir correntes através da carga externa.

Para Tomalsquim (2016) o efeito fotovoltaico ocorre quando o fóton atinge um elétron da última órbita de um átomo de silício. Dessa forma o último elétron que é denominado elétron de valência que recebe a energia com o fóton que viajou. É possível compreender como a energia adquirida pelo elétron pode exceder a força de atração por conta do núcleo (a chamada energia de valência), este deixa a órbita e se liberta do átomo, onde pode viajar até o material.

Para Tomasquim (2016) esses movimentos de elétrons liberados ou deixados no espaço são denominados de cargas elétricas. Essas correntes de carga podem alcançar os contatos, deixando o material realizar seu trabalho útil. Para acontecer é necessário que existam a presença de um campo elétrico criado através da polaridade constante, é esse campo polarizado que faz com as que as partículas atuem como uma bomba e assim impulsiona os elétrons em uma direção de sentido oposto.

O autor ressalta que as células solares convencionais têm seu campo elétrico que é formado por uma junção, ou seja, uma área do material que possui uma quantidade de elétrons elevada. Outros já possuem elétrons com a chamada carga positiva que quando liberado pode conduzir elétrons através do uso de materiais condutores de baixa resistividade.

Dessa forma a energia adquirida pelo elétron pode exercer uma força de atração de energia de valência, que deixa sua órbita e se liberta do átomo, podendo assim viajar através do material. Dentro desse contexto compreende-se que o silício torna-se um condutor e para isso ele precisa da força e do impacto do elétron.

2.2.3 Energia Solar Fotovoltaica No Brasil

Por possuir um ótimo índice de radiação solar, principalmente na região do Nordeste, o Brasil tem os melhores índices de radiação por ano com valores de 1758 a 2.198 kWh/m². Essas características colocam o país em vantagem se comparados com países cujo desenvolvimento industrial é superior e que utilizam da energia solar fotovoltaica (SOUZA; SOUZA; MINORI, 2018).

O Brasil é um dos países com altos índices de radiação solar no mundo. Porém possui baixos rendimentos das tecnologias para que a conversão em calor ou eletricidade seja feita. Há casos particulares voltados para o meio rural, que utilizam da secagem da produção agrícola para bombear água e gerar eletricidade em uma pequena escala.

Mesmo diante das problemáticas tecnologias, o Brasil é o país mais desenvolvido no que diz respeito a energias renováveis dentro da América do Sul. Sendo o primeiro país do terceiro mundo a fabricar de maneira comercial a célula fotovoltaica, que surgiu a partir do



silício monocristalino, que não se limitava apenas a criação de painéis solares. No ano de 1979 surgiu a primeira fábrica de módulos fotovoltaicos no país, que ocorreu por conta da intensa crise no petróleo que teve seu início no ano de 1973. Uma empresa que tinha sede em São Paulo e trabalhava na área de telecomunicações foi a primeira a utilizar das células fotovoltaicas (MIRANDA, 2013).

No ano de 1980 apareceu outra empresa que também se instalou no estado de São Paulo, está por sua vez fabricava coletores solares para o aquecimento de água de uso industrial e residencial. Já em 1982 essa mesma empresa começou a investir da produção de tarugos cilíndricos e lâminas de silício monocristalino de seis polegadas de diâmetro. Porém apenas em 1985 que se instalou uma produção de módulos fotovoltaicos, com uma produção típica de fabricas instalada em países desenvolvidos (GURGEL, 2006).

O autor ressalta que além de fabricar células e módulos fotovoltaicos essa empresa também desenvolveu no país a produção de componentes para sistemas de eletrificação rural, como motores de correntes contínuas para os sistemas que bombeiam águas superficiais e mais profundas. No período da criação a empresa foi favorecida pela Lei da Informática, cuja era proibido importar qualquer tipo de equipamento fotovoltaico por cerca de 10 anos.

No ano de 1992 as barreiras de comercialização chegaram ao fim, a importação começou a ser feita. A problemática é que mesmo com a importação liberada a empresa jamais conseguiu competir com as empresas do mercado internacional, o que ocasional uma perda de produtividade e fez com as suas atividades fossem paralisadas (PEREIRA; MENDES, 2018).

O mercado brasileiro passou a ser atendido por empresas multinacionais, com o passar dos anos o mercado ganhou compradores como os que utilizam o ramo de telecomunicações, que se concentra em uma porcentagem mínima. A energia solar no país poderia ser uma solução para a eletricidade chegar a áreas consideradas isoladas do território.

3. CONCLUSÃO

A difusão de fontes alternativas de energia, em particular a energia solar e fotovoltaica, é fundamental uma vez que o atual paradigma energético levanta uma série de questões que se relacionam com a sociedade e o meio ambiente. Mesmo sendo uma das fontes de energia mais caras, a energia solar fotovoltaica se destaca por seu alto grau de confiabilidade e flexibilidade, que permitem atingir áreas antes inalcançáveis.

Nesse contexto, é fundamental entender os investimentos, apoios e incentivos para pesquisas voltadas ao aumento da eficiência das células fotovoltaicas, bem como a compressão e análise de formas de reduzir os investimentos para o uso de painéis fotovoltaicos. É importante ressaltar que a energia solar ainda é pouco difundida na sociedade por diversos motivos, sendo o principal deles a falta de campanhas de promoção e educação que demonstrem a eficácia e eficiência do uso dessa energia.

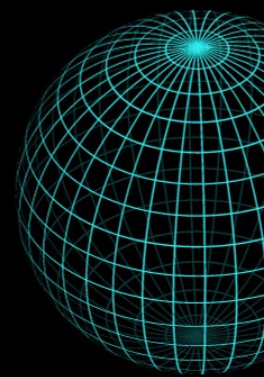
O estudo abrangeu todas as instâncias históricas relacionadas ao desenvolvimento da energia solar, incluindo pesquisa fotovoltaica, compreensão de módulos fotovoltaicos, células fotovoltaicas e vantagens e desvantagens do uso de energia fotovoltaica. Todas as estratégias estão voltadas para esta promissora fonte de energia elétrica, onde a situação atual obriga à instalação de sistemas fotovoltaicos a fim de reduzir custos e dependência de fontes de energia não consideradas limpas e renováveis. Sugere-se que mais plataformas de pesquisa sejam utilizadas para esclarecer o assunto para possíveis estudos.

