

Revista Científica

# ESPAÇO ACADÊMICO

**MULTIVIX**

SERRA

**REVISTA CIENTÍFICA ESPAÇO ACADÊMICO**  
Volume 14, número 2

**SERRA**  
**2024**

**EXPEDIENTE**  
**Publicação Semestral**  
**ISSN 2178-3829**  
**Temática: Multidisciplinar**

**Capa**  
**Marketing Faculdade Multivix Serra**

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

Revista Espaço Acadêmico/Faculdade Multivix Serra  
Serra: (Jan./Jun. 2024).  
Semestral  
ISSN 2178 - 3829

**1. Produção Científica – Faculdade Multivix Serra**

*Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, os pensamentos dos editores.*

**Correspondências**  
**Coordenação de Pesquisas Faculdade Multivix Serra**  
Rua Barão do Rio Branco, 120, Colina de Laranjeiras, Serra/ES | 29.167-183

**FACULDADE MULTIVIX SERRA****DIRETOR EXECUTIVO**

Tadeu Antônio de Oliveira Penina

**DIRETORA ACADÊMICA**

Eliene Maria Gava Ferrão Penina

**DIRETOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO**

Fernando Bom Costalonga

**DIRETOR GERAL**

Leandro Siqueira Lima

**COORDENADOR ACADÊMICO**

Tatiana de Oliveira Campos – Coordenadora presencial

Michelle Oliveira Menezes Moreira – Coordenadora EaD

**COMISSÃO EDITORIAL**

Alexandra Barbosa Oliveira

Gabrielly Altoé Lefler

Cecília Montibeller Oliveira

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio

**BIBLIOTECÁRIA**

Alexandra Barbosa Oliveira

## Sumário

<b>A PRÁTICA DO DESENVOLVIMENTO PSICOMOTOR NO CONTEXTO DO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
Milena Manga Traback, Maria Alice de Castro Louzada e Thaís Paiva da Cruz.	
<b>ANÁLISE DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DA BACIA DO RIO ITAÚNAS .....</b>	<b>23</b>
Isabella Fernandes Cardoso, Julia Cossetti, Luisa Morgan Bernardo, Mirella Gonçalves da Fonseca Miranda da Silva.	
<b>ANÁLISE DE IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM ADEQUAÇÕES DE SEGURANÇA (NR-12) .....</b>	<b>46</b>
Gabriel Bissoli Lorenzutti, Julio Domingos Neto, Matheus Scalfoni, Cecília Montibeller Oliveira, Otávio Gaigher Simões e Marllon Fraga Silva.	
<b>ANÁLISE DE RISCOS E GESTÃO DE QUALIDADE NO AMBIENTE DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>65</b>
Kamila Vieira de Souza Sathler, Joanna Poloni Mauricio de Souza, Victor Gladston Monteiro Sathler, Rogério Gonçalves Sarmiento Junior, Michelle Oliveira Menezes Moreira e Guilherme Rainho Melhorim.	
<b>ANÁLISE DE SPDA EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR....</b>	<b>82</b>
Bruno Barros Calegari Pancotto, Rafael Gagno Mazocco, Adan Lucio Pereira, Wagner Dias Casagrande e João Marcos dos Santos Souza.	
<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA: AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS COAGULANTES SULFATO DE ALUMÍNIO... </b>	<b>104</b>
Caroline Colatti Hoffmann, Fabiola Silva Santos Lovo, Silvia Cristina de Aguiar Barreto, Daniele Drumond Neves, Brunna Oliveira Guimaraes e Guilherme Rainho Melhorim.	
<b>AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE EMBARQUE PORTUÁRIO.....</b>	<b>120</b>
Ayrton Brommonschenkel Neto, Samara Mantovani Loyola, Gabriel de Andrade Vieira, Wagner Dias Casagrande, Vladimir Cypreste Romanelli.	
<b>AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: UMA ANÁLISE TÉCNICA E DE INVESTIMENTO .....</b>	<b>139</b>
Wagner Facini Teixeira, Rafael de Paula Cosmo, Matheus Brunoro Dilem e Diego Santana Conceição.	
<b>DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADEEM UMA EDIFICAÇÃO DE ENCOSTA .....</b>	<b>154</b>
Indyara Cristina Ribeiro Lyrio, Iury Paulino Rodrigues de Oliveira, Tiago Silva de Oliveira, Rafael de Paula Cosmo, Isadora Potiguara Gotardo e Otávio Gaigher Simões.	
<b>ESTUDO SOBRE DESCARTE DE PAINÉIS SOLARES DANIFICADOS... </b>	<b>187</b>
Marcos de Souza Neves, Kennedy Tavares Lirio, André dos Santos Cardoso, Daniele	

Drumond Neves, Eberte Valter da Silva Freitas e Brunna Oliveira Guimaraes.

**FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL POR MEIO DO SISTEMA FOTOVOLTAICA ..... 204**

Rodolpho Gomes Cardozo, Otávio Gaigher, Eberte Valter da Silva Freitas e Vladimir Cypreste Romanelli.

**GESTÃO FINANCEIRA EM PEQUENOS NEGÓCIOS E OS IMPACTOS DA COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA..... 224**

Davi Azevedo Marques de Lima, Lucas Mateus Luiz de Brito, Phábulo Damm Lourenço, Cecília Montibeller, Oliveira, Michelle Oliveira Menezes Moreira, Tatiana Oliveira da Silva Campos.

**MARKETING DE RELACIONAMENTO EM PEQUENAS EMPRESAS..... 243**

Bruno Moreira Machado, Kleyton Teixeira Valadão, Michelle Oliveira Menezes Moreira e Tatiana Oliveira da Silva Campos.

**MONITORAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA E DETECÇÃO DE FALHAS ATRAVÉS DO SISTEMA IOT ..... 260**

Larissa Pereira Bermudes, João Paulo da Silva Vieira, Mirella Gonçalves da Fonseca Miranda da Silva e Alexandre Adler Cunha de Freitas.

**PLANEJAMENTO, CONTROLE E GESTÃO NA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA PELO PÓ DE BRITA NA COMPACTAÇÃO DO SOLO ..... 283**

Abel Martins, Luana Vieira de Oliveira, Tiago dos Santos Faria, Rogério Gonçalves Sarmiento Junior, Brunna Oliveira Guimaraes e Isadora Potiguara Gotardo.

**POSICIONADOR DIGITAL NA OTIMIZAÇÃO DO OXIGÊNIO NOS CONVERTEDORES (LD'S) ..... 302**

Fábio Antônio Cardoso Júnior, Douglas Paz Tatagiba, Eduardo Bianchi Loureiro, Cecília Montibeller Oliveira, Brunna Oliveira Guimaraes e Kevyn Phillipe Gusmão.

**RELAÇÃO FAMÍLIA/ESCOLA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....317**

Alessandra Ferreira, Fabiana Pereira dos Santos, Thaiza Soares Mauri, Veronica Devens Costa, Tatiana Oliveira da Silva Campos e Leandro Siqueira Lima.

**SISTEMAS CONECTADOS GRID-TIE ATRELADOS A SFV ALOCADOS A REALIDADE DE REDES INTELIGENTES NO BRASIL..... 334**

Anna Clara do Prado Rosa, Rafael Neves Fassarella, Rafael de Paula Cosmo, Kaio Cezar Quemelli da Silva e João Marcos dos Santos Souza.

**VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA CONECTADO À REDE.....353**

Cristian Borchardt, Nicolli Durães, Yuri Moura da Silva Amaro, João Marcos dos Santos Souza, Vladimir Cypreste Romanelli e Gabriel de Andrade Vieira.

## A PRÁTICA DO DESENVOLVIMENTO PSICOMOTOR NO CONTEXTO DO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO

Milena Manga Traback<sup>1</sup>, Maria Alice de Castro Louzada<sup>2</sup>, Thaís Paiva da Cruz<sup>3</sup>

1 - Acadêmicas do curso de Pedagogia – Multivix

2 - Dr. Oscar Omar Carrasco Delgado– Professor Faculdade Multivix

### RESUMO:

psicomotricidade desempenha um papel crucial no processo de alfabetização infantil, influenciando diretamente o desenvolvimento motor, cognitivo e emocional das crianças. Este estudo busca explorar a relação entre o desenvolvimento psicomotor e a aquisição da leitura e escrita, destacando sua importância para o sucesso acadêmico. A metodologia adotada incluiu uma revisão bibliográfica e qualitativa detalhada e a compreensão de estudos empíricos relevantes sobre o tema. As reflexões obtidas evidenciam a significativa influência das habilidades psicomotoras no desempenho das crianças na alfabetização, bem como a eficácia de estratégias de integração da psicomotricidade nas práticas pedagógicas. Esses achados ressaltam a importância de promover o desenvolvimento psicomotor das crianças desde os primeiros anos de vida, oferecendo oportunidades para que desenvolvam suas habilidades motoras e cognitivas de forma integrada. Conclui-se que a psicomotricidade desempenha um papel fundamental no processo educacional, contribuindo para a formação integral das crianças e para a criação de ambientes de aprendizagem mais inclusivos e estimulantes. Este estudo oferece insights importantes para educadores, pesquisadores e profissionais da área da educação, destacando a importância de considerar o desenvolvimento psicomotor no planejamento e execução de práticas pedagógicas eficazes.

**Palavras-chave:** Psicomotricidade. Alfabetização. Desenvolvimento infantil.

### 1. INTRODUÇÃO

O objetivo geral deste trabalho é analisar a relevância do desenvolvimento psicomotor para o processo de alfabetização, enquanto os objetivos específicos incluem: investigar a relação entre o desenvolvimento psicomotor e o desempenho na leitura e escrita; identificar estratégias pedagógicas que promovam o desenvolvimento psicomotor das crianças; e propor recomendações para a integração eficaz da psicomotricidade no currículo escolar.

O processo de alfabetização é um dos pilares fundamentais da educação, representando o início da jornada acadêmica e cognitiva das crianças. Nesse contexto, o desenvolvimento psicomotor surge como um elemento crucial,

influenciando diretamente a aquisição das habilidades de leitura e escrita. Desde a Educação Infantil até os primeiros anos do Ensino Fundamental, as crianças passam por um período de intensas transformações físicas, motoras e cognitivas, moldando a base para o sucesso no aprendizado da linguagem escrita.

É inegável que o domínio da leitura e escrita é uma habilidade essencial para a plena participação na sociedade e para o desenvolvimento pessoal e profissional. No entanto, muitas vezes, as dificuldades enfrentadas por crianças no processo de alfabetização podem estar relacionadas a questões psicomotoras subestimadas ou negligenciadas. Portanto, compreender como o desenvolvimento psicomotor impacta o processo de alfabetização torna-se fundamental para promoção de uma educação inclusiva e de qualidade.

Dentro deste cenário, surge a necessidade de investigar mais profundamente o papel do desenvolvimento psicomotor no processo de alfabetização. O problema de pesquisa deste trabalho está centrado na seguinte questão: "Como o desenvolvimento psicomotor influencia a aquisição da leitura e escrita durante o processo de alfabetização?". Esta pergunta norteará a investigação, buscando compreender de que forma as habilidades motoras estão relacionadas com o sucesso ou fracasso no aprendizado da linguagem escrita (Ferreira, 2000).

Nesse sentido, a relevância deste trabalho acadêmico transcende os limites da pesquisa teórica, pois sua contribuição vai além da mera análise conceitual. Ao aprofundar a compreensão dos fatores que influenciam o processo de alfabetização, ele lança luz sobre aspectos essenciais muitas vezes negligenciados, como o desenvolvimento psicomotor das crianças. Nesse sentido, os insights oferecidos por este estudo não apenas enriquecem o conhecimento dos educadores e pesquisadores, mas também têm o potencial de impactar diretamente a prática pedagógica no dia a dia das salas de aula. Ao reconhecer a importância intrínseca do desenvolvimento psicomotor na jornada de alfabetização, os profissionais da educação são capacitados a adotar abordagens mais holísticas e inclusivas, que consideram as necessidades individuais de cada criança. Assim, este trabalho não só contribui para a construção de uma base teórica sólida, mas também oferece orientações práticas valiosas para a implementação de estratégias pedagógicas eficazes, que promovam o sucesso acadêmico e o desenvolvimento integral das crianças

em idade escolar (Ferreira, 2000).

Para a fundamentação teórica do nosso trabalho sobre a relevância do desenvolvimento psicomotor para o processo de alfabetização, faremos uso das contribuições de diversos autores que se destacam nessa área.

Fátima Alves (2016), autora de "A infância e a Psicomotricidade: A pedagogia do corpo e do movimento", oferece uma visão abrangente sobre o papel da psicomotricidade no desenvolvimento infantil. Seus escritos nos ajudarão a compreender os fundamentos teóricos da psicomotricidade e sua relevância para a alfabetização.

Quanto à metodologia da pesquisa, este trabalho foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica abrangente e qualitativa. Essa abordagem permitiu contemplar estudos e pesquisas relevantes sobre o tema, consultando-se livros, artigos científicos e outras fontes confiáveis de informação. A revisão bibliográfica proporcionou uma base teórica sólida, fundamentada nas contribuições de diversos autores e pesquisadores da área (Marconi & Lakatos, 2015).

De acordo com Marconi e Lakatos (2015), a metodologia empregada neste estudo fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, utilizando-se da pesquisa bibliográfica como principal método de coleta de dados. A natureza da pesquisa é predominantemente aplicada, uma vez que se concentra em compreender e analisar a relação entre o desenvolvimento psicomotor e o processo de alfabetização, com o intuito de contribuir para a prática educacional.

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica abrangente sobre o tema, consultando obras de autores renomados no campo da psicomotricidade, alfabetização e pedagogia. Utilizou-se também de artigos científicos, teses e dissertações relevantes para embasar teoricamente o estudo.

Quanto à abordagem do problema, optou-se por uma perspectiva qualitativa, a fim de compreender profundamente as nuances e complexidades envolvidas na relação entre desenvolvimento psicomotor e alfabetização. Esse enfoque permitiu uma análise mais detalhada dos aspectos subjetivos e das experiências individuais das crianças no processo de aprendizagem.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Fundamentos Teóricos da Psicomotricidade na Alfabetização**

A psicomotricidade é uma área interdisciplinar que aborda a relação entre

as funções psíquicas e a motricidade humana, sendo fundamental para o desenvolvimento infantil. Por meio do entendimento dos conceitos-chave da psicomotricidade, é possível perceber sua relevância na preparação das crianças para o processo de alfabetização. Nesse sentido, a psicomotricidade engloba aspectos neurofisiológicos, psicológicos e pedagógicos que influenciam tanto o desenvolvimento motor quanto o cognitivo dos indivíduos (Fonseca, 2004).

Um dos principais pontos de destaque da psicomotricidade é a sua contribuição para o desenvolvimento das habilidades motoras necessárias para a alfabetização. Por meio de atividades psicomotoras, as crianças são estimuladas a aprimorar sua coordenação motora fina, facilitando a manipulação de materiais de escrita, como lápis e papel (Amaral & Barbosa, 2009). Essa habilidade é crucial para a precisão na formação das letras e na coordenação olho-mão durante a escrita, aspectos essenciais para o processo de aprendizagem da escrita.

Nessa perspectiva, a psicomotricidade também desempenha um papel importante no desenvolvimento da lateralidade das crianças. A consolidação da lateralidade é essencial para a organização espacial das letras e palavras no papel durante o processo de escrita, contribuindo para a fluidez e legibilidade do texto. Conforme destacado por Sáez, Gil e Martínez (2021),

(...) a lateralidade é um aspecto fundamental no processo de alfabetização, pois influencia diretamente na forma como as crianças percebem e manipulam os símbolos gráficos. O desenvolvimento da lateralidade é um processo complexo, que requer a integração de várias habilidades motoras e cognitivas, incluindo a percepção visual e tátil, a coordenação motora fina e a consciência espacial. Por meio de atividades psicomotoras, as crianças podem desenvolver e fortalecer sua preferência por um dos lados do corpo, facilitando assim a sua orientação espacial durante a escrita. Essa consolidação da lateralidade proporciona às crianças uma base sólida para a aquisição de habilidades de escrita mais avançadas e para o desenvolvimento de uma caligrafia legível e eficiente (Sáez et al., 2021, p. 12).

Outro aspecto relevante da psicomotricidade na alfabetização é o desenvolvimento da coordenação visomotora. Essa habilidade envolve a integração entre a percepção visual e a realização de movimentos precisos, sendo fundamental para o reconhecimento e discriminação de letras e palavras durante o processo de leitura (Lustosa et al., 2004). Por meio de atividades que estimulam a coordenação visomotora, as crianças são capazes de aprimorar sua

capacidade de seguir linhas e padrões visuais, contribuindo assim para o desenvolvimento da habilidade de leitura.

Além dos aspectos motores, a psicomotricidade também está relacionada ao desenvolvimento das funções executivas nas crianças. Essas funções cognitivas, como o planejamento, organização e autocontrole, desempenham um papel crucial no processo de alfabetização (Ferreiro, 2011). Por meio de atividades psicomotoras, as crianças são estimuladas a desenvolver essas habilidades, o que contribui para a sua capacidade de organizar suas ideias, planejar suas ações e monitorar seu próprio desempenho durante as atividades de leitura e escrita.