Referências

- ALVES, J. **Estudos foto físicos e fotovoltaicos de sistemas polímero-fulereno e nanopartículas de CdSe**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2011. 48 f.
- CARVALHO, G. M. d. C. P. **Estudo para redução de custos e previsão de faturas de energia elétrica para consumidores do grupo a do governo do estado do Ceará**. 89 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2019.
- GOBBO, E. R., da SILVA, M. A. T. F., BONE, R. B. **Do petróleo à energia fotovoltaica: a inserção do Brasil neste novo mercado**. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar CBENS, 2018.
- MIRANDA, Raul Figueiredo Carvalho. **Análise da inserção de geração distribuída de energia solar fotovoltaica no setor residencial brasileiro**. Dissertação de mestre em planejamento energético. UFRJ, 2013.
- NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. Disponível em: https://www.solenerg.com.br/files/monografica_cassio.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.
- PEREIRA, Fabiana Luzia; MENDES, Marina Alves. **O uso de energia solar fotovoltaica como alternativa à redução da fatura de energia elétrica em blocos universitários**. Engenharia Civil-Tubarão, 2018.
- SEVERINO, M. M. **Avaliação Técnico-Econômico de um Sistema Híbrido de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas da Amazônia**. 2008. 335 p. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SGANZERLA, Lucas Marino Bianchessi. **Análise dos Índices de Mérito de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede em Curitiba**. Monografia de Especialização – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, fevereiro, 2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 21 ago. 2022.
- SOUZA, R. *Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica*. São Paulo: Blue Sol Energia Solar, 2015.
- SOUZA, Wilison; SOUZA, Rubem; MINORi, Américo. **Boas práticas de manutenção preventiva em sistemas fotovoltaicos**. XXXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Outubro de 2018.
- SUZIGAN, K. R. **A transição para uma matriz energética limpa: os avanços na tecnologia solar**. 2015. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 121p, 2015.
- VILLALVA, M. G., GAZOLI, J. R. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2012.
- TIEPOLO, Gerson. **Estudo do potencial de Geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no Estado do Paraná**. Curitiba: SIBI/PUCPR. 2015.
- TOLMASQUIM, M. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: 2016 v. 53. 1. ed. Rio de Janeiro: 2016. v. 53.



37



ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL *RESIDENTIAL PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY*

Leanderson Oliveira Ferreira¹

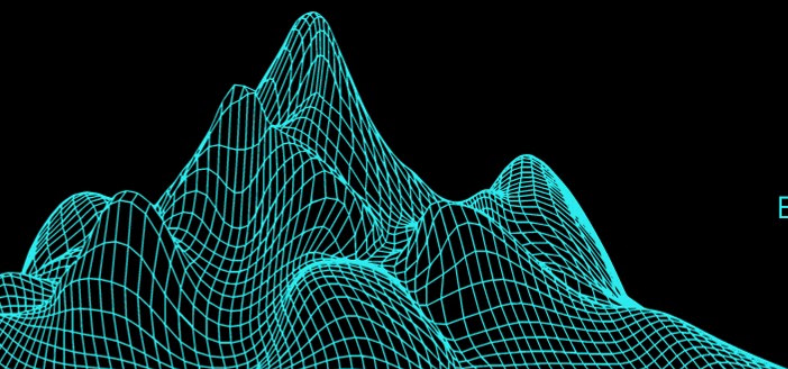
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Arthur Silva Soares²

Wellington Santos Araújo²

Tyla Ricci Mendes³

-
- 1 Engenharia Elétrica 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

O problema estudado refere-se à necessidade de acesso à energia elétrica em diversas partes do mundo, o que é prejudicial ao desenvolvimento econômico e social dessas comunidades. O objetivo geral do estudo é analisar a utilização do sistema como solução para este problema. O método utilizado é a revisão bibliográfica, com análise de estudos experimentais e teóricos sobre o tema. Foram discutidas as principais características, bem como suas vantagens e desvantagens em relação a outras formas de produção de energia elétrica. As principais considerações finais destacam a eficácia dos sistemas solares fora da rede como uma alternativa viável e sustentável ao acesso à eletricidade em comunidades remotas ou de difícil acesso. O estudo também destaca a importância de políticas públicas que estimulem e facilitem a implementação desses sistemas, a fim de promover um desenvolvimento mais equitativo e sustentável. Em suma, o artigo destaca a relevância do uso de sistemas como ferramenta de acesso à eletricidade no contexto da exclusão energética.

Palavras-chave: Acesso, Sustentabilidade, Desenvolvimento, Solução. Características.

Abstract

The studied problem concerns the need for access to electricity in various parts of the world, which hinders the economic and social development of these communities. The overall objective of the study is to analyze the utilization of off-grid solar systems as a solution to this problem. The method used is a literature review, including the analysis of experimental and theoretical studies on the topic. The main characteristics of off-grid solar systems, as well as their advantages and disadvantages compared to other forms of electricity production, were discussed. The main concluding remarks highlight the effectiveness of off-grid solar systems as a viable and sustainable alternative for accessing electricity in remote or hard-to-reach communities. The study also emphasizes the importance of public policies that promote and facilitate the implementation of these systems to foster more equitable and sustainable development. In summary, this article underscores the relevance of using off-grid solar systems as a tool for electricity access in the context of energy exclusion.

Keywords: Access, Sustainability, Development, Solution, Characteristics.



1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica residencial é uma forma de produzir energia elétrica a partir da radiação solar utilizando-se células fotovoltaicas, também conhecida como energia solar, é uma fonte de energia renovável que tem ganhado cada vez mais destaque, pois é uma solução sustentável para a crise energética global. Através dessa tecnologia, a energia é gerada a partir da captura da luz do sol e sua conversão em eletricidade, sem a emissão de gases poluentes, o que é uma alternativa muito mais limpa do que as fontes tradicionais, como a matriz hidrelétrica.

A radiação solar que atinge a Terra em um ano é abundante e cerca de 10.000 vezes maior do que a demanda energética anual. Isso a torna uma fonte de energia praticamente inesgotável. O Brasil possui um enorme potencial para aproveitar a energia solar, já que a maior parte do país está localizada na região intertropical, que recebe altos índices de radiação solar. No entanto, a utilização dessa energia na matriz elétrica brasileira ainda é limitada, com poucos sistemas conectados à rede, geralmente voltados para projetos de pesquisa em instituições acadêmicas.