Portanto, a psicomotricidade também desempenha um papel significativo na promoção do desenvolvimento socioemocional das crianças durante o processo de alfabetização. Segundo Vygotsky (1987), as interações sociais e emocionais desempenham um papel crucial no desenvolvimento cognitivo das crianças. Por meio de atividades psicomotoras, as crianças têm a oportunidade de interagir com os colegas, desenvolvendo habilidades sociais como cooperação, comunicação e empatia. Essas habilidades são essenciais para um ambiente de aprendizagem saudável e colaborativo, contribuindo assim para o sucesso no processo de alfabetização.

Vygotsky (1987) destaca a interdependência entre aprendizagem e desenvolvimento ao afirmar:

A aprendizagem não pode ser entendida sem referência ao desenvolvimento, mas a inversa também é verdadeira: o desenvolvimento não pode ser compreendido sem referência à aprendizagem. A aprendizagem e o desenvolvimento se apoiam e se influenciam mutuamente de maneira dinâmica e complexa. São processos que estão em constante interação, formando uma unidade indivisível. (p. 56)

Além disso, a psicomotricidade também pode ser utilizada como uma ferramenta para identificar e abordar possíveis dificuldades de aprendizagem durante o processo de alfabetização. Ao observar o desempenho das crianças em atividades psicomotoras, os educadores podem identificar sinais de dificuldades específicas, como dislexia ou disgrafia, e fornecer intervenções precoces e personalizadas (Barros, 2014). Isso é crucial para garantir que todas as crianças tenham acesso igual às oportunidades de aprendizagem e possam desenvolver todo o seu potencial durante o processo de alfabetização.

A integração da psicomotricidade no contexto educacional não apenas

beneficia as crianças em seu processo de alfabetização, mas também promove uma abordagem mais holística e inclusiva para a educação como um todo. Ao reconhecer a relevância da psicomotricidade e sua relação com o desenvolvimento infantil, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem mais diversificados e adaptados às necessidades individuais das crianças (Ferreira, 2000). Isso contribui para a promoção da igualdade de oportunidades educacionais e para o desenvolvimento integral de todas as crianças, independentemente de suas habilidades ou características individuais.

Relevância do Desenvolvimento Psicomotor na Aquisição da Leitura e Escrita.

O desenvolvimento psicomotor é um aspecto crucial no percurso educacional das crianças, especialmente durante o processo de aquisição da leitura e escrita. Amaral e Barbosa (2009) ressaltam que a habilidade de manipular instrumentos de escrita, como lápis e papel, requer uma coordenação motora fina bem desenvolvida. Essa coordenação é fundamental para que as crianças consigam formar letras e palavras de maneira legível e precisa, o que é essencial para o desenvolvimento da alfabetização.

É importante considerar a relação entre o desenvolvimento psicomotor e a compreensão dos textos. Sacchi e Metzner (2019) observam que crianças com dificuldades motoras podem enfrentar obstáculos no acompanhamento visual das palavras, o que pode impactar diretamente na compreensão do texto. A capacidade de seguir o texto de maneira fluida e compreender seu significado é crucial para o progresso acadêmico das crianças, destacando ainda mais a importância de promover o desenvolvimento psicomotor.

De acordo com Sacchi e Metzner (2019):

(...) crianças com dificuldades motoras tendem a apresentar uma taxa mais lenta de leitura e podem perder o foco com mais frequência durante a leitura. Isso pode resultar em uma compreensão fragmentada do texto e dificultar a capacidade de acompanhar a narrativa de forma coerente" Sacchi e Metzner (2019, p. 16).

Essa dificuldade em manter o ritmo e o foco durante a leitura pode prejudicar significativamente a compreensão textual e, conseqüentemente, o desempenho acadêmico das crianças. Portanto, é essencial que os educadores estejam cientes desses desafios e implementem estratégias para apoiar o desenvolvimento psicomotor das crianças. Ao promover atividades que visam melhorar a coordenação motora e a habilidade de acompanhamento visual, os

educadores podem ajudar a minimizar os obstáculos enfrentados por crianças com dificuldades motoras durante a leitura. Isso pode incluir atividades que envolvem o movimento dos olhos de forma coordenada com o texto, como exercícios de rastreamento visual e jogos que estimulam a percepção espacial.

Outro aspecto relevante é o impacto do desenvolvimento psicomotor na autoestima das crianças em relação à escola.

O autor Gonzales Remigio (2022):

ênfatisa que crianças que enfrentam desafios na coordenação motora podem se sentir desencorajadas e menos motivadas a participar das atividades escolares. Isso pode criar um ciclo negativo em que o baixo desempenho acadêmico leva a uma diminuição da autoestima, afetando ainda mais o progresso educacional.

Contudo, é fundamental reconhecer que o ambiente escolar desempenha um papel significativo no desenvolvimento psicomotor das crianças. Alves (2016) destaca que o processo de aprendizagem da leitura e escrita pode contribuir para o aprimoramento das habilidades motoras das crianças. Por meio de atividades específicas, como exercícios de escrita e leitura, as crianças podem desenvolver a coordenação visomotora e o controle dos movimentos das mãos, fortalecendo assim suas habilidades psicomotoras.

Educadores e profissionais da área da educação devem estar cientes da relevância dessas práticas e buscar maneiras de incorporá-las de forma eficaz em suas rotinas de ensino. A promoção do desenvolvimento psicomotor não só contribui para o sucesso acadêmico das crianças, mas também para o seu desenvolvimento global e bem-estar emocional.

Dentro desse contexto, brincadeiras e jogos ao ar livre também desempenham um papel importante no desenvolvimento motor das crianças. Vygotsky (1987) destacou a Relevância do brincar no desenvolvimento infantil, argumentando que as interações lúdicas promovem o desenvolvimento cognitivo e social das crianças. Portanto, o estímulo ao brincar ao ar livre também pode ser uma estratégia eficaz para promover o desenvolvimento psicomotor.

Outro ponto a ser considerado é a diversidade de habilidades motoras entre as crianças. Nem todas as crianças desenvolvem suas habilidades motoras no mesmo ritmo ou na mesma medida. Por isso, é importante que os educadores adotem uma abordagem diferenciada, oferecendo atividades adaptadas às necessidades individuais de cada criança (Ferreira, 2000). Essa abordagem inclusiva não só promove o desenvolvimento psicomotor de todas as

crianças, mas também fomenta um ambiente escolar mais acolhedor e inclusivo.

Segundo Ferreira (2000, p. 78)

A diversidade de habilidades motoras entre as crianças é um aspecto fundamental a ser considerado no planejamento das atividades psicomotoras. Os educadores devem estar atentos às necessidades individuais de cada criança e adaptar as atividades de acordo, garantindo que todos tenham a oportunidade de se desenvolver plenamente, independentemente de suas habilidades motoras iniciais.

É importante ressaltar que o desenvolvimento psicomotor não se restringe apenas à infância. O aprimoramento das habilidades motoras continua ao longo da vida, sendo fundamental para a autonomia e independência das pessoas. Ferreira (2011) destaca a Relevância de uma abordagem holística do desenvolvimento psicomotor, que reconheça sua relevância em todas as fases da vida.

É importante ressaltar que o desenvolvimento psicomotor não é apenas uma questão de habilidades físicas, mas também está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento emocional e social das crianças. De acordo com Lustosa, Fiorentin e Rocha (2004), as atividades psicomotoras promovem não apenas o fortalecimento dos músculos e aprimoramento da coordenação, mas também estimulam a autoconfiança e a capacidade de interação social das crianças. Ao participar de atividades psicomotoras em grupo, as crianças aprendem a colaborar, resolver conflitos e desenvolver habilidades de comunicação, o que contribui para seu desenvolvimento integral.

É fundamental reconhecer que o desenvolvimento psicomotor pode influenciar diretamente a autoestima e o bem-estar emocional das crianças. Conforme Ferreira (2000), crianças que enfrentam dificuldades motoras podem experimentar sentimentos de frustração e inadequação, o que pode afetar negativamente sua autoestima e seu engajamento acadêmico. Portanto, é essencial que os educadores estejam atentos às necessidades individuais das crianças e ofereçam apoio e incentivo para o desenvolvimento de suas habilidades motoras.

A falta de habilidades motoras pode levar as crianças a se sentirem desanimadas e incapazes de realizar tarefas simples, o que pode ter um impacto significativo em sua autoconfiança e motivação para aprender. Esses sentimentos de inadequação podem criar barreiras adicionais ao processo de aprendizagem, prejudicando o desenvolvimento acadêmico e emocional das crianças (Ferreira, 2000, p. 78).

Outro aspecto relevante é o impacto das atividades psicomotoras no desenvolvimento da concentração e da atenção das crianças. Segundo

Gonzales Remigio (2022), a prática regular de atividades que envolvem movimento e coordenação requer um alto nível de concentração por parte das crianças. O foco necessário para realizar tais atividades pode ajudar no desenvolvimento da capacidade de concentração, o que é essencial para o sucesso acadêmico em diversas áreas, incluindo a leitura e a escrita.

Assim sendo, as atividades psicomotoras também desempenham um papel importante no desenvolvimento da autonomia e da autoconfiança das crianças. Ao dominar novas habilidades motoras e superar desafios físicos, as crianças desenvolvem um senso de realização pessoal e confiança em suas próprias capacidades (Fonseca, 2004). Esse aumento da autoconfiança não só beneficia o desenvolvimento acadêmico das crianças, mas também sua capacidade de enfrentar desafios futuros e se adaptar a diferentes situações.

Nesse sentido, os autores Amaral e Barbosa (2009) destacam o impacto da colaboração entre escola e família no apoio ao desenvolvimento psicomotor das crianças. Pais e responsáveis devem desempenhar um papel ativo ao incentivar atividades físicas e de movimento em casa, além de fornecer apoio emocional e encorajamento para que as crianças enfrentem desafios e explorem suas habilidades motoras.

O desenvolvimento psicomotor desempenha um papel central na aquisição da leitura e escrita, bem como no desenvolvimento global das crianças. A integração de atividades psicomotoras no contexto escolar é essencial para promover o sucesso acadêmico e o bem-estar emocional das crianças. Portanto, educadores e profissionais da área da educação devem valorizar e priorizar o desenvolvimento psicomotor em suas práticas pedagógicas.

## **2.2 Estratégias para Integração da Psicomotricidade nas Práticas Pedagógicas**

Para integrar efetivamente a psicomotricidade nas práticas pedagógicas, é essencial adotar uma abordagem lúdica e participativa, que engaje as crianças em atividades significativas e estimulantes. Nesse sentido, Ferreira (2000) destaca a contribuição de promover experiências sensoriais e motoras que estimulem o desenvolvimento cognitivo e emocional das crianças, proporcionando um ambiente propício para a aprendizagem. Essas atividades podem incluir jogos de movimento, brincadeiras ao ar livre e exercícios que envolvam coordenação motora fina e grossa.

De acordo com Ferreira (2000, p. 75)

As atividades lúdicas proporcionam um espaço privilegiado para a expressão e experimentação das habilidades motoras das crianças, contribuindo para o desenvolvimento de sua autonomia e autoconfiança. Por meio de brincadeiras como corrida de saco, cabo de guerra e jogos de equilíbrio, as crianças podem explorar seus limites físicos e superar desafios, desenvolvendo ao mesmo tempo habilidades importantes para a vida.

Dessa forma, ao incorporar jogos e brincadeiras em sala de aula, os educadores podem criar oportunidades para que as crianças explorem e desenvolvam suas habilidades motoras de forma natural e divertida. Essas atividades também podem promover a socialização e a cooperação entre os alunos, incentivando a construção de vínculos afetivos e a empatia mútua.

Ao planejar atividades psicomotoras, é crucial considerar as necessidades individuais de cada criança e adaptar as práticas pedagógicas de acordo com suas habilidades e interesses (Sáez et al., 2021). Por exemplo, crianças com dificuldades motoras podem se beneficiar de exercícios de equilíbrio e coordenação, enquanto aquelas com habilidades motoras mais desenvolvidas podem ser desafiadas com atividades que exigem maior controle e precisão de movimento.

Uma abordagem inclusiva é fundamental para garantir que todas as crianças tenham a oportunidade de participar plenamente das atividades psicomotoras. Conforme observado por Sacchi e Metzner (2019), a inclusão de crianças com necessidades especiais em atividades motoras pode promover a aceitação e a empatia entre os colegas, além de contribuir para o desenvolvimento social e emocional de todos os alunos.

É importante também diversificar as atividades psicomotoras para abranger diferentes aspectos do desenvolvimento infantil. Como mencionado por Ferreira (2000), atividades que envolvem manipulação de objetos, como quebra-cabeças e jogos de encaixe, podem estimular habilidades motoras finas e promover a concentração e a atenção das crianças.

Ferreira (2000, p. 12) ressalta a relevância da variedade de atividades ao afirmar:

Ao planejar as atividades psicomotoras, os educadores devem considerar a diversidade de habilidades a serem desenvolvidas. Atividades que envolvem manipulação de objetos, como quebra-cabeças e jogos de encaixe, são particularmente eficazes para estimular habilidades motoras finas, enquanto também promovem a

concentração e a atenção das crianças. No entanto, é essencial diversificar as atividades para abranger diferentes aspectos do desenvolvimento infantil, garantindo assim uma abordagem abrangente e holística.

Outra estratégia eficaz para integrar a psicomotricidade nas práticas pedagógicas é utilizar o ambiente escolar como um recurso educacional. De acordo com Gonzales Remigio (2022), espaços como parques e áreas verdes oferecem oportunidades únicas para atividades ao ar livre que estimulam o desenvolvimento físico e cognitivo das crianças, além de promoverem uma conexão mais profunda com a natureza.

A criatividade é fundamental ao planejar atividades psicomotoras, pois permite que os educadores adaptem as práticas pedagógicas às necessidades e interesses específicos de seus alunos. Como argumenta Sáez et al. (2021), a criatividade na educação é essencial para estimular a imaginação e a expressão das crianças, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico e envolvente.

É fundamental destacar a relevância da colaboração entre educadores, pais e profissionais de saúde no processo de integração da psicomotricidade nas práticas pedagógicas. Conforme observado por Sacchi e Metzner (2019), uma abordagem multidisciplinar pode fornecer uma visão holística das necessidades das crianças e ajudar a identificar estratégias eficazes para promover seu desenvolvimento motor e cognitivo. Além disso, a parceria com pais e responsáveis é essencial para garantir que as atividades psicomotoras sejam complementadas em casa, proporcionando às crianças oportunidades contínuas de aprendizado e desenvolvimento.

Sacchi e Metzner (2019, p. 17)

A colaboração entre educadores, pais e profissionais de saúde é crucial para garantir uma abordagem abrangente no desenvolvimento infantil. Uma visão multidisciplinar permite uma compreensão mais completa das necessidades das crianças, possibilitando a identificação de estratégias eficazes para promover tanto o desenvolvimento motor quanto o cognitivo. A parceria com pais e responsáveis complementa as atividades psicomotoras em casa, proporcionando às crianças oportunidades contínuas de aprendizado e desenvolvimento em diferentes contextos.

Outro aspecto relevante é de fornecer feedback positivo e encorajador durante as atividades psicomotoras, conforme destacado por Sáez et al. (2021). O reconhecimento do esforço e da melhoria das habilidades motoras das crianças pode aumentar sua motivação e autoconfiança, incentivando um

engajamento mais ativo e persistente nas atividades de aprendizado. Além disso, a promoção de um ambiente seguro e acolhedor é fundamental para que as crianças se sintam confortáveis para explorar e experimentar novos movimentos e desafios (Ferreira, 2000).

É importante ressaltar que as atividades psicomotoras não devem ser vistas isoladamente, mas sim como parte integrante de um currículo escolar abrangente e equilibrado. Como argumentado por Sacchi e Metzner (2019), a psicomotricidade pode ser incorporada em diferentes áreas de aprendizado, como matemática, ciências e artes, enriquecendo assim a experiência educacional das crianças e promovendo um desenvolvimento integral. Nesse sentido, os educadores devem buscar oportunidades para integrar atividades psicomotoras em suas práticas de ensino, adaptando-as de acordo com os objetivos de aprendizado e as necessidades individuais dos alunos (Ferreira, 2000).

Por fim, é importante destacar que a integração da psicomotricidade nas práticas pedagógicas não se limita ao contexto escolar, mas também se estende ao ambiente comunitário e social das crianças. Como observado por Sáez et al. (2021), atividades físicas e recreativas fora da escola, como esportes e jogos em grupo, também desempenham um papel importante no desenvolvimento psicomotor e social das crianças. Portanto, é essencial promover uma cultura de movimento e atividade física em toda a comunidade, incentivando um estilo de vida ativo e saudável desde a infância.

### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

A metodologia de pesquisa desempenha um papel fundamental no processo de investigação científica, fornecendo o arcabouço teórico e prático para a condução adequada do estudo. Neste trabalho, optou-se por uma abordagem que combina elementos da pesquisa bibliográfica e qualitativa, visando alcançar uma compreensão abrangente e aprofundada do tema em questão.

A pesquisa bibliográfica é caracterizada pela busca, seleção e análise de materiais já publicados sobre o assunto de interesse (Lakatos & Marconi, 2015). Este tipo de pesquisa permite a exploração de diferentes perspectivas teóricas, a identificação de lacunas no conhecimento existente e o embasamento sólido das análises e discussões realizadas ao longo do estudo. Ao consultar livros,

artigos científicos, dissertações, teses e outras fontes confiáveis, é possível contextualizar o problema de pesquisa dentro do campo científico e fundamentar as conclusões com base em evidências pré-existentes.

Por sua vez, a pesquisa qualitativa é caracterizada pela investigação de fenômenos complexos e multifacetados, priorizando a compreensão dos significados e das experiências dos participantes (Lakatos & Marconi, 2015). Este tipo de pesquisa busca capturar a riqueza e a profundidade dos dados coletados, explorando as nuances e os contextos que permeiam o objeto de estudo.

Ao integrar a pesquisa bibliográfica e qualitativa, este estudo visa combinar as vantagens de ambas as abordagens, explorando a fundamentação teórica disponível e complementando-a com uma compreensão empírica das experiências e percepções dos indivíduos envolvidos. Essa combinação metodológica permite uma compreensão mais abrangente e aprofundada do papel do desenvolvimento psicomotor na alfabetização, contribuindo para o avanço do conhecimento científico nesta área.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nas considerações finais deste estudo, devemos refletir sobre os principais pontos abordados ao longo da pesquisa e sua relevância para a compreensão do papel da psicomotricidade no processo de alfabetização. Ao responder à pergunta principal deste trabalho e revisitar os objetivos estabelecidos na introdução, é possível destacar as contribuições significativas que emergiram deste estudo.

Primeiramente, ao investigar a relação entre o desenvolvimento psicomotor e a aquisição da leitura e escrita, percebemos a significância fundamental das habilidades motoras para o sucesso acadêmico das crianças. As evidências obtidas demonstram que um desenvolvimento psicomotor adequado está intrinsecamente ligado à capacidade das crianças de acompanhar o ritmo do aprendizado da leitura e escrita.

Além disso, ao compreender a integração da psicomotricidade nas práticas pedagógicas, identificamos estratégias eficazes que devem ser adotadas para promover um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e estimulante. A sugestão de atividades psicomotoras e lúdicas, apresentadas ao longo deste estudo, oferece aos educadores ferramentas práticas para

enriquecer o currículo escolar e atender às necessidades individuais de cada aluno.

Destaca-se a importância do uso de tecnologias como um recurso complementar às atividades presenciais, permitindo a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e interativos. A incorporação de ferramentas digitais pode enriquecer as práticas pedagógicas, oferecer novas formas de exploração e interação para os alunos, especialmente no contexto atual, marcado pela crescente digitalização da educação. Além disso, ressalta-se a necessidade de investir na formação contínua dos professores, capacitando-os a utilizar de forma eficaz as tecnologias disponíveis e a integrar a psicomotricidade de maneira consistente em sua prática educacional, garantindo uma abordagem mais abrangente e eficaz no processo de alfabetização.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALVES, Fátima. A infância e a Psicomotricidade: A pedagogia do corpo e do movimento. São Paulo: Editora Wak, 2016.
- AMARAL, Telma C. do; BARBOSA, Angela M. Psicomotricidade e alfabetização: as contribuições do movimento na lectoescrita. 2009.
- BARROS, Silvana Maria Santana. A Psicomotricidade como fator de influência na prontidão para a aprendizagem na escola. 2014.
- FERREIRA, C. A. (Org.). Psicomotricidade da Educação Infantil à Gerontologia: Teoria e Prática. São Paulo: Editora Lovise, 2000.
- FERREIRO, Emília. Reflexões sobre a alfabetização. São Paulo: Cortez, 2011.
- FONSECA, Vitor. Psicomotricidade: perspectivas multidisciplinares. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- GONZALES REMIGIO, C. K. . El desarrollo psicomotor y el aprendizaje dela iniciación de la lectoescritura en el nivel inicial. Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación, 6(22), 163–171, 2022.
- LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. de A. Metodologia científica. São Paulo:

Atlas, 2015.

LUSTOSA, Ponchielli Neusa; FIORENTIN, Sabrina; ROCHA, Doralice Lange de Souza. *Psicomotricidade e Alfabetização*. 2004. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2004/anaisEvento/Documentos/CI/TCCI0133.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023

SACCHI, A. L.; METZNER, A. C. A percepção do pedagogo sobre o desenvolvimento psicomotor na educação infantil. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 100, n. 254, São Paulo, 2019.

SÁEZ, M. B., Gil, P., y MARTÍNEZ, M. Desarrollo psicomotor y su vinculación con la motivación hacia el aprendizaje y el rendimiento académico en Educación Infantil. *Revista de Educacion*, 2021. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-392-483>

VYGOTSKY. L. S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes 1987.

# ANÁLISE DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DA BACIA DO RIO ITAÚNAS

Isabella Fernandes Cardoso<sup>1</sup>, Julia Cossetti<sup>1</sup>, Luisa Morgan Bernardo<sup>1</sup>, Mirella Gonçalves da Fonseca Miranda da Silva<sup>2</sup>

1- Acadêmico do curso de Engenharia Civil

2- Professora orientadora docente da Faculdade Multivix

## RESUMO

As barragens de terra são construções muito comuns no meio rural, principalmente devido a facilidade de construção e viabilidade de custo. Em vista disso, há uma grande quantidade de barragens de acumulação de água feitas de terra no Espírito Santo, utilizadas principalmente para irrigação e usos múltiplos. Geralmente esses barramentos são pequenos e construídos de forma rudimentar, sem realização de projeto, acompanhamento técnico e manutenção adequada, desencadeando riscos de acidentes. Destarte, objetivou-se, para com esse estudo, identificar e analisar as anomalias mais recorrentes em barragens de acumulação de água feitas de terra homogênea, localizadas na região da bacia hidrográfica do Rio Itaúnas no Espírito Santo, desempenhando uma correlação entre as principais anomalias encontradas nas barragens com as características de idade do barramento e tipo de fundação da estrutura. Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), e passaram por tratamentos de tabulação e análise gráfica. Os resultados do estudo demonstraram que a presença de vegetação excessiva e/ou de grande porte é a anomalia mais recorrente nas barragens analisadas, presente em 92% dos barramentos apurados. Além disso, demonstrou-se que as fundações de aluvião são mais suscetíveis ao surgimento de anomalias, pois elas apresentaram todas as 12 anomalias averiguadas no estudo, apontando este tipo de fundação como o mais utilizado na região, aparecendo em cerca de 62% das barragens ponderadas. Através do estudo, conclui-se que a possível causa principal das patologias nos barramentos analisados foi a falta de manutenção e de apoio técnico adequado.

Palavras-chave: anomalias; barragens de terra; segurança de barragens; patologias.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura requer uma extensa demanda hídrica em abundantes partes do Brasil, precisando recorrer ao uso de barragens para acumulação de água para suprir esse consumo, no entanto, o lucro financeiro derivado do agronegócio são raramente suficientes para investir na construção de estruturas caras e tecnologicamente avançadas, por consequência disso, o tipo de barramento predominante no meio rural são barragens pequenas, em sua maioria feitas de terra,

devido a sua facilidade de construção e viabilidade de custo (SALINAS, 2017).

Paralelamente, Tanus (2018) diz que, as barragens são definidas como estruturas construídas transversalmente dentro ou fora de cursos d'água permanentes ou temporários, com o propósito de armazenar água, originando um reservatório. Ademais, esses barramentos podem ter várias funções como: irrigação, piscicultura, dessedentação animal, geração de energia elétrica, regularização de vazão, controle de cheias, abastecimento urbano e industrial, aquicultura, navegação, recreação, entre outros usos.

Além disso, existem diferentes critérios utilizados para classificar barragens, geralmente levando em consideração a finalidade, função, tipo de estrutura e material de construção utilizado (BERTULUCI, 2020). Nesse sentido, é comum utilizar como critério diferentes combinações de tipos variados de classificação para descrever o barramento com maior precisão (TANUS, 2018).

Sob o mesmo ponto de vista, segundo Timbó (2018) e Costa (2012), as barragens podem ser divididas em duas classes distintas: os barramentos convencionais, que são mais utilizados atualmente e que possuem existência de grande bibliografia específica sobre eles, como por exemplo: barramentos feitos de terra, enrocamento, concreto e barragens mistas. E os barramentos não convencionais, que são estruturas menos usuais, não existindo literatura ampla específica disponível acerca deles, esse grupo inclui os tipos de barramentos recém desenvolvidos com o uso de novas tecnologias e materiais, como por exemplo: barragens constituídas de gabião, madeira, alvenaria, pedra, entre outros materiais.

Por conseguinte, de acordo com Bertuluci (2020), um barramento de terra é construído a partir de realização de deslocamento e disposição de material de empréstimo com acumulação e sucessiva compactação, geralmente geotécnico. Além disso, para a construção de barragens de terra é necessária uma extensa quantidade de material para a confecção do núcleo da estrutura, que geralmente é feito de material argiloso, utilizando espaldares, filtros e drenos (TANUS, 2018).

Embora sejam muito utilizadas, as barragens são estruturas geralmente associadas a um grande risco em potencial devido à possibilidade de ocorrência de acidentes, como por exemplo a ruptura da estrutura, envolvendo consequências catastróficas para população próxima ao empreendimento, com a possibilidade de causar danos ambientais, econômicos e materiais, além do risco de perda de vidas humanas (ZUFFO, 2015).

Em vista disso, Aguiar et al. (2015), mencionam que barragens do Brasil estão se deteriorando com o passar do tempo, considerando a idade da barragem como um fator importante na determinação de sua segurança, devido à danificação inerente ao estado de conservação da estrutura e ao seu tempo de vida útil, tendo em conta também o tipo de barramento, uma vez que cada um possui uma característica específica, sendo suscetível a algumas falhas. Esses fatores reforçam a necessidade de intensificar os cuidados em relação à segurança desses barramentos, pois com a crescente construção de novas barragens, as já existentes necessitam de avaliações periódicas para se verificarem as condições de segurança.

Acrescente-se que, é comum a existência de construção de barragens de terra sem elaboração de projeto, e sem apoio técnico adequado, por empreendedores que não possuem acesso às informações sobre as medidas para garantir a segurança da estrutura. Contudo, quando há existência de projeto, ele geralmente apresenta algumas falhas, como por exemplo a ausência de estudos específicos e de demais critérios técnicos básicos, que são fundamentais para a construção e segurança de barramentos (GOMES; TEIXEIRA, 2017).

Saliente-se ainda que, conforme afirmado por Salinas (2017), uma vertente muito importante no estudo de barramentos é a manutenção adequada deles, pois ela é de extrema importância para garantir a segurança durante toda a vida útil da obra, visto que, a falta desta ou descuido pode acarretar problemas futuros, como por exemplo a ocorrência de acidentes envolvendo a barragem e a população a jusante dela.

Levando em consideração os fatores apresentados, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise e descrição das anomalias mais recorrentes em barragens feitas de terra, para acumulação de água, utilizadas para fins agropecuários ou de usos múltiplos, presentes na região da bacia hidrográfica do rio Itaúnas no estado do Espírito Santo, correlacionando essas informações com o tipo de fundação e a idade dos barramentos. O estudo se justifica em conhecer e diagnosticar as reais condições das barragens do estado em relação a segurança e patologias, realizando desta forma, um acompanhamento atual da situação dessas estruturas e dos riscos que elas apresentam.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

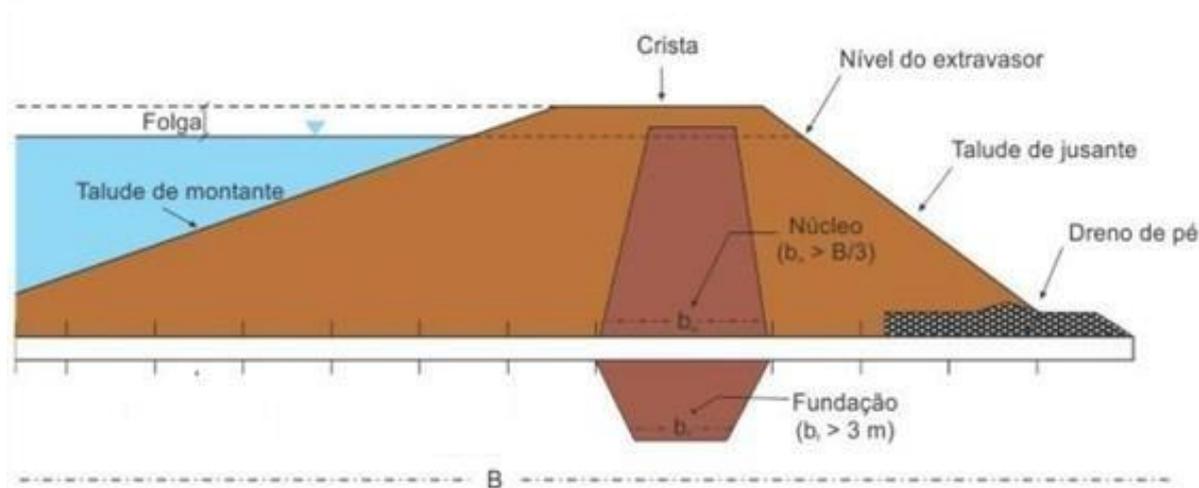
### **2.1. BARRAGENS DE TERRA**

As barragens de terra são um tipo muito antigo de construção. Um dos

registros mais antigos é de uma barragem de 12 m de altura, construída no Egito, há aproximadamente 6,8 mil anos, e que rompeu por transbordamento. As barragens de terra eram “homogêneas”, com o material transportado manualmente e compactado por pisoteamento, por animais ou homens (MASSAD, 2010).

Sobre a sua constituição, Gameleira e Amaral (2018), concluíram que a barragem de terra é o tipo mais comum e é facilmente encontrada devido à disponibilidade de material terroso no Brasil. Esse tipo de barragem apresenta uma considerável vantagem quando comparada com as barragens de concreto, pois pode ser construída sobre fundações com resistência mais baixa, apoiada sobre solos moles, como ilustra a figura 1.

Figura 1 – Principais Elementos de uma Barragem de Terra



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas, 2011.

Segundo Stephens (2011), os materiais suficientemente permeáveis tais como os solos argilo-arenosos, são os mais adequados para compor o maciço de montante, pois estes permitirão uma passagem de água limitada e resistirão ao abatimento, quando molhado. Deve-se atentar às técnicas de compactação quando solos de qualidade inferior são usados, para diminuir ao máximo o volume de espaços de vazios e maximizar a sua estabilidade quando molhados. Já no maciço de jusante e nas seções do aterro que precisam de massa e drenagem, geralmente são usados materiais permeáveis, tais como areia grossa e cascalho miúdo. Em geral, estes podem ser melhor compactados se secos ou apenas ligeiramente úmidos.

Em áreas rurais se utiliza a construção de barramentos de terra para várias

finalidades, principalmente para a irrigação, seguida de: abastecimento da propriedade, criação de peixes, recreação, bebedouro, elevação de água por bombeamento e outros. Além disso, as barragens constituídas de material terroso podem ser classificadas de acordo com a disponibilidade dos materiais de construção, sendo homogênea quando usado apenas um tipo de solo e heterogênea (zoneada) quando é usado dois ou mais tipos de solo (CARVALHO, 2008).

De acordo com Marangon (2004) e conjuntamente Timbó (2018), um barramento é considerado homogêneo quando é composto de apenas um tipo de material, sem levar em consideração a proteção dos taludes. Esse tipo de estrutura, para manter uma estabilidade adequada, precisa de taludes relativamente suaves, e o material utilizado em sua composição deve ser suficientemente impermeável, a fim de formar uma barreira efetiva contra a água.

As barragens classificadas como zoneadas, que são feitas com o núcleo central impermeável, envolvido por zonas de materiais mais permeáveis, geralmente constituídas de areia, cascalho, fragmentos de pedra, ou uma mistura desses materiais. Essas zonas têm a função de suportar e proteger o núcleo da barragem. Nesse tipo de barramento, as camadas têm função de drenos, descartando a necessidade de revestir os taludes, além disso, os ângulos de atrito internos, por serem maiores, conferem uma estabilização considerável para a estrutura (TIMBÓ, 2018).

As principais vantagens na construção de barragens de terra são a utilização de materiais naturais locais, a simplicidade dos procedimentos de projeto construtivo, a menor exigência de requisitos para as fundações, o baixo custo, e a facilidade de construção. Contudo, esse tipo de estrutura também apresenta algumas desvantagens, tais como a facilidade de danificação pela ação da água corrente, a necessidade de acompanhamento e fiscalização quanto à compactação adequada para que a estrutura não apresente infiltração e recalque, e a necessidade de manutenção contínua para evitar erosão, crescimento de árvores, sedimentação, e danos provocados por animais (ABREU, 2015).

## **2.2. SEGURANÇA DE BARRAGENS**

Regularmente, uma barragem é dita segura quando atende aos critérios de segurança estrutural, ou seja, possui conformidade entre projeto, execução e manutenção, de maneira que possa garantir o funcionamento correto. Entretanto,

também deve ser considerado o potencial de danos que uma possível ruptura no barramento pode provocar. Isso retrata diretamente a sensação de segurança que é passada pela estrutura. O potencial de dano é, então, calculado levando em conta as áreas de influência a montante e a jusante da barragem (AGUIAR et al., 2015).

De acordo com Medeiros (2020), a instrução que cuida da segurança das barragens também cuida da qualidade da estrutura durante sua vida útil, esse tratamento é realizado através de inspeções visuais e instrumentos que permitem que sejam realizadas essas inspeções. No Brasil, as barragens mais antigas que ainda estão em operação datam do século XIX, algumas delas acabaram perdendo sua funcionalidade, mas ainda assim não foram totalmente desativadas.

As causas mais comuns de falhas em barragens são o galgamento, que é o transbordamento do reservatório, estimado em aproximadamente 40% de ocorrência, e problemas na fundação da estrutura, como percolação e erosão interna (piping), estimado em aproximadamente 30% de ocorrência. Ademais, é possível afirmar que por volta de dois terços das grandes barragens construídas na América Latina estão localizadas no Brasil (WCD, 2001).