As aplicações mais comuns da tecnologia fotovoltaica no país estão relacionadas a sistemas autônomos que não estão conectados à rede e dependem de baterias para armazenar energia. Esses sistemas são frequentemente utilizados em telecomunicações, eletrificação rural e bombeamento de água em áreas isoladas. A energia solar fotovoltaica apresenta diversas vantagens. Além de reduzir a dependência da rede elétrica convencional e, conseqüentemente, os custos com eletricidade, a tecnologia contribui para a preservação do meio ambiente e pode aumentar o valor de mercado dos imóveis. Segundo um estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), a valorização pode chegar a 8% em imóveis com sistemas fotovoltaicos instalados.

Contudo, é importante destacar que a adoção da energia solar fotovoltaica ainda enfrenta desafios, como o alto custo inicial de investimento e a falta de incentivos governamentais. Além disso, é fundamental que haja um planejamento adequado para a instalação dos sistemas fotovoltaicos, considerando as características do local e as necessidades de consumo de energia da residência.

Portanto, é crucial que a energia solar fotovoltaica seja considerada uma alternativa viável para a geração de eletricidade em residências, mas também sejam levadas em conta as particularidades e desafios envolvidos em sua adoção. É necessário investir em tecnologias mais eficientes e em políticas públicas que incentivem sua utilização, garantindo assim a popularização da energia solar fotovoltaica residencial.

Com a crescente preocupação em relação às mudanças climáticas e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, torna-se cada vez mais imprescindível investir em pesquisa na área da energia solar fotovoltaica. Além disso, os custos para a implantação dessa tecnologia têm diminuído significativamente nos últimos anos, o que apresenta vantagens econômicas. Portanto, é justificável a realização de pesquisas que busquem aprimorar a eficiência dos painéis solares, reduzir custos e aumentar sua aplicabilidade em diferentes contextos, tanto em escala residencial quanto comercial.

As dependências de fontes de energia fósseis vêm mitigando as mudanças climáticas. Quais são as tecnologias e técnicas mais promissoras para aprimorar a eficiência, reduzir custos e melhorar o armazenamento de energia solar fotovoltaica?

A tecnologia da energia solar fotovoltaica pode ser aprimorada para torná-la mais

eficiente e competitiva em relação às fontes de energia tradicionais. Para tanto, o objetivo geral da pesquisa é investigar as tecnologias e técnicas mais promissoras para aumentar a eficiência, reduzir os custos e melhorar o armazenamento de energia solar fotovoltaica. Dessa forma, os objetivos específicos serão: identificar as tecnologias e técnicas mais eficientes para aumentar a conversão de energia solar em energia elétrica; avaliar as possibilidades de redução de custos na implantação da tecnologia; e investigar alternativas para melhorar o armazenamento de energia solar.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este é um artigo de revisão, que segundo Alexandre-Edmond Becquerel (1839), “efeito fotovoltaico” Para a pesquisa foram realizadas consultas a livros, teses, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados base Google Acadêmico, Scopus e Web of Science. os principais autores que embasam esta pesquisa são autor Alexandre-Edmond Becquerel, CEPEL, CASARO, MARTINS. o período dos artigos pesquisados são os trabalhos publicados nos últimos 5 anos as palavras chaves na busca são palavra Energia fotovoltaica, Residencial, Fonte renovável, Eficiência energética.

2.2 Resultados e Discussão

Segundo E. Becquerel (1839), o efeito fotovoltaico, responsável pela geração de eletricidade a partir da luz solar, foi registrado pela primeira vez em 1839. Esse fenômeno envolve a conversão da energia luminosa em eletricidade por meio de células solares compostas por materiais semicondutores tratados adequadamente. As células solares comerciais são predominantemente fabricadas com base em silício e possuem uma aparência externa circular ou quadrada, com tonalidade variando do azul-escuro ao preto. Essas células possuem faixas cinzas na parte superior, compostas por um material condutor que extrai a corrente elétrica gerada quando expostas à luz solar.

De acordo com Nascimento (2018), um painel fotovoltaico é formado por um conjunto de células solares organizadas em série e paralelo. Ao ser combinado com outros dispositivos, como acumuladores, conversores e inversores, constitui um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica. A confiabilidade desse sistema é uma de suas características mais importantes, uma vez que não possui partes móveis, é de baixa complexidade e não é afetado por condições naturais adversas, como ventos fortes e descargas atmosféricas. Além disso, o sistema fotovoltaico possui um alto índice de disponibilidade. Uma vantagem de utilizar esse sistema como complemento à energia elétrica convencional é que, em caso de defeito, ele se restringe à instalação específica, não afetando as demais.

De acordo com o CEPEL (2019), o silício é o semicondutor mais amplamente utilizado devido às suas propriedades. Cada átomo de silício possui quatro elétrons que se unem para formar uma rede cristalina. No entanto, o silício puro não é um bom condutor, pois não possui elétrons livres suficientes. Para melhorar suas propriedades elétricas, é comum adicionar pequenas quantidades de impurezas, como fósforo e boro, através do processo de dopagem. A adição de átomos com cinco elétrons de ligação, como o fósforo, resulta em um elétron “sobrando” que não pode ser emparelhado e, conseqüentemente, fica fracamente ligado ao seu átomo de origem.

A energia solar fotovoltaica é a energia produzida pela conversão direta da radiação



solar em eletricidade, utilizando um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica, baseado no princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico. Esse efeito ocorre quando a luz solar incide sobre uma célula composta por materiais semicondutores com propriedades específicas. A absorção da luz solar pelos elétrons na banda de valência fornece a energia necessária para que eles saltem para a banda de condução, criando lacunas que podem ser preenchidas pelos elétrons, gerando uma corrente elétrica (Figura 1).

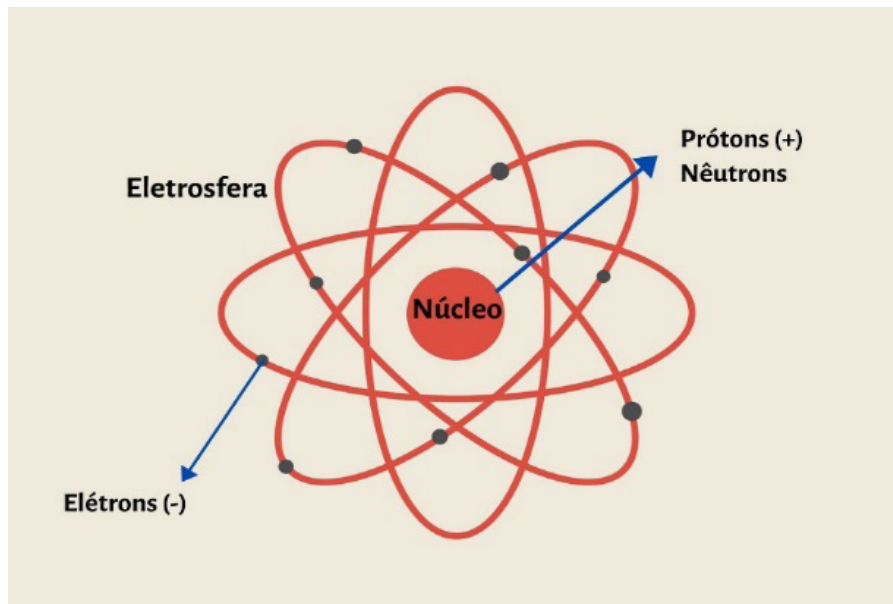


Figura 1. Átomo

Fonte: Significados (2023)

Os elétrons presentes na banda de valência podem ter diferentes níveis de energia, e aqueles com energia suficiente podem saltar para a banda de condução, que é responsável pela condução de eletricidade e calor. Essa região com elétrons livres é chamada de banda de condução, e a diferença de energia entre a banda de valência e a banda de condução é chamada de “band gap” ou “intervalo de banda”.

Materiais que possuem a banda de valência cheia e a banda de condução vazia são isolantes, pois a energia necessária para que os elétrons saltem para a banda de condução é muito grande. Por outro lado, materiais com alguns elétrons na banda de condução são chamados de condutores, pois esses elétrons podem se mover livremente e contribuir para a condução de eletricidade.

De acordo com o CEPEL (2019), átomos com apenas três elétrons de ligação, como o boro, produzem uma deficiência de elétrons para satisfazer as ligações com os átomos de silício na rede, conhecida como buraco ou lacuna. Em condições de baixa energia térmica, um elétron de um local adjacente pode ocupar essa posição, resultando no deslocamento do buraco. Assim, o boro atua como um aceitador de elétrons ou dopante p.

Ao introduzir átomos de boro em uma metade e de fósforo na outra, a junção pn é formada a partir do silício puro. Nessa junção, os elétrons livres do lado n se deslocam para o lado p, onde encontram buracos que os capturam. Isso resulta em um acúmulo de elétrons no lado p, tornando-o negativamente carregado, e uma redução de elétrons no lado n, tornando-o eletricamente positivo. Essas cargas aprisionadas criam um campo elétrico permanente.

De acordo com Casaro e Martins (2019), as células fotovoltaicas são consideradas a unidade fundamental de um sistema fotovoltaico e podem ser produzidas a partir de si-

lício monocristalino, policristalino ou amorfo. Essas células são categorizadas como cristalinas ou de filme fino, sendo as células monocristalinas comerciais apresentando uma eficiência em torno de 18% e as células policristalinas sendo as mais populares, com uma eficiência média de 14%. Por outro lado, as células de filme fino possuem um potencial de custo de fabricação mais baixo em comparação com as células cristalinas, mas sua eficiência varia entre 7% e 13%.

O custo de fabricação de cada tipo de célula é determinado pela energia utilizada no processo de fabricação. A célula monocristalina é a mais pura, enquanto a policristalina tem imperfeições em sua estrutura por ser construída a partir da fusão de blocos de silício puro em moldes especiais, tornando o processo menos dispendioso. Já a célula de silício amorfo é obtida pela deposição do semicondutor em estado gasoso sobre um substrato, que pode ser até mesmo de plástico, e é caracterizada por ser semitransparente.

Os módulos fotovoltaicos são produzidos com potências de 50 Wp até pouco mais de 300 Wp. Eles são construídos a partir da conexão de células fotovoltaicas individualmente conectadas, geralmente em série. A tensão nominal do módulo é dada pelo produto do número de células em série que o compõem pela tensão de cada célula, que varia entre 0,5 V e 0,7 V. Esses módulos podem ser integrados em construções, estruturados em fachadas ou telhados.

Na parte traseira do painel solar fotovoltaico, existem dois condutores que saem de uma pequena caixa de junção. Esses cabos são utilizados para interconectar os painéis solares fotovoltaicos e formar um arranjo de painéis. Esse conjunto de painéis é então conectado ao conversor solar por meio de cabos de corrente contínua, representação na figura 2



Figura 2. parte traseira painel solar

Fonte: PORTAL SOLAR (2023)

De acordo com Villalva (2019), a energia solar proveniente do Sol desempenha um papel fundamental como fonte de energia para todos os seres vivos. Através da fotossíntese realizada pelos vegetais, o Sol é responsável pela liberação de oxigênio, que é utilizado como fonte de energia própria. Essa energia solar é transmitida para o planeta por meio do espaço na forma de radiação eletromagnética, que é composta por ondas eletromagnéticas de diferentes frequências e comprimentos de onda.

O conjunto de todas as frequências emitidas pelo Sol e que chegam à Terra é conhecido como espectro da radiação solar. Esse espectro abrange uma ampla gama de com-

primentos de onda, desde raios gama (comprimentos de onda na faixa de 10^{-14} metros) até ondas de rádio (comprimentos de onda na faixa de 10^2 metros).

Conforme Kalogirou (2018), nas aplicações de energia solar, é aproveitada apenas uma parte específica do espectro da radiação solar. A radiação essencial para a utilização de energia solar abrange as faixas do espectro ultravioleta, visível e infravermelho, com comprimentos de onda relevantes entre 0,15 e 3,0 micrômetros.

De acordo com Bellido (2020), a radiação solar é um recurso energético renovável de grande importância, com potencial para geração de eletricidade e aquecimento de água. O Brasil, devido à sua localização geográfica privilegiada, possui uma alta disponibilidade de radiação solar ao longo do ano. Neste artigo de revisão, serão abordados temas como a importância da radiação solar no Brasil, as principais características climáticas que influenciam a quantidade de radiação solar recebida, as tecnologias de aproveitamento da radiação solar, bem como os avanços e perspectivas no setor.