Nos últimos dez anos importantes alterações na legislação brasileira de segurança de barragens aconteceram, muitas delas ocorreram após acidentes envolvendo rompimentos de barragens no país, tais como os desastres de Mariana e Brumadinho. Um importante marco na administração de segurança de barragens no Brasil, ocorrido em 2010, foi a elaboração da lei que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), que tem por finalidade regularizar as ações e parâmetros de segurança de barragens e assegurar que sejam seguidos para diminuir a possibilidade de acidentes e suas consequências (BRASIL, 2010).

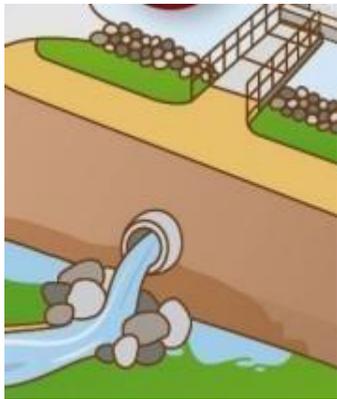
### **2.3. ANOMALIAS APRESENTADAS EM BARRAGENS DE TERRA**

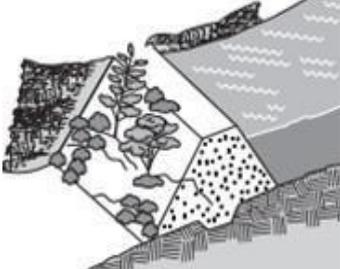
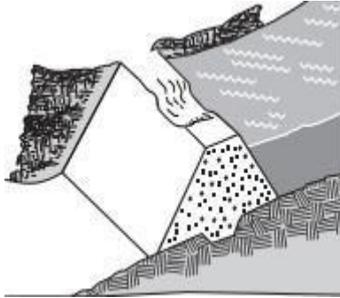
A Resolução nº 742 de 17 de outubro de 2011 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que determinou a regularidade, a competência da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhes das inspeções de segurança regulares de barragem, em concordância com o artigo 9º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 (que criou a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB), caracteriza anomalia como sendo “qualquer deficiência, irregularidade anormalidade ou deformação que possa vir afetar a segurança da barragem, tanto a curto com a longo prazo”.

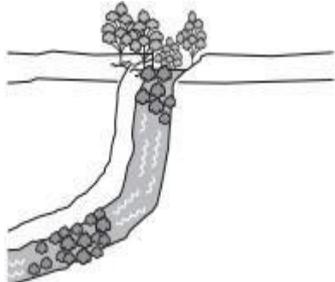
Em harmonia, Santos (2019), menciona que todo tipo de construção está sujeita a ter algum tipo de problema, existindo uma necessidade de identificação e tratamento. Segundo ele, ao longo do tempo de vida útil de uma barragem de terra podem surgir diversos tipos de anomalias, que podem ser capazes de abalar o desempenho do barramento e de suas demais estruturas, podendo até mesmo resultar em um rompimento ou galgamento da barragem, caso não sejam identificadas e tratadas a tempo, e conseqüentemente trazem riscos às populações localizadas no seu entorno.

Sintetizando, é possível destacar alguns exemplos de anomalias que podem evoluir e afetar o funcionamento seguro do barramento de terra apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 - Principais anomalias presentes em barragens de terra

Anomalia	Imagem	Descrição
Borda livre insuficiente	 <p>Fonte: Repositório AGERH, 2021.</p>	A borda livre mínima é definida como a distância entre o topo do talude e o nível máximo de água que o reservatório pode atingir em épocas de cheia. Esse parâmetro deve ser estabelecido em projeto para certificar a segurança da barragem, e caso não tenha sido calculada deve ser de pelo menos um metro, com a finalidade de proteção contra possíveis transbordamentos em situação de chuva intensa. O nível normal do reservatório sempre deve ficar abaixo da borda livre mínima (AGERH, 2020).
Percolação, infiltração ou surgência de água	 <p>Fonte: AGERH, 2020.</p>	É uma anomalia definida como o deslocamento da água pelo maciço e fundação, e que poderá se transformar em um problema quando houver o carregamento do solo do maciço ou da fundação, pelo fluxo de água da barragem, ou quando ocorrer um acréscimo de pressão na fundação ou no barramento (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002). Alguns fatores que podem indicar a existência de percolação, infiltração ou surgência de água no barramento são: o aparecimento de vegetação mais verde sem motivo aparente próxima a barragem, presença de regiões úmidas, ou surgimento de água nas paredes secas dos taludes (AGERH, 2020).
		O crescimento de árvores e arbustos, nos taludes de montante e de jusante, e na área logo após à jusante do barramento, pode causar danos à

Vegetação excessiva ou de grande porte		estrutura devido ao crescimento de raízes, como por exemplo a diminuição da distância de percolação, aumento de vazios maciço pela decomposição de raízes ou extração de árvores, entupimento de tubos e estruturas de drenagem, entre outros. Além disso, a presença de vegetação excessiva dificulta ou até mesmo impede a realização de inspeção visual e física da estrutura e áreas adjacentes, atrapalhando
	Fonte: Ministério da Integração Nacional, 2002.	a observação de outras anomalias (MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002).
Tocas de animais, formigueiros ou cupinzeiros	 <p>Fonte: ANA, 2016.</p>	O surgimento de formigueiros, cupinzeiros, ou tocas de animais deve ser monitorado e removido, pois podem gerar percolações e erosões internas (piping), devido a passagem de animais ou ninhos, que realizam a conexão do reservatório com o talude de jusante, ou geram o encurtamento dos caminhos de percolação. Além disso, também há a possibilidade desses caminhos penetrarem o núcleo central do barramento, e até mesmo causar o colapso da barragem (MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002).
Deformações, recalques, buracos, trincas ou afundamentos	 <p>Fonte: Ministério da Integração Nacional, 2002.</p>	São definidos como qualquer alteração no formato do barramento, como abertura de fissuras, buracos ou afundamentos, que podem estar localizados em qualquer parte da estrutura, e podem significar a movimentação da mesma e uma possibilidade de rompimento (AGERH, 2020).
Falha na cobertura da barragem e dos taludes	 <p>Fonte: Repositório AGERH, 2021.</p>	Os taludes da barragem devem ser cobertos com rochas (enrocamento), ou vegetação rasteira, como gramíneas. Além disso, quando esse tipo de proteção apresenta falhas ou não existe cobertura adequada, esses fatores podem desencadear erosão superficial, que é um processo capaz de destruir parte da estrutura de terra que forma o barramento (AGERH, 2020).

<p>Presença de vegetação aquática</p>	 <p>Fonte: Repositório AGERH, 2021.</p>	<p>A proliferação de plantas aquáticas é prejudicial pois pode causar o entupimento das estruturas de drenagem e regulação de cheias do barramento, além da possibilidade de comprometer a qualidade da água do reservatório, e até mesmo causar a sua eutrofização (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002).</p>
<p>Obstruções, deterioração ou falta de estruturas</p>	 <p>Fonte: Ministério da Integração Nacional, 2002.</p>	<p>As estruturas do barramento devem estar sempre desobstruídas e em boa condição, principalmente mecanismos como os monges e vertedouros, que são essenciais para a segurança e funcionamento correto da barragem, pois são responsáveis por regular as cheias do reservatório e por manter a vazão ecológica no curso hídrico, evitando dessa maneira, que o reservatório acabe armazenando mais água do que foi projetado em caso de chuvas intensas (AGERH, 2020).</p>
<p>Erosão</p>	 <p>Fonte: Repositório AGERH, 2021.</p>	<p>Consiste no desprendimento, desgaste, transporte e sedimentação de partículas de solo em virtude da atuação de forças causadas pelo fluxo de água (FILHO, 2013).</p>

Fonte: Autores, 2021.

## 2.4. DIAGNÓSTICO E MANUTENÇÃO EM BARRAGENS DE TERRA

Os rompimentos de barragens são comuns no mundo todo. Numa tentativa de criar técnicas para evitar ou reduzir o grau de intensidade dos acidentes causados pelo rompimento de barragens de terra, especialistas mensuraram quais são as causas mais frequentes (BARBOSA, 2020). De acordo com Caputo (1987), as principais causas de ruptura são galgamento (extravasamento), infiltrações e deslizamentos. A tabela 1, a seguir, mostra as principais causas de ruptura de

barragens nos Estados Unidos.

Tabela 1 – Principais causas de rupturas de barragens de terra

Extravasamento (galgamento)	30%
Infiltrações	25%
Deslizamentos	15%
Vazamentos de condutos	13%
Falta de proteção dos taludes	5%
Causas diversas e desconhecidas	12%

Fonte: Adaptado de Caputo (1987).

A fiscalização de barragens inclui a preparação da barragem e das estruturas extravasoras, como também das respectivas fundações, de forma a possibilitar a medição de um agrupamento de grandezas selecionadas criteriosamente que, juntamente às inspeções de segurança, permita controlar as condições de segurança dessas estruturas, durante a construção e o primeiro enchimento do reservatório, bem como nas revisões de segurança posteriormente (ANA, 2016).

Atividades de monitoramento são complementadas pelas inspeções de segurança, com vista à detecção de degradação, comportamentos atípicos ou sintomas de envelhecimento das estruturas, além de identificação de anomalias na própria instrumentação instalada na barragem (ANA, 2016).

Os taludes de uma barragem de terra devem estar estáveis para evitar problemas com a segurança da estrutura e uma possível ruptura (BARBOSA,2020).

De acordo com a NBR 11.682 (ABNT, 2009), que foi criada para definir os parâmetros no estudo e no controle de taludes, além dos parâmetros de projeto, execução e conservação de obras de contenção de taludes, diz que um talude estável não apresenta nenhum tipo de instabilidade como, por exemplo, trincas, erosão, abatimentos, rachaduras em obras locais, etc.

A preservação das estruturas deve ser realizada com cunho preventivo ou quando é verificada a presença de sinais ou sintomas de deterioração, particularmente, a partir de inspeções de segurança regulares e especiais, ou em consequência da revisão frequente de segurança de barragens. Podem se considerar dois tipos de manutenção das estruturas: a manutenção corrente e a revisão ou reparo (ANA, 2016).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2016), a manutenção corrente é o conjunto de ações desenvolvidas periodicamente, com vista a manter as

estruturas nas condições de funcionalidade e segurança necessárias, e engloba, essencialmente, as medidas preventivas de rotina, também conhecida como manutenção preventiva.

Na fase de manutenção preventiva, as condições ideais de uma barragem não consistem apenas de um bom projeto de instrumentação de auscultação necessitando ser acompanhado de inspeções visuais periódicas em campo, que tem por objetivo identificar danos em potencial e alertar sobre as condições que podem afetar a segurança das estruturas associadas. Devem ser incluídas na inspeções local, a barragem, sua fundação, dispositivos de descarga, dispositivos de saída, reservatório, áreas imediatamente à jusante, dispositivos de auscultação e as vias de acesso (BARBOSA, 2020).

Segundo a ANA (2016), na manutenção corretiva, as intervenções de revisão ou reparação, envolvendo meios humanos e materiais, podem ser necessárias na sequência de anomalias importantes, com eventuais condicionamentos à operação do aproveitamento.

De acordo com Barbosa (2020), a fase de manutenção corretiva refere-se aos trabalhos de diagnóstico, reparação, reforço e proteção das estruturas que já perderam sua vida útil de projeto e exibem patologias evidentes. A estas atividades pode-se associar um custo 125 vezes superior ao custo das providências que deveriam ter sido feitas na fase de projeto e que resultariam num mesmo nível de durabilidade que foi estimado na obra após a intervenção corretiva.

O planejamento das ações referidas e eventuais estudos de apoio devem basear-se na análise das causas prováveis das deficiências surgidas e ter em consideração o tipo de estrutura e os condicionantes da intervenção a efetuar (ANA, 2016).

Ainda segundo a ANA (2016), os trabalhos de correção, visando eliminar as causas das anomalias ou, ao menos, controlar o seu desenvolvimento, devem ser definidos em projeto, incluindo a descrição e justificativa técnica da solução adotada.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), especificamente pelo setor de Gerência de Gestão de Infraestrutura Hídrica (GGIH), responsável pela área de planejamento e realização

de vistorias visando à segurança de obras hídricas, principalmente de barragens de acumulação de água, feitas de terra, concreto, enrocamento, e mistas, utilizadas para fins agropecuários e de usos múltiplos, em todo o estado do Espírito Santo, não contemplando apenas os barramentos utilizados para geração de energia elétrica, uma vez que essas barragens são fiscalizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

As informações iniciais para análise constituem em planilhas constando as anomalias encontradas, características físicas e estruturais dos barramentos, e demais informações referentes aos pareceres técnicos das barragens inspecionadas em campo pelos profissionais da AGERH nos anos de 2019 e 2020, totalizando em uma amostra de um total de 141 barragens constituídas de diferentes tipos de materiais, localizadas em todo o Estado.

O objetivo do estudo foi analisar apenas barragens de acumulação de água constituídas de terra homogênea, localizadas na região da bacia hidrográfica do Rio Itaúnas, do Estado do Espírito Santo, totalizando uma amostra final de 25 barragens.

### **3.2. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BARRAGENS**

Os critérios para avaliação das características físicas das barragens selecionadas considerados no estudo foram os tipos de fundações de cada estrutura, o ano aproximado de conclusão da construção do barramento, levando em consideração que o início de operação das barragens foi feito imediatamente após a finalização da construção da obra (idade da barragem), e as anomalias presentes em cada uma delas.

Acrescenta-se ainda que, foi realizado um tratamento utilizando a linha do tempo de imagens satélite no Google Earth, que indicam os anos nas quais elas foram disponibilizadas, com a finalidade de se obter o ano aproximado de conclusão de construção das 17 barragens que não apresentaram esse dado especificado, e da realização de conferência dos dados de idade disponibilizados pela AGERH, das 8 barragens restantes. Em síntese, dessas 17 barragens que passaram pelo tratamento, 10 barramentos aparecem nas imagens mais antigas disponíveis, datadas em 2010, com isso, foi associado o ano de 2010 à data de conclusão da construção dessas 10 barragens. Além disso, também foi possível encontrar os anos de conclusão de construção das 7 barragens restantes, e confirmar os dados de idade das 8 barragens que já possuíam esse dado especificado pela AGERH.

Além disso, devido a maior parte dos barramentos não apresentarem projetos e demais documentações contendo dados técnicos, foram desconsideradas na análise, as medidas de capacidade, área alagada, altura, largura e comprimento, visto que, a maioria dos valores existentes foram estimados sem muita precisão, adquiridos através de mensuração visual em campo, conferência ao empreendedor da estrutura, ou empregando recursos de cálculo utilizando como base imagens de satélite.

### **3.3. AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E CORRELAÇÕES DAS CAUSAS**

A avaliação das patologias foi realizada através da separação, análise e tabulação de todas as anomalias encontradas nas 25 barragens selecionadas para o estudo, ponderando também a recorrência das anomalias, mensurando graficamente os resultados.

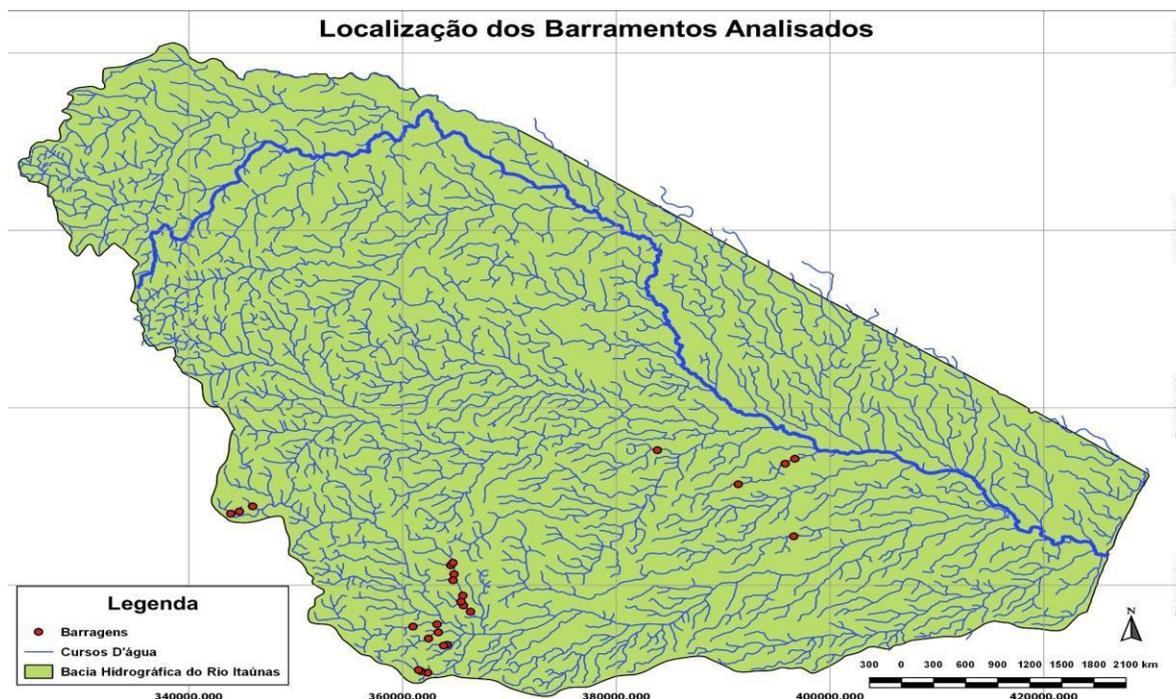
Salienta-se ainda que, os profissionais da AGERH realizaram a listagem das informações de tipo de fundação, idade e anomalias, através da observação visual das barragens, durante inspeções de campo, realizadas entre os anos de 2019 e 2020, e da análise do que foi observado, juntamente com os documentos dos barramentos, e das informações fornecidas pelos empreendedores ou obtidas com auxílio de imagens aéreas.

Posteriormente, as correlações das causas das patologias foram realizadas através de um estudo comparativo utilizando análise gráfica e tabulação, correlacionando as principais anomalias encontradas nas barragens com as características de idade da barragem e tipo de fundação, ponderando também, a recorrência das anomalias encontradas, e descrevendo os resultados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os dados obtidos neste estudo remetem-se ao processo final de análise, tratamento e correlação das informações iniciais fornecidas pelos profissionais da AGERH, referentes às anomalias, tipo de fundação e data de fim de construção (idade) de uma amostra final de 25 barragens de acumulação de água feitas de terra homogênea, posicionadas em conformidade com a figura 2 abaixo:

Figura 2 - Mapa indicando a localização dos barramentos na bacia hidrográfica do Rio Itaúnas.



Fonte: AGERH, adaptado pelos autores, 2021.

A figura 2 ilustra os pontos de localização das barragens na região da bacia hidrográfica do Rio Itaúnas no estado do Espírito Santo, inseridas em afluentes do Rio Itaúnas, situados nos municípios de Ponto Belo, Boa Esperança e Pinheiros.

As características acerca do tipo de fundação são fatores importantes que podem influenciar diretamente na resistência, deformabilidade, permeabilidade e declividade da barragem. Em vista disso, para desempenhar uma análise e correlação entre os tipos de fundações dos barramentos utilizou-se as informações quantitativas descritas na tabela 2.

Tabela 2 - Quantidade de barragens de acordo com o tipo de fundação.

<b>Tipo de Fundação</b>	<b>Barragens</b>
Aluvião	64%
Solo Residual	24%
Solo Compacto	12%

Fonte: Autores, 2021.

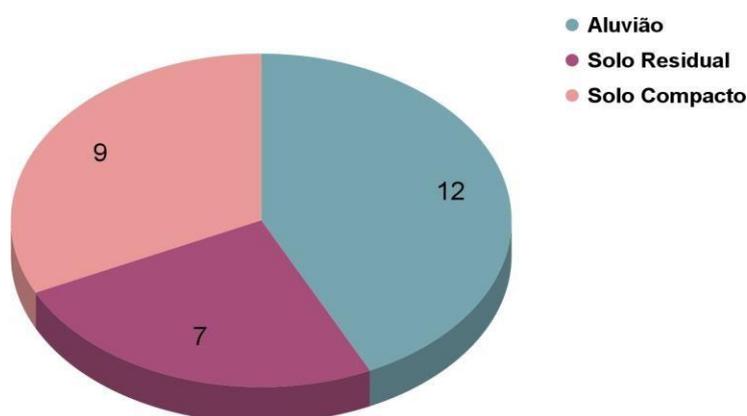
A tabela 2 expõe que a maioria das barragens ponderadas apresentam fundações de aluvião, presentes em 62% das barragens, apontando este como o tipo de fundação mais comum em barramentos da região analisada, isso acontece principalmente pela maior disponibilidade desse material, pelo processo simplificado de construção, e devido ao baixo custo, considerando que, este tipo de fundação

possui uma diversidade de solos, dispondo de características como a baixa resistência mecânica, a porosidade elevada, que consequentemente permite maior percolação, e a possível presença de matéria orgânica, particularidades que acabam influenciando no valor do material e na qualidade do barramento.

Já as fundações de solo residual ou compacto, possuem um processo construtivo mais complexo e demandam materiais específicos, que apresentam maior resistência, menor porosidade e percolação, aspectos que os tornam menos usuais em obras pequenas de baixo orçamento, sem acompanhamento técnico específico, como é o caso da maioria dos empreendimentos apurados neste estudo.

Subsequente, foi feita uma correlação entre os tipos de fundação e as anomalias encontradas nas barragens, conforme é demonstrado no gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1 - Quantidade de anomalias de acordo com o tipo de fundação.



Fonte: Autores, 2021.

Através dos dados do gráfico, pode-se afirmar que as barragens analisadas, que possuem fundação de aluvião apresentam uma maior suscetibilidade a anomalias, em virtude delas apresentarem todos os 12 tipos de anomalias analisados, que estão diretamente ligados à falta de instrumentação, manutenção, e fiscalização.

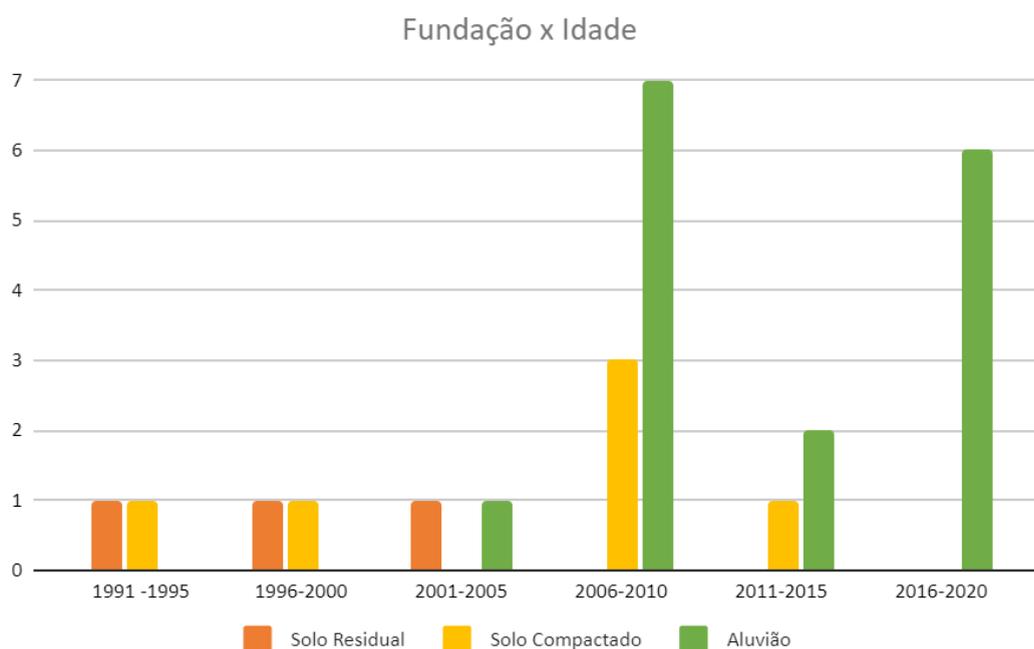
Ainda, pode-se relacionar propensão à anomalias as características das fundações de solo aluvionar, tais como a variedade granulométrica, a baixa coesão, a pouca capacidade de carga, e a alta permeabilidade, que demandam o uso de estruturas específicas, como drenos e filtros para controlar a percolação, a necessidade de cobertura vegetal gramínea nos taludes, a fim de evitar erosões, além de um cuidado maior em relação a carregamentos na estrutura, implicando o

uso de cercas para evitar a passagem de animais de grande porte nos taludes e na crista, e o controle ou impedimento da passagem de veículos na crista da barragem, estas medidas evitam deformações, recalques, buracos e afundamentos no barramento.

A partir da análise dos fatos expostos, também é possível afirmar que as barragens que possuem fundação de aluvião, geram mais anomalias que os barramentos que dispõem fundações de solo residual ou de solo compacto, pois além delas apresentarem um número menor de anomalias no estudo, respectivamente 7 e 9 de um total de 12 anomalias analisadas, esses tipos de fundações são compostas de solos mais coesos, compactos e com um índice de vazios inferior, o que acarreta em uma necessidade menor de cuidados específicos em comparação com as fundações de aluvião, e que conseqüentemente influencia na ocorrência de um número de anomalias inferior nas fundações de solo residual ou de solo compacto.

Além disso, também foi realizada uma correlação entre os tipos de fundações e o ano de conclusão da construção do barramento (idade), ilustrado pelo gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 - Tipos de fundação de acordo com a idade dos barramentos.



Fonte: Autores, 2021.

Por meio da análise do gráfico 2 é possível afirmar que as barragens localizadas na região da bacia do Rio Itaúnas, que possuem fundação de solo

residual, eram mais utilizadas no período de 1991 a 2001, enquanto as fundações de aluvião passaram a ser mais utilizadas a partir de 2005.

Esse fato pode ser relacionado diretamente com o crescimento do agronegócio no Espírito Santo com o passar dos anos, principalmente na região norte, onde localizam-se as barragens estudadas, demandando a construção de mais barragens para suprir o consumo hídrico local, usufruído principalmente para irrigação, dessedentação animal e piscicultura.

Desse modo, principalmente devido a facilidade de construção, acesso ao material e baixo custo, um maior número de barragens foram criadas de maneira irregular na região rural do norte do estado nos últimos anos, utilizando nas fundações o material com maior disponibilidade do local, com processo construtivo simples, e com menor valor, que nesse caso é o aluvião.

Sendo assim, esses fatores tornam-se um problema pois a forma de construção, o material utilizado na fundação, juntamente com a falta de estrutura, acompanhamento técnico e fiscalização adequada dessas obras, originam anomalias que suscitam o risco de acidentes envolvendo barramentos na região.

Outrossim, foi efetuada também, uma correlação entre a idade dos barramentos e as anomalias encontradas. Porém, através dessa análise, não foram observadas analogias diretas entre esses parâmetros.

Em seguida, foi executada uma apuração, expressa em porcentagem, das anomalias presentes em cada barragem, descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Total de barragens que apresentaram anomalias.

<b>Anomalias</b>	<b>Total de barragens que apresentaram essas anomalias</b>
Deformações; recalques; buracos; trincas; afundamentos;	36%
Erosões;	32%
Vegetação excessiva e/ou de grande porte	92%
Falha ou falta de cobertura vegetal	64%
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	52%
Percolação, infiltração ou surgência de água	20%
Monge sem passarela de acesso adequada	80%
Vertedouro obstruído	28%
Não possui vertedouro/extravasor	36%

Não possui monge	52%
Presença de vegetação aquática, árvores e arbustos no reservatório	44%
Nível do reservatório próximo a crista com pouca folga de borda livre	16%

Fonte: Autores, 2021

Por meio da análise dos dados da tabela 3, é possível afirmar que a presença de vegetação excessiva e/ou de grande porte foi a anomalia mais ocorrente nas barragens, estando presente em 92% das barragens analisadas. Esse tipo de anomalia é uma consequência direta da falta de procedimentos de manutenção da estrutura, e pode causar uma série de danos ao barramento, pois além de dificultar a realização de inspeção visual e o acesso ao empreendimento, os arbustos podem abrigar animais roedores e insetos, e as raízes de árvores podem criar caminhos para passagem de água, provocando percolação e piping, que também são patologias causadas pelas tocas de animais e perfurações de insetos.

Com isso, ainda pode-se destacar a falta de passarela adequada de acesso ao monge (dispositivo de saída de vazão mínima no reservatório), e a falha ou falta de cobertura vegetal, encontrada principalmente nos taludes, como anomalias que também apresentaram porcentagens significativas de recorrência entre as barragens selecionadas, manifestadas, respectivamente, em 80% e 64% do barramentos estudados. A primeira sendo consequência da falta de informação e de apoio técnico adequado, e a segunda decorrente desses fatores juntamente com a falta de manutenção correta da barragem.

A falta de passarela de acesso ao monge, além de dificultar o alcance da estrutura em dias de chuva intensa, pode também impedir a inspeção e desobstrução da estrutura, principalmente em uma situação de emergência, podendo ocasionar o galgamento do barramento. Já a falha ou falta de cobertura vegetal deixa a barragem sujeita a processos erosivos, geralmente causados pela ação da água da chuva, e quando presente no talude de jusante pode ocasionar carregamento de solo para dentro do reservatório, gerando erosões, obstruções e até mesmo colapso da estrutura. O ideal é manter nos taludes e ombreiras apenas a vegetação rasteira, preferencialmente gramínea.

Portanto, pode-se concluir por meio das análises e correlações efetuadas no estudo, que a maior parte das barragens de terra homogênea localizadas na região

rural da bacia do Rio Itaúnas foram construídas de maneira simples, utilizando o material mais barato e com a maior disponibilidade do local, com o emprego de poucas estruturas específicas que auxiliam o funcionamento e a preservação do barramento, sem dispor de apoio técnico adequado, e a falta deste, afetou diretamente a condição física e estrutural das barragens, pois os empreendedores não obtiveram o direcionamento adequado para construção e realização de manutenção periódica correta da estrutura, o que acarretou em uma maior incidência de anomalias, conseqüentemente aumentando a possibilidade de acidentes na região.

## **5. CONCLUSÃO**

As barragens são construções muito comuns, utilizadas no meio rural, principalmente para o armazenamento de água, sendo necessárias para suprir a alta demanda hídrica do agronegócio. Entretanto, essas estruturas, em caso de acidentes, podem causar danos potenciais para o meio em seu entorno, sendo necessário ter apoio técnico adequado e realizar vistorias periódicas para manter a segurança.

Através do estudo determinou-se que a fundação de aluvião foi utilizada na maior parte das barragens analisadas, presente em 62% dos barramentos, principalmente em virtude da viabilidade de custo, facilidade de construção e acesso ao material. Além disso, esse tipo de fundação também se mostrou mais suscetível a anomalias, pois as barragens com esse tipo de fundação apresentaram todas as 12 anomalias verificadas neste estudo.

Também foi efetuada uma correlação entre a idade dos barramentos e as anomalias encontradas, porém não foi possível encontrar uma relação direta entre esses dois parâmetros. Além disso, foi possível constatar também, através da análise realizada, que as anomalias mais recorrentes encontradas nas barragens, foram a presença de vegetação excessiva e/ou de grande porte, presente em 92% das barragens analisadas, a falta de passarela de acesso ao monge (dispositivo de saída de vazão mínima no reservatório) com 80% de ocorrência, e a falta ou falha de cobertura vegetal expressa em 64% dos barramentos.

Ao final da realização do estudo, foi possível concluir que a possível causa principal das patologias em pequenas barragens de acumulação de água está

intimamente ligada a falta de apoio técnico adequado aos empreendedores e principalmente a falta de manutenção adequada da estrutura.

O estudo possibilitou conhecer e diagnosticar as reais condições das barragens estudadas em relação a segurança e patologias, através de um acompanhamento atual da situação das estruturas e dos riscos que elas apresentam. Com base nos resultados obtidos, considera-se que a realização de vistorias e inspeções nas barragens são muito importantes, pois a eficiência na gestão da barragem prolonga sua vida útil, ao preservar o bom estado das estruturas, e com isso, diminuir a chance de ocorrência de danos.

Trabalhos futuros poderão ser realizados a partir do levantamento de dados em campo, podendo contrapor as informações fornecidas pela AGERH, e relacionando os valores encontrados, com as anomalias e as características dimensionais dos barramentos. Além disso, outra oportunidade para aprimoramento desta pesquisa, é executar uma análise das anomalias e características de um outro universo de barragens, presentes em regiões diferentes, comparando com os resultados obtidos neste estudo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Ricardo Rossato. Dimensionamento e acompanhamento executivo de uma barragem de terra para irrigação: um estudo de caso. Orientador: M. Sc. Jaelson Budny. 2015. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2015. Disponível em: <[encurtador.com.br/ekAE1](http://encurtador.com.br/ekAE1)> Acesso em: 31 out. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). Cartilha de Segurança de Barragens. 2020. 28p. Disponível em: <[https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens\\_Agerh.pdf](https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens_Agerh.pdf)>. Acesso em 20 set. 2021.

AGUIAR, Daniel Prenda de Oliveira et al. Contribuição ao estudo do índice de segurança de barragens – ISB. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 360-368, abr./jun. 2015. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/157/b157490568045e9865623db2927a7df8\\_1af5d1d5a1cb03e1cda36b1704bb0f0c.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/157/b157490568045e9865623db2927a7df8_1af5d1d5a1cb03e1cda36b1704bb0f0c.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682 – Estabilidade de taludes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS: Uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Disponível em: <[http://www.atlasdasaguas.ufv.br/exemplos\\_aplicativos/roteiro\\_dimensionamento\\_barragens.html](http://www.atlasdasaguas.ufv.br/exemplos_aplicativos/roteiro_dimensionamento_barragens.html)>. Acesso em: 26 set. de 2021.

BARBOSA, et al. Diagnóstico e execução de ações corretivas em barragem de terra: Estudo de caso da barragem Poleiros em Barra de Santa Rosa-PB. 2020.11p. Disponível em:

<<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/4103/1435>>.

Acesso em: 26 set. de 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Resolução ANA nº 742 de 17 de outubro de 2011. Estabelece a periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares de barragem, conforme art. 9º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 out. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens: Guia Prático de Pequenas Barragens. Brasília, 2016. 120 p. v.8. Disponível em:

<[http://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=124735&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=68804&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0](http://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=124735&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=68804&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0)> . Acesso em: 21 fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2010.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília, 2002. 148 p. Disponível em:

<<https://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/inspecao/ManualdeSegurancaelnspecaodeBarragens.pdf>> . Acesso em: 21 fev. 2021.

BERTULUCI, Fernanda Barbosa. Análise das condições de percolação em barragem de terra a partir do método geofísico da eletrorresistividade.