A radiação solar pode ser aproveitada por meio de tecnologias como painéis fotovoltaicos, aquecedores solares, concentradores solares e sistemas de refrigeração solar. O uso da energia solar fotovoltaica tem crescido significativamente no Brasil nos últimos anos, impulsionado pelo aumento do preço da energia elétrica convencional e incentivos governamentais para a geração distribuída. Já os aquecedores solares são amplamente utilizados em residências, principalmente nas regiões mais quentes do país

3. CONCLUSÃO

Em resumo, a energia solar fotovoltaica residencial apresenta-se como uma solução sustentável para a crise energética mundial, como fonte de energia renovável que utiliza células fotovoltaicas para converter a radiação solar em eletricidade. Esta tecnologia oferece uma série de benefícios, incluindo a redução da dependência de fontes de energia tradicionais, proteção ambiental e potencial valorização da propriedade. No entanto, a adoção da energia solar ainda enfrenta desafios, como altos custos iniciais de investimento e falta de incentivos governamentais. O que falta é investimento em tecnologias mais eficientes e políticas públicas que estimulem seu uso, a fim de popularizar a energia solar fotovoltaica residencial.

A pesquisa no campo da energia solar fotovoltaica é extremamente importante, especialmente à luz das crescentes preocupações com as mudanças climáticas e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O custo de implementação dessa tecnologia caiu significativamente nos últimos anos, o que a torna economicamente rentável. Portanto, pesquisas que visam melhorar a eficiência dos painéis solares, reduzir custos e melhorar o armazenamento de energia solar fotovoltaica são necessárias.

Em relação às tecnologias e técnicas mais promissoras, é importante pesquisar aquelas que potencializam a conversão de energia solar em energia elétrica, reduzem o custo de implantação de tecnologias e melhoram o armazenamento de energia. Entre as áreas promissoras de pesquisa estão o desenvolvimento de materiais semicondutores mais eficientes, a melhoria dos processos de fabricação de células fotovoltaicas e o uso de sistemas avançados de armazenamento, como baterias de alta capacidade. Além disso, é importante continuar a explorar técnicas de instalação e integração de sistemas fotovoltaicos em residências e edifícios, tendo em conta as especificidades do local e as necessidades de consumo de energia.

Em suma, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma alternativa viável para

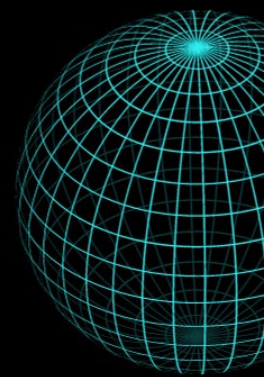
geração de eletricidade em residências, mas é preciso superar desafios e investimentos em pesquisas para melhorar a eficiência e reduzir custos e melhorar a capacidade de armazenamento de energia. Com o desenvolvimento contínuo da tecnologia e o apoio de políticas públicas adequadas, a energia solar fotovoltaica tem potencial para desempenhar um papel cada vez mais importante na matriz energética, contribuindo para a sustentabilidade e redução do impacto ambiental.

Referências

- BECQUEREL, M. E. Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires. **Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences**. v. 9, p. 561-567, 1839. Nascimento, R. C. 2018.
- BELLIDO, L. F. O., DANTAS, M. G., TIBA, C., & MENDONÇA, M. A. C. **Solar radiation in Brazil: Characteristics, technologies, advances, and perspectives**. Renewable and Sustainable Energy. Reviews, 2020.
- CASARO, M. M., & MARTINS, E. R. **Energia solar fotovoltaica: princípios e aplicações**. São Paulo: Blücher, 2019
- KALOGIROU, S. A. **Solar energy engineering: processes and systems**. London: Academic Press, 2018.
- RIO DE JANEIRO. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. **Introdução à Energia Solar Fotovoltaica**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2019.
- VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2019



38

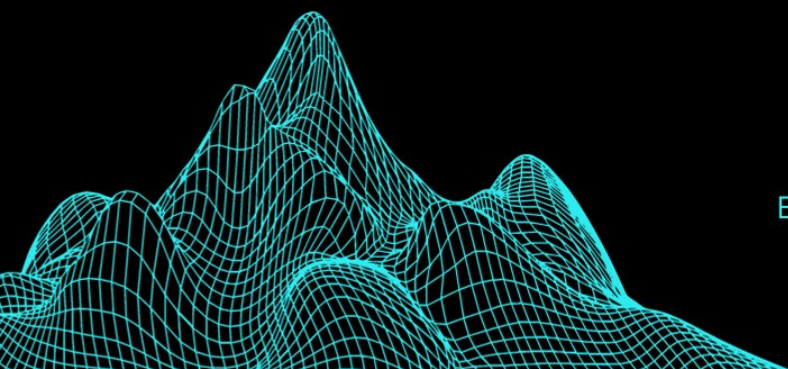


FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

ELECTRIC POWER SUPPLY USING PHOTOVOLTAIC CELLS

Adail Dos Santos Oliveira¹

¹ Engenharia Elétrica da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA



Resumo

A Energia Solar, apontada como uma tecnologia promissora para os próximos anos, ainda está dando seus primeiros passos no Brasil. À medida que o preço da energia fornecida pelas concessionárias aumenta a procura por sistemas alternativos de geração de energia limpa crescem. A energia fotovoltaica é realizada através da conversão da radiação solar em eletricidade, facilitada pela utilização de materiais semicondutores como intermediários. Este processo é comumente referido como efeito fotovoltaico. Nos últimos anos, a utilização da energia solar para a geração de eletricidade tem ganhado cada vez mais destaque, particularmente para indústrias, residências e estruturas que enfrentam desafios na satisfação das suas próprias necessidades energéticas através de meios diretos. Neste contexto, a energia solar fotovoltaica surgiu como uma opção viável e eficiente. O objetivo geral deste estudo consiste em compreender a relevância do emprego da energia proveniente da radiação solar fotovoltaica como fonte de eletricidade. 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. Portanto, pode-se inferir que o culminar desta investigação rendeu insights sobre a utilização da energia solar para a produção de eletricidade, um tema que tem sido amplamente debatido devido às mudanças em curso na matriz energética global. Essa fonte de energia é extremamente reconhecida por sua característica ambientalmente limpa, uma vez que não apresenta emissões de poluentes para a atmosfera. Além do seu caráter renovável, derivado do sol, altamente reconhecido como fonte inesgotável, a energia solar também se destaca pela sua relação custo-benefício, pouca exigência espacial e baixos custos de produção.

Palavras-chave: Efeito fotovoltaico. Célula Fotovoltaica. Energia Solar. Painéis fotovoltaicos. Eletricidade.

Abstract

Solar Energy, seen as a promising technology for the coming years, is still taking its first steps in Brazil. As the price of energy supplied by utilities increases, the demand for alternative clean energy generation systems grows. Photovoltaic energy is realized through the conversion of solar radiation into electricity, facilitated by the use of semiconductor materials as intermediaries. This process is commonly referred to as the photovoltaic effect. In recent years, the use of solar energy to generate electricity has gained increasing prominence, particularly for industries, homes and structures that face challenges in meeting their own energy needs through direct means. In this context, photovoltaic solar energy has emerged as a viable and efficient option. The general objective of this study is to understand the relevance of using energy from photovoltaic solar radiation as a source of electricity. Regarding the work methodology, a Qualitative and Descriptive Literature Review was used, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites such as LILACS, SCIELO and Google Scholar were consulted. Therefore, it can be inferred that the culmination of this investigation yielded insights into the use of solar energy for electricity production, a topic that has been widely debated due to ongoing changes in the global energy matrix. This energy source is extremely recognized for its environmentally clean characteristics, as it does not emit pollutants into the atmosphere. In addition to its renewable nature, derived from the sun, highly recognized as an inexhaustible source, solar energy also stands out for its cost-benefit ratio, low spatial requirements and low production costs.

Keywords: Photovoltaic effect. Photovoltaic cell. Solar energy. Photovoltaic panels. Electricity.



1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, quando o humano acreditou o sol como uma fonte indiscutível de energia, diversas culturas atribuíram o nome de Deus ao sol em nome de saberes e comemorações. Os japoneses apresentam o astro na sua bandeira nacional, as civilizações astecas recitam sacrifícios para acabarem com prosperidade, os egípcios construíram templos ao grande Deus Sol. Até hoje, não se considera mais uma sombra nem um símbolo religioso, há umidade de pesquisas pertencentes ao seu inesgotável. Em meados da década de 1970, o mundo encontrou-se no meio da crise do petróleo. Esta conjuntura histórica motivou o encerramento de estudos com o objetivo de descobrir fontes de energia não renováveis ou não industriais com a finalidade de fornecer energia à população. Um fator adicional que contribuiu significativamente para essas buscas foi a preocupação associada à retirada do meio.

Nas últimas décadas, uma investigação fundamentada de novas fontes de energia alternativas, como uma solução para complementar a matriz energética ao longo de dois, fará uma base essencialmente nesta hidráulica e biomassa. Estudos mais recentes destacam como uma fonte de energia que começou a ser utilizada em 1950 ganhou destaque e atenção no cenário nacional. A ação de energia solar em energia elétrica por meio dos pós-fundos do elemento fotovoltaico é uma das mais prodigiosas formas de energia alternativa. É entendido que painéis fotovoltaicos podem ser responsáveis como principalmente pelo aumento da produção de energia limpa em grandes centros, seja para demandas empresariais ou residenciais, cada vez mais adeptos dos naturais. A adoção de uma gestão própria de energia solar é uma decisão certa e que garante eficiência na produção e de mínimos e longos prazos de custos.

Além disso, serve como um legado de sustentabilidade e uma salvação do amadurecimento e das forças de mercado. Sendo promessas pelo seguinte justificado: A irradiação solar na Terra é suficiente para fazer a geração de energia necessária; é uma energia silenciosa; em novo aquilo que não emitem poluição atmosférica. Os obstáculos para a popularização de maiores tecnologias de fontes renováveis de energias encontradas são os resultados da disseminação de novas tecnologias sobre essas fontes em termos elétricos estáticos para a conversão de energia solar em elétrica em um em uma energia em uma. O principal impedimento à conversão entre energia solar e energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos é o custo exorbitante de manutenção da equipamentos e módulos. Não obstante o fato de serem remunerativamente possui, estes equipamentos e módulos são equipamentos.

Logo o estudo busca apresentar que principal fonte de energia elétrica no Brasil é derivada de usinas hidrelétricas. No entanto, essas usinas hidrelétricas enfrentam desafios relacionados à escassez de chuvas, o que resulta em perdas significativas de recursos hídricos. Nesse contexto, torna-se necessária a adoção de fontes de energia alternativas para atender às demandas energéticas nacionais, o que nos conduz à reflexão do emprego da energia solar e fotovoltaica. Como exemplo ilustrativo, apresenta-se uma questão que será comprovada: como a geração de energia elétrica utilizando as células fotovoltaicas pode ser benéfica?

O objetivo geral deste estudo consiste em a geração de energia elétrica utilizando as células fotovoltaicas. Os objetivos específicos perseguidos foram: conceituar o efeito fotovoltaica, abordar o sistema fotovoltaico e analisar a importância da energia solar para a sociedade.

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: Narciso (2017), Soares (2019) e Araújo (2020). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre os anos de 2014 a 2022. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras chave: Energia Solar, Painéis fotovoltaicos, Capacidade de geração, Efeito fotovoltaico e a Célula Fotovoltaica.

2. EFEITO FOTOVOLTAICO

A opinião do efeito fotovoltaico ocorre em materiais semicondutores. Esses materiais foram descobertos há pouco mais de 50 anos e apresentam uma experiência de exibir comportamento tanto condutor quanto de isolamento, dependendo das situações. Semicondutores, como o silício, germânio, gálio, cádmio, arsênio e telúrio, são amplamente usados na atualidade em computadores e dispositivos eletrônicos (VILLALVA; GOZALI, 2013).

O silício é conhecido como o semicondutor mais utilizado na indústria. Segundo Almeida (2011), o silício tem número atômico 14 e consiste em três orbitais que circundam o núcleo. O primeiro orbital possui 2 elétrons, o segundo orbital contém 8 elétrons e o último orbital, conhecido como banda de valência, contém 4 elétrons. O silício atinge estabilidade através da formação de quatro ligações covalentes, com cada átomo formando quatro ligações com átomos vizinhos, resultando na formação de estruturas sólidas.

As ligações covalentes, condicionantes por meio do compartilhamento de elétrons entre átomos, podem ser desfeitas mediante uma aplicação de energia externa, resultando do afastamento de um dos elétrons de seu núcleo correspondente, até que este se torne livre da atração eletrostática. Nesse processo, o elétron transita da banda de valência, onde sua mobilidade é restrita, para a banda de condução. A saída de um elétron da banda de valência resulta na criação de um par elétron-buraco, decorrente do aumento de energia do elétron (EPE, 2011).

O elétron livre tem uma capacidade de ser direcionado para um circuito, resultando na geração de uma corrente elétrica. No entanto, no caso do silício, não ocorre a geração de corrente elétrica devido ao fato de que o elétron livre facilmente se recombina com uma lacuna gerada pela saída de outro elétron, resultando na conversão da energia em forma de calor. A manutenção da liberdade do elétron requer a aplicação de um campo elétrico (CARVALHO, 2013).