Orientador: César Augusto Moreira. 2020. 70 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2020. Disponível em: <[encurtador.com.br/dDOX3](http://encurtador.com.br/dDOX3)>. Acesso em: 16 maio 2021.

CAPUTO, Homero Pinto. 1987. Mecânica dos solos e suas aplicações. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987. v. 3.

CARVALHO, Jacinto de Assunção. Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 153p.

COSTA, Walter Duarte. Geologia de barragens. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 352 p.

FILHO, Marcos de Ávila Pimenta. Análise da erosão interna de solos em barragens com base na distribuição de vazios. Orientador: Terezinha de Jesus Espósito. 2013. 124f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em:

<[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9E5H5B/1/geotecniatransportes\\_marcosavilapimentafilho\\_dissertacao.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9E5H5B/1/geotecniatransportes_marcosavilapimentafilho_dissertacao.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2021.

GAMELEIRA, Emmanuel Lira; AMARAL, Filipe Naasson da Silva. Análise do maciço de uma barragem de terra com filtro. Orientador: Maria Danúbia Teixeira Silva. 2018. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2018. Disponível em: <[encurtador.com.br/syNU7](http://encurtador.com.br/syNU7)>. Acesso em: 16 set. 2021.

GOMES, Matheus de Oliveira; TEIXEIRA, Rafael Lemos. Análise e desenvolvimento de projeto construtivo de uma pequena barragem de terra no Córrego da Cava – Morrinhos/GO, com foco na segurança. Orientador: Arlam Carneiro Silva Júnior. 2017. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/126/3/tcc\\_Matheus%20Gomes\\_Rafael%20Teixeira.pdf](https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/126/3/tcc_Matheus%20Gomes_Rafael%20Teixeira.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2021.

MARANGON, Marcio. Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra. Barragens de Terra e Enrocamento, Cap 5, 2004.

MASSAD, Faíçal. Obras de Terra: Curso Básico de Geotecnia. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216p.

MEDEIROS, Carlos Henrique de AC. Curso de Segurança de Barragens 2020. Disponível em: <<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2179>>. Acesso 19 set. 2021.

SALINAS, João Vitor. Estudo dos processos construtivos e das patologias de açudes e barragens geotécnicas de pequeno porte. Orientador: Wilber Chambi Tapahuasco. 2017. 87 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/1985/1/Jo%c3%a3o%20Vitor%20Salinas%20-%202017.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2021.

SANTOS, Wesley Artur Mariz. Estudo das condições gerais da barragem de Itansno município de Caicó / RN. Orientador: Marcilene Vieira da Nóbrega. 2019. 58 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Campus Angicos, Angicos, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.ufrsa.edu.br/bitstream/prefix/2386/2/WesleyAMS\\_MONO.pdf](https://repositorio.ufrsa.edu.br/bitstream/prefix/2386/2/WesleyAMS_MONO.pdf)> . Acesso em: 08 maio 2021.

STEPHENS, Tim. Manual sobre pequenas barragens de terra: Guia para a localização, projecto e construção. 2011. 120p. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/ba0081o/ba0081o.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2021.

TANUS, Henrique Moraes. Importância da Inspeção na Prevenção de Falhas em Barragens: Estudo de Caso. Orientador: Jorge dos Santos. 2018. 103 p. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023356.pdf>>.

TIMBÓ, Rafael Delmiro Rodrigues. Aplicação da Lei de Segurança de Barragem - Estudo de caso da barragem Cigana 01, Amajari - Roraima. Orientador: Silvestre Lopes da Nóbrega. 2018. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018. Disponível em: <[https://ufrr.br/engcivil/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=203:tcc-rafael-timbo-2017-2&id=28:tcc-2017&Itemid=336](https://ufrr.br/engcivil/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=203:tcc-rafael-timbo-2017-2&id=28:tcc-2017&Itemid=336)>.

World Commission On Dams (WCD), Dams and Development. A new framework for decision making, Report of the World Commission on Dams, Earthcan, Londres, GB, 2001.

ZUFFO, Monica Soares Resio. Metodologia para avaliação da segurança de barragens. Orientadora: Ana Inés Borri Genovez. 2005. 192 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=464734>>.

## **ANÁLISE DE IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM ADEQUAÇÕES DE SEGURANÇA (NR-12)**

Gabriel Bissoli Lorenzutti, Julio Domingos Neto, Matheus Scalfoni<sup>1</sup>,  
Cecília Montibeller Oliveira, Otávio Gaigher Simões e Marllon Fraga Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Eng. Civil, Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental – Docente Multivix - Serra

### **RESUMO**

O processo de redução e mitigação de riscos ocupacionais de máquinas e equipamentos industriais, para atendimento à obrigatoriedade da Norma Regulamentadora 12 e as demais normas técnicas vigentes, é visto de forma negativa pelas empresas brasileiras devido ao impacto na capacidade produtiva do equipamento, com redução de produtividade. Nesse sentido, este trabalho propõe uma análise aprofundada do processo de adequação à NR-12 de equipamentos industriais, para mapear as variáveis críticas em cada etapa, de forma a propor um fluxograma otimizado que reduza os riscos ocupacionais, melhorando o bem-estar dos colaboradores, com o menor impacto possível na produção. Acrescenta-se que, com a aplicação da metodologia proposta em projetos reais, foi possível observar redução dos impactos negativos, contribuindo para uma visão positiva destas adequações, e ainda o mais importante, atender aos requisitos da NR-12.

Palavras-chave: NR-12. Segurança. Adequação. Produtividade. Fluxograma.

### **1. INTRODUÇÃO**

No atual cenário industrial, há cada vez mais exigências para que as empresas adotem melhorias em seus ambientes de trabalho buscando proporcionar aos seus trabalhadores, condições de trabalho que não os exponham a ambientes ou equipamentos com situações perigosas. O Brasil, que infelizmente se destaca de forma negativa ocupando a quarta posição na classificação mundial de países com acidentes fatais de trabalho nos últimos anos (MAGNUS, 2021), registrou somente no ano de 2022, de acordo com o Anuário Estatístico da Previdência Social (Ministério do trabalho e Emprego, 2023) um total de 612.920 acidentes. Destaca-se como um dos principais causadores destes eventos, o trabalho com máquinas e equipamentos industriais.

A Norma Regulamentadora NR-12 (ENIT, 2022), que foi publicada pelo Governo Federal em 1978 e passou por constantes revisões até o texto atual,

auxilia os empregadores brasileiros na prevenção de acidentes do trabalho estabelecendo os requisitos mínimos obrigatórios de segurança a serem adotados em máquinas e equipamentos, cuja implementação será denominado neste trabalho como “processo de redução e mitigação de riscos”. Este processo é aplicável a todas as máquinas e equipamentos em operação no Brasil, independente do seu ano de fabricação (com exceção dos equipamentos listados no item 12.1.4 da NR-12, devendo as empresas brasileiras adequarem seus maquinários para atendimento à legislação vigente, evitando assim penalidades financeiras ou interdições de operações por auditores fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego. Para cada equipamento, deve ser conduzido um estudo preliminar por um profissional legalmente habilitado que indicará a necessidade de implantação de sistemas de segurança, como por exemplo, instalação de proteções fixas (enclausuramento da zona de perigo) e sensores de segurança (para parada do equipamento em caso de acesso à zona perigosa). Essa implantação de sistemas de segurança pode exigir a alteração de estruturas da máquina ou de procedimentos de trabalhos já em vigor no ambiente de trabalho, gerando assim, uma perspectiva negativa por parte das empresas de que este processo pode impactar negativamente na capacidade produtiva do equipamento.

Nesse contexto, este trabalho propõe uma análise aprofundada de processos de redução de riscos de equipamentos industriais de uma empresa de grande porte, do setor de Manufatura, no estado do Espírito Santo, para identificação das variáveis críticas que mais impactaram na produtividade, permitindo assim, o desenvolvimento de uma metodologia otimizada para reduzir os impactos na capacidade produtiva, e ainda o mais importante, reduzir os riscos de segurança dos trabalhadores. A análise das variáveis irá utilizar dados qualitativos e quantitativos coletados em campo por meio de um formulário desenvolvido pelos autores e da cronometragem de tempo de processo dos equipamentos que sofreram intervenção, antes e depois do projeto de redução de riscos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

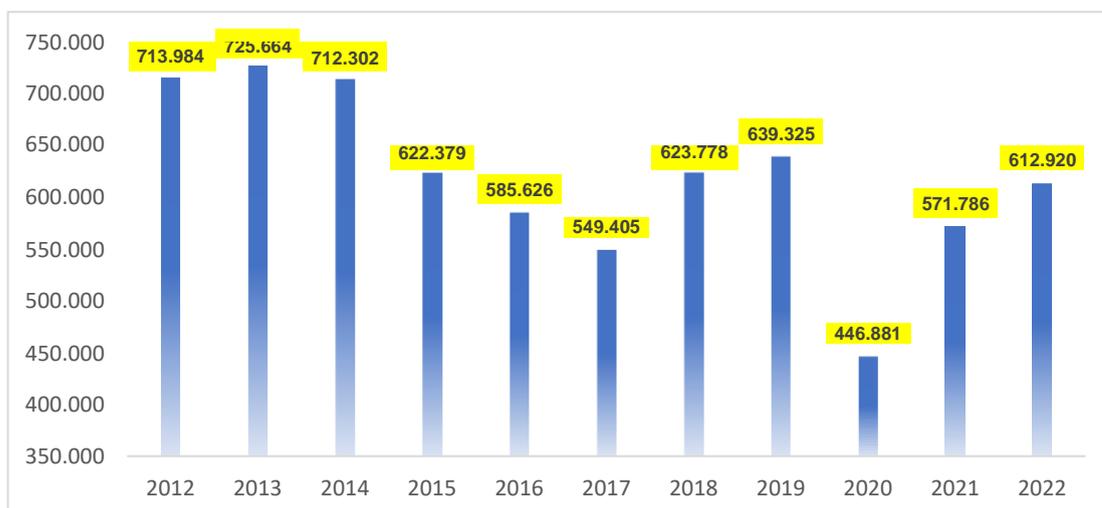
### **2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO**

A Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas

adotadas visando proteger a integridade e a capacidade de trabalho de um colaborador, evitando doenças ocupacionais e acidentes do trabalho (UFRB, 2024).

O acidente do trabalho é todo evento não desejado ou planejado que resulta em uma lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução (permanente ou temporária) da capacidade para o trabalho, que ocorre pelo exercício laboral a serviço da empresa (BRASIL, Lei nº 6.367/1976). No Brasil, os números de acidentes do trabalho são alarmantes, sendo a média de um acidente a cada 51 segundos no período entre 2012 e 2022 (GLOBO, 2024). Neste mesmo período, já foram mais de R\$150 bilhões gastos com afastamentos acidentários.

**Figura 1** Número de registros de acidentes do trabalho por ano (2012 a 2022)



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego (2023)

## 2.2 NORMAS VIGENTES PARA O PROCESSO DE REDUÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

O processo de redução e mitigação de riscos em máquinas e equipamentos precisa de um embasamento legal sólido para que haja um direcionamento aos empregadores quanto ao que se faz necessário implementar em uma máquina ou equipamento para que não haja exposição dos colaboradores a riscos ocupacionais. No Brasil, este embasamento é encontrado nas Normas Regulamentadoras e Normas Técnicas.

As normas regulamentadoras, também conhecidas pela abreviação NR, estão em vigor no Brasil desde 08 de junho de 1978, através da portaria 3.214 e

visam estabelecer condições de trabalho adequadas para garantir a segurança e saúde do trabalhador no ambiente de trabalho (SILVA, 2019). Ao todo, existem atualmente no Brasil 38 Normas Regulamentadoras (ENIT, 2022), cuja gestão é de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego do Governo Federal, sendo que a NR-12 é a específica que trata sobre Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

De acordo com Camisassa (2000), a Norma Regulamentadora NR 12 visa a segurança e integridade física do trabalhador, estabelecendo requisitos mínimos para o trabalho seguro em máquinas operatrizes. Conforme o texto previsto no item 12.1.1 da norma, ela tem como função o estabelecimento de requisitos mínimos para a prevenção de acidentes nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos (ENIT, 2022).

Atualmente, a NR-12 possui 156 itens em seu corpo principal e 12 anexos que abordam requisitos específicos para diferentes tipos de equipamentos.

Outro grupo de normas que precisam ser estudadas e consultadas são as Normas Técnicas elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que têm como objetivo estabelecer especificações, regulamentar e padronizar vários aspectos relacionados a processos, serviços e pesquisas. Existem normas técnicas setoriais para diferentes setores da economia, incluindo segurança do trabalho, construção civil, saúde, energia, meio ambiente, entre outros.

As principais normas ABNT NBR relacionadas à segurança de máquinas e equipamentos, que devem ser utilizados nos processos de redução de riscos incluem:

- ABNT NBR ISO 12100:2013 – Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Avaliação e redução de riscos.
- ABNT NBR 14153:2022 – Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Classificação por categorias de segurança.
- ABNT NBR ISO 13849-1:2019 – Segurança de máquinas - Partes do sistema de comando relacionadas à segurança - Parte 1: Princípios gerais de projeto.

### 2.3 APRECIÇÃO DE RISCO

De acordo com a ABNT NBR ISO 12100:2013, uma “apreciação de risco é um processo composto por uma série de etapas que permite, de forma sistemática, analisar e avaliar os riscos associados à máquina”. Trata-se de um processo essencial para garantir a segurança de colaboradores que realizam suas atividades laborais em máquinas e equipamentos.

Este processo deve ser elaborado baseado em um estudo aprofundado dos perigos de um equipamento, sejam eles mecânicos, elétricos, térmicos, ergonômicos, entre outros, para que seja evitado a ocorrência de danos por falta de reconhecimento dos perigos.

Além de identificar os riscos ocupacionais, conforme previsto pela ABNT NBR 12100:2013, é necessário a estimativa do risco (utilizando metodologias previstas pela ABNT ISO/TR14121-2:2018) para estabelecer quais são os perigos que possuem maior potencial de gerar danos aos operadores com base na frequência de exposição, probabilidade de ocorrência e número de pessoas expostas. Essa estimativa do risco serve como um dado para especificar a prioridade dos perigos em que se deve buscar a redução dos riscos.

Todos os perigos significantes identificados pela apreciação de risco serão tratados pelos demais profissionais envolvidos no processo de redução de riscos de segurança da máquina. Deverão ser adotadas medidas de controle como por exemplo, a instalação de proteções fixas (corretamente dimensionadas pelas normas técnicas vigentes) e proteções móveis com monitoramento por sensores de segurança (que interrompem o funcionamento da máquina ao serem abertas), além de medidas administrativas tais como sinalizações ou treinamentos específicos.

O processo de apreciação de risco em um equipamento deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar para que seja possível identificar o maior número de riscos possíveis. Além disto, com o envolvimento de várias áreas que possam ter interação com o equipamento, é possível mapear com maior assertividade os impactos da implantação de um sistema de segurança, adotando assim, medidas alternativas para atender a legislação e não prejudicar a operação dos colaboradores.

## 2.4 CRONOANÁLISE

Segundo Navarro e Rocha (2014), a Cronoanálise é uma técnica utilizada para medição de tempo. É realizado um estudo para encontrar o tempo ideal de execução de uma atividade em um posto de trabalho. De acordo com (BARNES, 1977), uma operação a ser estudada é dividida em elementos e cada um desses elementos é cronometrado para se chegar ao cálculo de quanto tempo um trabalhador completa seu trabalho sem nenhuma desinteligência (BARBOSA et al., 2017).

Segundo (CAMPOS, 2013), a aplicação da cronoanálise tem diversos resultados positivos, como por exemplo: aperfeiçoamento de métodos de produção, haja vista que é possível descobrir a forma mais rápida e eficiente de executar determinada tarefa; redução do custo produtivo graças à eliminação de quaisquer atividades que não agregam valor nos postos de trabalho; Melhora a segurança ocupacional ao identificar movimentos que gerem fadiga; e aumento da qualidade pois com a cronoanálise é necessário manter as características padronizadas do produto para satisfazer as expectativas dos clientes.

## 2.5 MAPA DE PROCESSOS

Segundo TEIXEIRA (2013), o mapeamento de processos é uma ferramenta de extrema importância para as organizações que desejam melhorar ou implantar novos processos, tornando-se um assunto de grande importância para a Engenharia de Produção.

Ainda de acordo com TEIXEIRA (2013), esta ferramenta realiza uma análise estruturada de um processo permitindo melhor entendimento das variáveis críticas e eliminação ou simplificação dos processos que necessitam de mudanças.