Portanto, a geração da corrente elétrica desejada requer a implementação de um procedimento que promove a aceleração dos elétrons livres por fora do material, a fim de serem direcionados para um circuito externo. Essa tarefa pode ser executada por meio da aplicação de um campo elétrico. O material das células fotovoltaicas é projetado para possuir um campo elétrico permanente, que é gerado através da dopagem apropriada do material semicondutor (URBANETZ, 2010).

Quando o silício, que apresenta uma configuração eletrônica com quatro elétrons na camada de valência, se combina com um elemento como o fósforo ou o arsênio, que possui cinco elétrons na camada de valência, esta estrutura resultante será caracterizada pela presença de um elétron adicional. Esse elétron exigirá adicionalmente uma quantidade mínima de energia térmica para se dissociar do núcleo e transitar pela banda de condu-



ção. Neste contexto, o fósforo atua como um dopante doador de elétrons, conhecido como dopante N ou impureza N. Essa dopagem é caracterizada como dopante do tipo N (RIBEIRO, 2012).

Segundo Hioki e Amarante (2017), quando o silício é combinado com um elemento que possui três elétrons em sua camada mais externa, faltará um elétron para completar a ligação, resultando na formação de uma vacância. Com uma quantidade mínima de energia, um elétron tem a capacidade de se mover para uma lacuna, resultando da colocação de um buraco. O boro e o índio são elementos que apresentam três elétrons na banda de valência, o que os classifica como dopantes P ou impurezas P. Essa forma de dopagem é conhecida como dopagem do tipo P.

Apesar da dopagem, o silício permanece eletricamente neutro, pois o número de elétrons e prótons permanece igual. No entanto, quando ocorre o contato entre o silício dopado do tipo N e o silício dopado do tipo P, os elétrons livres apresentam no material dopado do tipo N ocupam as lacunas existentes no material dopado do tipo P. No contexto dos semicondutores, o N A camada do tipo P fica com carga positiva ao doar elétrons, enquanto a camada do tipo P fica com carga negativa ao aceitar elétrons. As cargas confinadas geram um campo elétrico que impede a transferência adicional de elétrons da camada N para a camada P. A obtenção do equilíbrio neste processo ocorre quando o campo elétrico estabelece uma barreira de potencial que efetivamente dificulta o fluxo dos elétrons livres restantes no Lado N. onde a PN foi estabelecida (SCHUCH, 2011).

Nesta circunstância, é possível que ocorra o efeito fotovoltaico. Quando um elétron localizado na camada P de um material semicondutor recebe energia de um fóton proveniente da luz solar incidente na PN, ocorre a transição desse elétron para a banda de condução, resultando na formação de um par elétron-lacuna. O campo elétrico presente exerce uma força que provoca a deslocação do elétron na direção à camada N, impedindo seu retorno, e, ao mesmo tempo, repele a lacuna em direção ao extremo oposto da camada P. Uma vez estabelecida a condição de fluxo de corrente elétrica dentro de um material semicondutor dopado, uma mera adição de contatos elétricos nas extremidades desse material permite que uma diferença de potencial elétrico entre esses contatos resulte em um fluxo de corrente elétrica, o que produzirá os efeitos desejados na carga externa. Essa é a fundação do mecanismo de operação das células fotovoltaicas (RIBEIRO, 2012).

2.1 Sistemas fotovoltaicos

O método convencional de produção de eletricidade caracteriza-se pela sua natureza centralizada, o que conduz a perdas significativas em todo o sistema de distribuição e, portanto, aumenta o custo de distribuição. Além disso, esta abordagem também apresenta desafios ambientais e impacta as operações das empresas. Quando se discute sobre energia fotovoltaica, é comumente considerado o conceito de geração de energia nas proximidades de locais de consumo, o que possibilita uma maior variedade de tecnologias empregadas na produção de energia elétrica (ALVARENA, 2001).

Inicialmente, estes sistemas ligados à rede foram concebidos exclusivamente para centrais fotovoltaicas, sistemas de grande escala, pois acreditava-se que estes sistemas abordariam questões específicas da rede tradicional. No entanto, com o progresso da eletrônica, foram desenvolvidos sistemas de tamanho reduzido e médio, com o propósito de suprir as necessidades dos sistemas residenciais, que atualmente representam mais de 50% do mercado fotovoltaico (LOEBLEIN, 2013).

A utilização de eletricidade gerada a partir de fontes limpas em pequena escala é vista como uma opção em diversas fases por vários países desenvolvidos, como Alemanha, Japão, Estados Unidos da América, Espanha, entre outros. No contexto brasileiro, a adoção da energia limpa ainda é insuficiente, exigindo uma análise mais aprofundada sobre esse assunto (RUTHER, 2004). Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em duas categorias: sistemas isolados (OFFGRID) e sistemas integrados à rede (ON GRID ou GRID-TIE). Vale à pena notar que os sistemas não integrados na rede utilizam baterias para armazenamento de energia, enquanto os sistemas integrados na rede não necessitam de baterias, uma vez que a energia excedente gerada pode ser transmitida à rede e utilizada noutro local (SALAMONI, 2009).

Nos sistemas OFF-GRID toda a energia gerada é armazenada em baterias, garantindo que o sistema atenda a demanda mesmo em períodos de incidência solar insuficiente. O sistema funciona da seguinte forma: a radiação solar é captada por painéis fotovoltaicos, convertendo-a em eletricidade de corrente contínua. Essa energia passa então por um controlador de carga, que protege as baterias de descargas profundas e carregamento excessivo. A energia é armazenada em um banco de baterias e posteriormente convertida de corrente contínua para alternada por um inversor de frequência, antes de ser utilizada para consumo (VARELLA, 2009).

2.2 A importância da energia solar

Os sistemas elétricos conectados à rede, muitas vezes conhecidos como sistemas “on grid”, têm características semelhantes às dos sistemas fora da rede ou desconectados da rede. A principal distinção é que em sistemas conectados à rede, a eletricidade gerada por painéis fotovoltaicos passa por um inversor conectado à rede. Este inversor transforma corrente contínua em corrente intermitente através de um oscilador interno para sincronizá-la com a frequência da rede elétrica (60 Hz). Além disso, o investidor restringe a tensão de fornecimento para não ultrapassar a tensão da rede elétrica. Um medidor de luz bidirecional é utilizado para medir a quantidade de energia que a concessionária utiliza nos períodos em que a energia solar gerada pelo sistema e a energia fotovoltaica são insuficientes para atender à demanda. Esse excesso de energia é armazenado.

Qualquer edifício pode ter painéis fotovoltaicos ligados ao mesmo, desde que tenham orientação solar favorável. Isso significa que eles devem estar voltados para norte, leste ou oeste. O ideal é que as superfícies dos painéis fotovoltaicos fiquem voltadas para o norte no hemisfério sul, pois esta orientação permite a maior captação possível de energia solar (VIDAL; VASCONCELLOS, 2002). A utilização de sistemas fotovoltaicos na concepção de edifícios tem um grande potencial, com potencial para se tornar não apenas uma necessidade estrutural para os próprios edifícios, mas também para o ambiente envolvente. Nos países desenvolvidos, suas aplicações não se limitam apenas a edifícios residenciais e comerciais (ALVARENGA, 2001).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente momento, a questão da sustentabilidade tem se tornado cada vez mais importante devido aos eventos trágicos de desastres naturais, que resultam não apenas em consequências financeiras significativas, mas também no deslocamento de um grande número de famílias e na perda de vidas humanas em uma escala especial. Todas essas questões instigam os indivíduos a buscar abordagens menos hostis em relação ao meio



ambiente. Na indústria da construção civil, os empreendimentos sempre alcançaram o que é extremamente reconhecido como o tripé básico, que é composto por aspectos ambientais, financeiros e sociais. Embora os incentivos governamentais para o desenvolvimento de energias alternativas ainda sejam limitados, a geração de energia através de painéis fotovoltaicos cumpre os três pilares fundamentais.

A célula fotovoltaica é fabricada utilizando materiais semicondutores, sendo o silício o material mais comumente utilizado. Quando uma célula é exposta à luz, ocorre a absorção de fótons por parte dos elétrons presentes no material iluminado, os quais são partículas de energia contida na radiação solar. Os elétrons livres são conduzidos através do semicondutor até serem atraídos por um campo elétrico, que é gerado na região de destruição dos materiais devido a uma diferença de potencial (DDP).

Posteriormente, os elétrons são transportados para fora das células fotovoltaicas e tornam-se acessíveis para serem utilizados na forma de energia elétrica. Diferentemente do sistema heliotérmico, o sistema fotovoltaico não depende de uma intensa incidência solar para operar especificamente. No entanto, a quantidade de energia gerada depende da densidade das nuvens. Uma grande quantidade de nuvens pode levar a uma diminuição da produção de eletricidade em comparação com dias com céu completamente limpo.

Portanto, pode-se inferir que o culminar desta investigação rendeu insights sobre a utilização da energia solar para a produção de eletricidade, um tema que tem sido amplamente debatido devido às mudanças em curso na matriz energética global. Essa fonte de energia é extremamente reconhecida por sua característica ambientalmente limpa, uma vez que não apresenta emissões de poluentes para a atmosfera. Além do seu caráter renovável, derivado do sol, altamente reconhecido como fonte inesgotável, a energia solar também se destaca pela sua relação custo-benefício, pouca exigência espacial e baixos custos de produção.

Referências

- ALMEIDA, Eliane et al. **Energia solar fotovoltaica**: revisão bibliográfica. Disponível em: www.fumec.br/revistas/eol/article/%20download%20/3574/1911. Acesso em: 13 maio 2023.
- ALMEIDA, P. M. D. **Modelagem e controle de conversores fonte de tensão utilizados em sistemas de geração fotovoltaicos conectados a rede elétrica de distribuição**. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), 2011.
- ALVARENGA, Carlos Alberto. **Energia solar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.
- AMBIENTE BRASIL. **Histórico das Células Fotovoltaicas e a Evolução da Utilização de Energia Solar**. 2019. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/historico_das_celulas_fotovoltaicas_e_a_evolucao_da_utilizacao_de_energia_solar.html. Acesso em: 13 abr 2023.
- CARVALHO, F. D. **Sistema Fotovoltaico Isolado**. São Paulo, 2013.
- CRESESB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. São Paulo, 2014.
- EPE **Empresa de Pesquisa Energética, Nota Técnica DEA 03/11** – Projeção da Demanda de Energia Elétrica, 2011.
- HIOKI, A. T.; AMARANTE, B. C. **Avaliação da qualidade e desempenho de sistemas fotovoltaicos de pequeno porte conectados à rede elétrica**. Universidade Federal do Paraná, 2017.
- LOEBLEIN, L. **Comparação da Eficiência de Placas Solares Térmicas em Diferentes Modos de Operação**. Gramado, 2013.
- RIBEIRO, C. H. M. **Implantação de um sistema de geração fotovoltaica**. CECAU, UFOP, Ouro Preto, MG, 2012.
- RUTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas a rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis, SC: Labsolar, 2004.

SALAMONI, Isabel T. **Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica.** Tese de doutorado - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2009.

SCHUCH, L. **Sistemas Autônomo de Iluminação Pública de Alta Eficiência Baseado em Energia Solar e Leds. Eletrôn Potên.** Campinas, vol. 16, n. 1, p.17-27, fev. 2011.

URBANETZ, Jair J.; **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbana: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade;** Tese de Doutorado; Programa de Pós graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2010.

VARELLA, Fabiana Karla de O. M. **Estimativa do Índice de Nacionalização dos Sistemas Fotovoltaicos no Brasil.** Tese de doutorado – Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas – SP, 2009.

VIDAL, J.W.B.; VASCONCELLOS, G.F. **Dialética dos trópicos.** Brasília: Instituto do Sol, 2002.

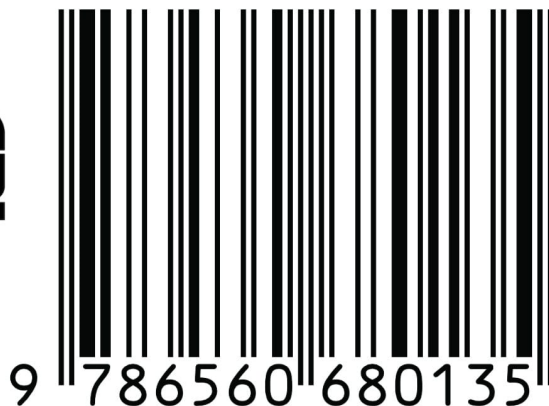
VILLALVA, Marcelo Gradella, GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicação.** São Paulo: Érica, 2013.



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: 978-65-6068-013-5

BR



9 786560 680135