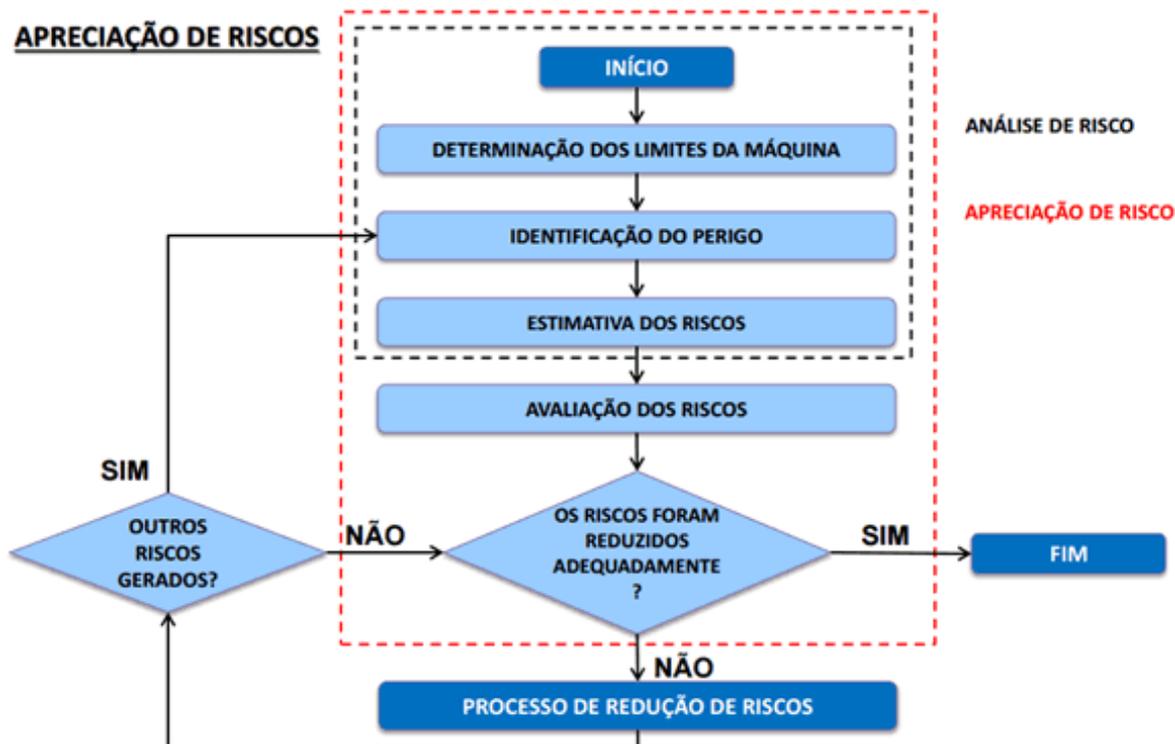
Já para VILLELA (2000), o mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que tem a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos. A correta utilização desta metodologia permite a redução nas falhas de integração entre sistemas, possibilita uma melhor compreensão dos processos atuais e elimina ou simplifica aqueles que necessitam de mudanças.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental realizada em uma empresa de grande porte, do setor de Manufatura, localizada no norte do estado do Espírito Santo, com o propósito de avaliar quais variáveis de um processo de redução e mitigação de riscos que mais geram impactos negativos na produtividade (capacidade de produzir peças por hora, tempo de preparação (*setup*) e intervenção de manutenções) dos equipamentos industriais. A empresa possui 2.812 colaboradores, com mais de mil equipamentos produtivos em sua planta fabril.

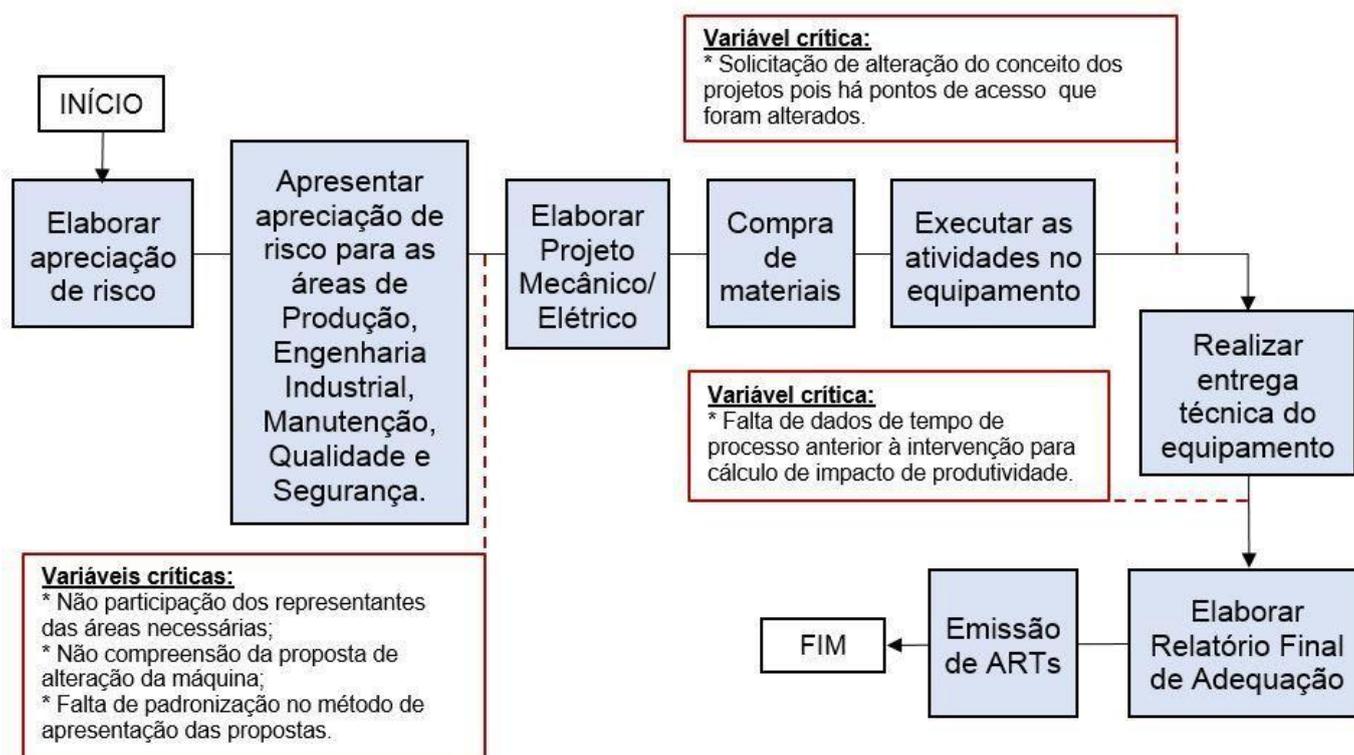
Na empresa em questão, há um setor dedicado exclusivamente para a adequação de máquinas à NR-12, tendo em seu corpo técnico profissionais que exercem as seguintes funções: Analistas de Projetos, Técnicos de Projeto, Projetistas (Mecânicos e Elétricos), Eletricistas, Mecânicos e Caldeireiros. É esta equipe que estuda quais são os pontos perigosos de uma máquina, elabora o documento denominado “Apreciação de Risco” e adota as medidas necessárias (ex: proteções, sensores, procedimentos) para reduzir os riscos que os trabalhadores ficam expostos, seguindo o fluxograma estabelecido pela ABNT NBR ISO 12100:2013 (Figura 1).

**Figura 2** Fluxograma de “Apreciação de Risco” conforme a ABNT NBR 12100:2013



O processo de redução de riscos é dividido em várias etapas e demanda o envolvimento de vários profissionais de diferentes áreas e funções. Tanta extensão no processo gera inúmeras variações que podem resultar em impactos negativos para o projeto. Buscando minimizar os possíveis impactos negativos na produtividade oriundos do processo de redução de riscos, o grupo de trabalho escolheu um projeto de adequação que supostamente gerou redução de capacidade produtiva e aumento do tempo de preparação. Para este projeto, foi elaborado um mapa de processo (Figura 3) para entender quais foram as variáveis críticas que mais impactaram negativamente no desempenho do equipamento

**Figura 3** Mapa de processo para identificação das variáveis críticas do processo de redução de risco de uma máquina.

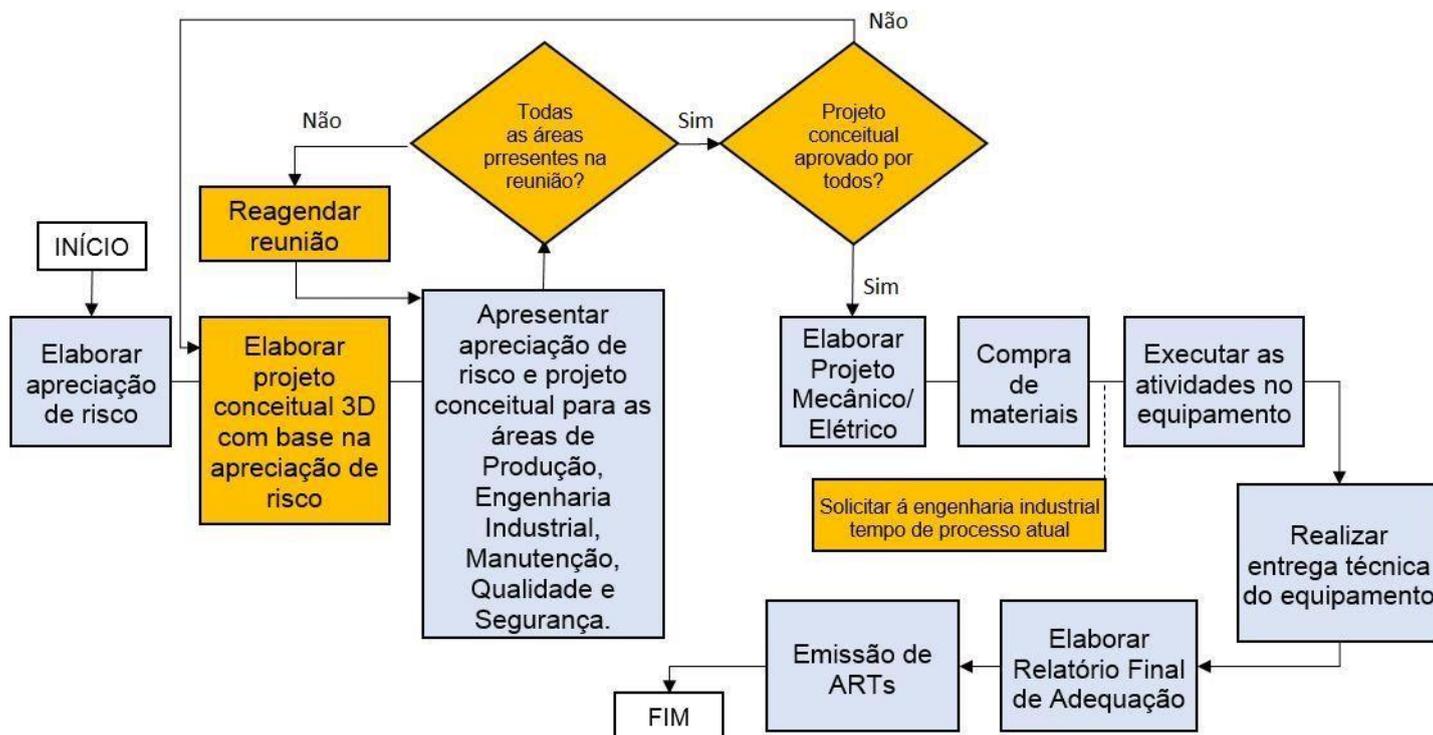


Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

Com base no mapa de processo, foi possível evidenciar que as variáveis críticas que impactaram, ou que possam ter impactado, na produtividade dos equipamentos industriais foram: A não participação dos representantes das áreas de produção na reunião em que foi discutido as mudanças a serem realizadas no equipamento; Não compreensão da proposta de alteração da máquina visto que não foi apresentado nenhum croqui ou projeto conceitual; Falta de registro dos assuntos acordados em reunião da apresentação da

apreciação de risco; Solicitação de alteração do conceito do projeto pela área de produção, após a execução, informando de forma retardada a necessidade de acesso em áreas que foram enclausurados; e a falta de dados de tempo de processo anterior à intervenção para cálculo de impacto de produtividade, a fim de validar se houve mesmo impacto negativo na produtividade.

**Figura 4** Fluxo do processo de redução de risco otimizado com inclusão de etapas (em laranja) para tratativas das variáveis críticas.



Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

No fluxo otimizado, é obrigatória a participação de pelo menos um representante de cada área para estar ciente das modificações a serem feitas no equipamento, sendo registrado a presença e alinhamentos através de ata de reunião que é arquivada pela equipe de projetos. Além disso, em cada reunião com as diversas áreas será apresentado um projeto conceitual em 3D, elaborado pelo projetista mecânica utilizando o software *SolidWork*, para garantir o entendimento do que está sendo proposto no processo de redução de riscos, melhorando a comunicação entre as áreas. Caso algum aspecto do projeto não seja aprovado, será feita uma revisão que posteriormente será apresentada às áreas em outro encontro. No caso de aprovação, é dada continuidade do fluxo com a compra dos materiais.

Com o envolvimento de todas as áreas e registros dos alinhamentos, a tendência é que se reduza as solicitações de alteração do projeto. Adicionalmente, será necessário a solicitação do tempo de processo do equipamento antes do projeto de redução de riscos para que seja possível a comparação com a situação futura.

Após o término da otimização do fluxo, como forma de validar o processo, a metodologia foi adotada pela equipe de projetos e aplicada em 71 equipamentos. Um questionário foi elaborado pelos autores, com uso de software *Excel*, e aplicado de forma presencial aos colaboradores que tenham interação com os equipamentos entre o período de 17/04/2024 à 17/05/2024, totalizando 31 dias. O formulário foi aplicado nos três turnos de trabalho da empresa. Os colaboradores que participaram da pesquisa são das áreas de Produção, Manutenção, Engenharia Industrial e Qualidade. O questionário (Figura 5), aplicado em caráter qualitativo e de forma anônima, tinha como objetivo entender a percepção dos colaboradores quanto ao impacto gerado com o processo de redução de riscos nos equipamentos. Os colaboradores foram questionados quanto a cinco aspectos de produtividade e segurança que deveriam avaliar se não houve impacto, se houve pouco impacto, se houve impacto ou se o processo de redução de risco impactou muito a produtividade.

**Figura 5** Questionário qualitativo para avaliar impacto na produtividade dos equipamentos industriais.

	Não impactou	Pouco impacto	Impactou	Impactou muito
Capacidade produtiva (Peças por hora)				
Manutenção (quantidade, tempo)				
Percepção de Nível de Segurança				
Tempo de preparação (setup)				
Índice de acidentes				

Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

De forma complementar ao processo de validação do fluxo otimizado, foi realizada também a comparação entre o tempo de processo antes e após a intervenção do processo de redução de riscos. Foi realizada uma medição da capacidade produtiva de cada equipamento utilizando a metodologia de cronoanálise, com o objetivo de gerar dados quantitativos que sustentem a análise sobre a existência de impacto negativo na produtividade do equipamento.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos resultados obtidos com este trabalho, os dados coletados foram tabulados em uma planilha eletrônica com o uso do *software* Microsoft Excel. A tabela 1 apresenta os resultados do questionário aplicado.

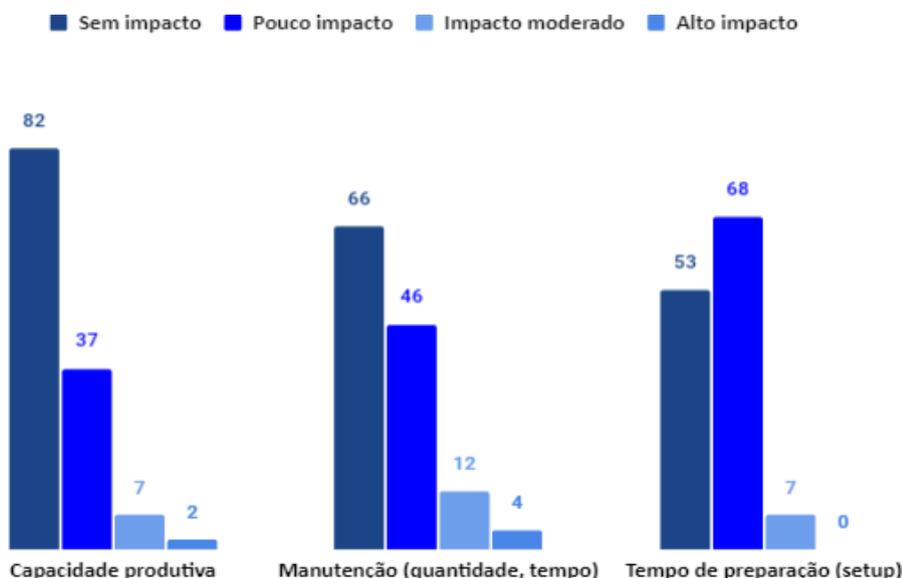
**Tabela 1** Resultado de dados qualitativos coletados através de formulário.

	Sem impacto	Pouco impacto	Impacto moderado	Alto impacto
Capacidade produtiva (diminuiu produção de peças/hora)	82	37	7	2
Manutenção (aumentou frequência e tempo)	66	46	12	4
Tempo de preparação (aumentou tempo de <i>setup</i> )	53	68	7	0
Índice de acidentes (diminuiu ocorrências de acidentes)	0	1	6	121
Percepção do nível de segurança (diminuiu os riscos dos equipamentos)	0	11	5	112

Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

A análise dos resultados obtidos será realizada com base na representação gráfica dos dados, nas Figuras 6 e 7.

**Figura 6** Dados qualitativos de percepção dos colaboradores do impacto na produtividade com os processos de redução de riscos.



Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

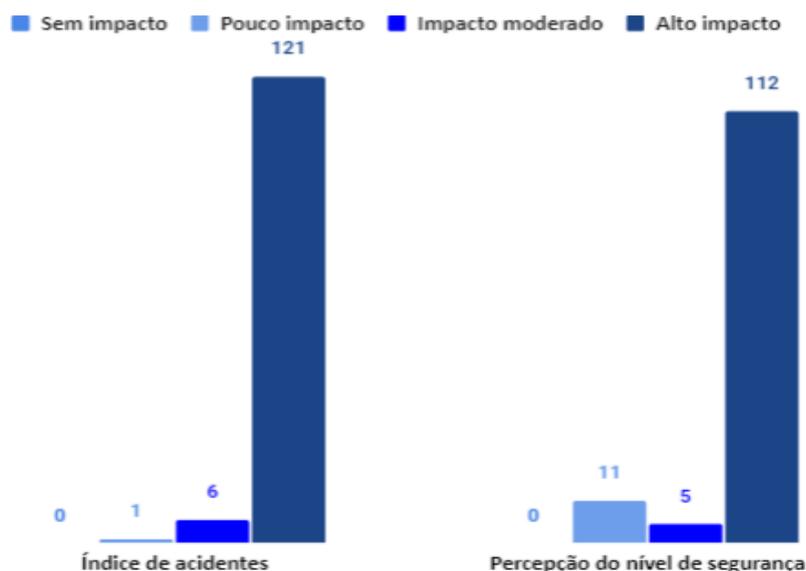
Com base no gráfico, observou-se que a grande maioria dos colaboradores relatou que não houve impacto negativo na capacidade produtiva (82; 64%),

enquanto outra parte significativa acredita que houve pouco impacto (37; 29%). Apenas uma pequena parcela dos colaboradores entrevistados afirmou que houve impacto significativo na capacidade produtiva dos equipamentos que foram submetidos ao processo de redução de riscos para atendimento à Norma Regulamentadora 12 (9; 7%).

Na avaliação do impacto de Manutenção dos equipamentos, os dados mostram que a maioria dos colaboradores (66; 52%) também acham que as adequações não geraram impactos negativos quando a frequência ou tempo de máquina parada para manutenções. Evidenciou-se ainda que uma pequena parte (46; 36%) dos entrevistados informou que houve pouco impacto nas manutenções, enquanto outro grupo de operários relatou que houve sim impacto negativo significativo (16; 12%).

Os dados relativos à percepção de impacto no tempo de preparação (*setup*) dos equipamentos mostram que a grande maioria (68; 53%) informou que houve sim impacto negativo, embora tenha sido pouco. Uma outra parcela de colaboradores (53; 41%) informou que não houve impacto no tempo de preparação, enquanto a minoria (7; 6%) informou que os impactos foram significativos.

**Figura 7** Percepção de impacto dos colaboradores quanto a redução de riscos nos equipamentos submetidos ao processo de redução de riscos.



Fonte: produzido pelos autores (2024)

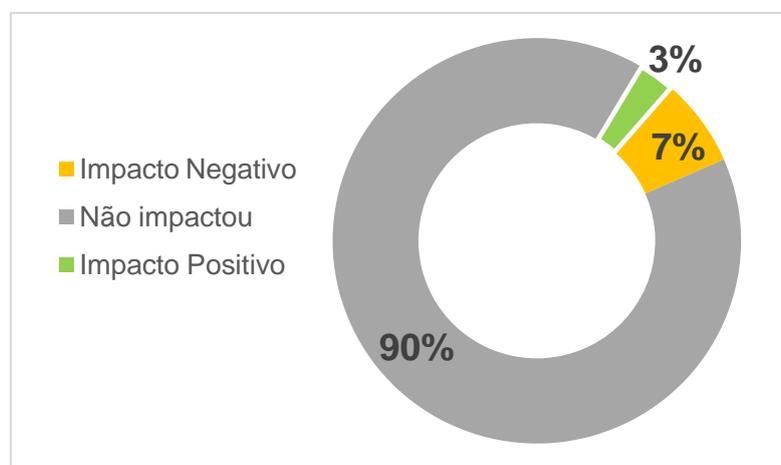
Diferente dos outros quesitos sendo avaliados, a avaliação de impacto do “Índice de acidentes” e “Percepção do nível de segurança” dos operadores é inversa aos outros quesitos, ou seja, quanto maior o impacto relatado pelos operadores, melhor o resultado. Na percepção dos colaboradores quanto ao índice de acidentes (redução de ocorrência) a grande maioria (121; 95%) relatou que o processo de redução de risco agregou muito na redução de acidentes. Ou seja, os acidentes que podem ocorrer oriundos da operação do equipamento diminuiriam. Uma pequena parte (6; 4%) respondeu que houve impacto moderado enquanto apenas 1 colaborador (1%) relatou ter percebido pouco impacto na redução de ocorrência de acidentes.

Por fim, as respostas dos colaboradores quanto ao impacto na percepção do nível de segurança mostram que a grande maioria (112; 88%) percebeu um alto impacto na redução de riscos, se sentindo mais seguro em seus postos de trabalho. Uma outra pequena parte (5; 4%) informou que percebeu um impacto moderado na redução de riscos enquanto outra parcela (11; 8%) relatou que o impacto quanto a percepção do nível de segurança foi pouca.

#### DADOS QUANTITATIVOS – CRONOANÁLISE

Para a análise quantitativa do impacto na produtividade dos equipamentos industriais submetidos ao processo de redução de riscos, foram comparados os tempos de processo e capacidade produtiva (antes e depois) dos 71 equipamentos no qual o novo fluxo otimizado foi aplicado. Os dados, que estão dispostos no Anexo I deste trabalho, foram representados pela Figura 8.

**Figura 8** Capacidade produtiva de equipamentos impactadas com as adequações de NR-12.



Fonte: produzido pelos autores deste trabalho (2024)

Observa-se na figura acima que a grande maioria dos equipamentos não tiveram impacto na capacidade produtiva (64; 90%) após a implementação dos sistemas de segurança para redução dos riscos do equipamento. Entretanto, uma pequena parte dos equipamentos (5; 7%) registraram impactos negativos na capacidade produtiva, sendo que a maior variação identificada foi de 10,02% do Equipamento 6 (Anexo I). Há também equipamentos que registraram impactos positivos (2; 3%) na utilização do novo fluxo otimizado de redução de riscos, sendo que a maior variação ocorreu no Equipamento 61 (Anexo I) com um aumento de 33% na capacidade produtiva, após a instalação de um alimentador de peças automático (com o intuito de eliminar a exposição do operador à zona de perigo).

Esses números reforçam os benefícios em se utilizar o novo fluxo otimizado apresentado neste trabalho.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base no trabalho que fora desenvolvido, conclui-se que os objetivos propostos por este estudo foram alcançados. Com o mapeamento do processo de redução de riscos que era aplicado anteriormente na empresa onde o trabalho foi realizado, foi possível analisar, de forma aprofundada, quais eram as variáveis que estavam gerando maior redução de produtividade dos equipamentos industriais após as adequações em atendimento à NR-12. O novo fluxo otimizado desenvolvido tratou todas essas variáveis críticas, melhorando o envolvimento de todas as áreas, desde o início do projeto de adequação, que poderiam ser impactos em suas atividades laborais. Além disto, as apresentações dos projetos conceituadas em modelagem 3D nas reuniões de alinhamento para a validação do trabalho mostrou-se eficaz na minimização dos impactos negativos na produção, permitindo melhores debates e observações.

Os dados coletados neste trabalho (qualitativos e quantitativos) reforçam que o fluxo otimizado melhorou significativamente a segurança do parque fabril, com uma redução notável nos índices de acidentes e uma maior percepção de segurança entre os trabalhadores. Além disto, mostraram ainda que na maioria dos projetos de redução de riscos em que o fluxo otimizado é empregado, não há impactos significativos na capacidade produtiva, respondendo assim a

hipótese deste presente trabalho. Adicionalmente, foi possível evidenciar que houveram projetos em que para a redução do risco do equipamento foi necessário alterar o método de trabalho, como por exemplo instalando novos periféricos, gerando assim um aumento na capacidade produtiva.

A partir deste trabalho, novos estudos podem ser realizados no fluxo do processo de redução de riscos para identificar outras variáveis que possam otimizar os resultados, como por exemplo a implementação de novas tecnologias emergentes que reduzam riscos e não interfiram na capacidade produtiva dos equipamentos industriais.

Sendo assim, este estudo comprova que é possível realizar o atendimento dos requisitos de segurança previsto nas normas vigentes, melhorando a condição de trabalho dos colaboradores, sem comprometer a eficiência operacional. O novo fluxo desenvolvido para este processo agrega ainda mais valor positivo às adequações de segurança, mostrando que é possível conciliar sim, a segurança do trabalho com produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12100: Segurança de Máquinas – Princípios Gerais de Projeto – Avaliação de Riscos, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14153: Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Classificação por categorias de segurança, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 13849: Segurança de máquinas - Partes do sistema de comando relacionadas à segurança, 2013.

BRASIL. Lei nº 6.367. Lei sobre seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de Outubro de 1976. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6367.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6367.htm)> Acesso em: 06 jun 2024.

BARBOSA, S.; CAVALVANTE, B.; SILVA, F.; NEGRÃO, L.; SANTOS, L. Estudos de tempos: análise da capacidade produtiva da operação da produção de picolés. Revista Latino Americana de Inovação e Engenharia de Produção, Belém (PA), v. 5, n. 8, p. 56-76, 2017. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/ESTUDOS-DE-TEMPOS%3A-AN%C3%81LISE-DA-CAPACIDADE-PRODUTIVA-Barbosa-Cavalcante/dc2470be254a8f84504afd9167a4e44088c99742>> Acesso em: 12 nov. 2023.

BARNES, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. Editora Blucher, 1977.

CAMPOS, P. C. Padronização de tempos e métodos nas atividades de classificação, empacotamento e armazenagem na cooperativa de cidadania e meio ambiente. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2013.

CAMISASSA, M. Q. Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. Grupo Gen-Editora Método Ltda, 2000.

ENIT – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. Segurança e saúde no trabalho – Normalização. NR - 12 Segurança no Trabalho de Máquinas e Equipamentos (2022). Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2023.

GARCIA, Lucas Carvalho. CRONOANÁLISE PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DO SETOR. 2022.

GLOBO. Uma pessoa morre a cada 3 horas vítima de acidente de trabalho no Brasil, 2024. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/especial-publicitario/soc/noticia/2024/03/26/uma-pessoa-morre-a-cada-3-horas-vitima-de-acidente-de-trabalho-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 01/05/2024.

MAGNUS, Vinícius. ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS COM BASE NA NR 12, UM ESTUDO DE CASO EM UMA METALÚRGICA, 2021. UNISINOS. Disponível em: <<http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/11720/Vin%C3%A9cius%20Magnus.pdf?sequence=1>> Acesso em: 13 nov 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Anuário Estatístico da Previdência Social 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/arquivos/onlinte-aeaps-2021-/secao-iv-2013-acidentes-do-trabalho>> Acesso em: 01 Abril 2024.

NAVARRO, A.; ROCHA, J.. A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, v. 9, 2014, Viçosa (MG). Disponível em <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20073/2/FB\\_CEEP\\_I\\_2020\\_16.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20073/2/FB_CEEP_I_2020_16.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2023

SILVA, Gabriele Antunes da. Aplicação de ferramentas de cronoanálise visando aumento da produtividade em uma fábrica: um estudo de caso. 2022. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_345\\_1772\\_40076.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_345_1772_40076.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2023

SILVA, Dione Carlos Soares da. Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo. 2019. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1921>> Acesso em: 11 nov. 2023

TEIXEIRA, Ana Luisa Alves. Mapeamento de Processos: teoria e caso ilustrativo. 2013. Disponível em <[https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio\\_resumo2013/relatorios\\_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf](https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2013/relatorios_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf)> Acesso em: 12 Nov. 2023

UFRB. O que é Segurança do Trabalho? Disponível em: <<https://www.ufrb.edu.br/progep/index.php/avaliacao-de-desempenho/42>. Acesso em 14/05/2024> Acesso em: 14 mai 2024

VILLELA, Cristiane da Silva Santos. Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2000.

### ANEXO I – DADOS QUANTITATIVOS – CRONOANÁLISE

EQUIPAMENTO	MODELO	ANO FAB	CAPACIDADE (ANTES)	CAPACIDADE (DEPOIS)	HOUVE IMPACTO ?
EQUIPAMENTO 01	-	2016	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 02	-	2002	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 03	PK1N1F	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 04	PK1N1F	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 05	-	2005	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 06	-	2005	359 pcs/h	323 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 07	-	2005	359 pcs/h	341 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 08	EU-30	1990	333 pcs/h	333 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 09	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 10	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 11	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 12	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 13	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 14	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 15	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 16	M05122-N01	2017	350 pcs/h	350 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 17	ZBT8216-1	2010	359 pcs/h	377 pcs/h	Sim - Pos.
EQUIPAMENTO 18	340-1800072-11	2018	300 pcs/h	300 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 19	R-0609	1995	1 barra/vez	1 barra/vez	Não
EQUIPAMENTO 20	GOP32X50	1994	1 barra/vez	1 barra/vez	Não
EQUIPAMENTO 21	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não

EQUIPAMENTO 22	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 23	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 24	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 25	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 26	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 27	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 28	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 29	Tipo G	2006	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 30	Tipo G	2008	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 31	Tipo G	2011	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 32	M05415N01	2018	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 33	M-2163	1998	120 ciclos/h	120 ciclos/h	Não
EQUIPAMENTO 34	QTN150-300	1992	120 ciclos/h	120 ciclos/h	Não
EQUIPAMENTO 35	M-0937	1977	153/pcs h	153/h	Não
EQUIPAMENTO 36	GII+	2018	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 37	GII+	2019	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 38	NOR-10	2023	7200 pcs/dia	7200 pcs/dia	Não
EQUIPAMENTO 39	CLX450	2023	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 40	P350	2021	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 41	M05272N01	2017	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 42	M05272	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 43	ET-1	2021	523 pcs/h	523 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 44	ET-1	2021	489 pcs/h	489 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 45	-	2023	400 pcs/dia	400 pcs/dia	Não
EQUIPAMENTO 46	M05275N01	2017	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 47	-	2017	327 pc/h	327 pc/h	Não
EQUIPAMENTO 48	-	2018	327 pc/h	327 pc/h	Não
EQUIPAMENTO 49	-	2015	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 50	BOSS 338-44LL	2018	218 barra/h	218 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 51	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 52	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 53	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 54	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 55	M05403	2021	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 56	M-04574	2018	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 57	E100-CNC	1999	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 58	S-20	1994	1 pc/vez	1 pc/vez	Não

EQUIPAMENTO 59	RC8052MSP	1984	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 60	MICROMA 2-E	1998	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 61	TL-7/E-60	2010	7200 pcs/dia	9600 pcs/dia	Sim - Pos.
EQUIPAMENTO 62	SMT-SC160	2022	136/pcs h	136/h	Não
EQUIPAMENTO 63	EU-130	2011	118/pcs h	118/pcs h	Não
EQUIPAMENTO 64	EUK 4-130	2001	239/pcs h	223/pcs h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 65	-	2016	359 pcs/h	344 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 66	M-0937	1979	101 pcs/h	101 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 67	15797690	2021	375/pcs/h	375/pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 68	M-2530	1996	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 69	RWE 2/A-130	2004	312 pcs/h	312 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 70	942	2010	523 pcs/h	491 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 71	M-0937	1987	102 pcs/h	102 pcs/h	Não

## ANÁLISE DE RISCOS E GESTÃO DE QUALIDADE NO AMBIENTE DE PRODUÇÃO

Kamila Vieira de Souza Sathler, Joanna Poloni Mauricio de Souza, Victor Gladston Monteiro Sathler<sup>1</sup>, Rogério Gonçalves Sarmento Junior<sup>2</sup>, Michelle Oliveira Menezes Moreira<sup>2</sup> e Guilherme Rainho Melhorim<sup>2</sup>

1 – Acadêmico do curso de Engenharia de Produção na Faculdade Multivix.

2 – Orientador – Docente Multivix

### RESUMO

A gestão eficaz de riscos e a qualidade na produção são elementos substanciais para o sucesso e a competitividade das organizações no contexto da engenharia de produção. A análise de riscos permite identificar e avaliar os potenciais fatores que podem afetar negativamente as operações, enquanto a gestão de qualidade busca assegurar que os produtos ou serviços atendam aos padrões estabelecidos. Neste sentido, este estudo buscou analisar, através de uma revisão bibliográfica, a efetividade da análise de riscos e da gestão de qualidade no ambiente de produção, examinando as estratégias adotadas pelas organizações para identificar e gerenciar os riscos associados às atividades industriais. Os estudos revisados destacam a importância da inovação tecnológica, a sinergia entre gestão da qualidade e gestão da inovação, além da aplicação prática de metodologias como Lean Six Sigma e ferramentas como o ciclo PDCA, análise SWOT, Framework Scrum e a Bow-Tie, na gestão de riscos e qualidade. Os resultados da pesquisa indicam que a implementação efetiva da análise de riscos e da gestão de qualidade contribui significativamente para a redução de erros, a melhoria da qualidade dos produtos ou serviços e a satisfação dos clientes. Além disso, essas práticas podem aumentar a eficiência operacional, reduzir custos e promover a inovação, resultando em ganhos para a organização a longo prazo.

**Palavras-chave:** análise de riscos, gestão de qualidade, produção, eficiência operacional.

### 1. INTRODUÇÃO

A análise de risco é uma abordagem que visa identificar e avaliar os fatores que podem impactar negativamente o sucesso de um negócio. Ao examinar essas informações, é possível identificar os riscos que uma organização enfrenta e estimar a probabilidade de ocorrência dessas ameaças. Através dessa análise, é possível classificar e comparar os impactos dos riscos, tanto financeiros quanto organizacionais. Ao ter acesso a essas informações, é possível buscar maneiras eficazes de gerenciá-las. Isso pode incluir a escolha de evitar o risco, compartilhá-lo ou aceitá-lo, desde que sejam tomadas medidas para reduzir seu impacto (GAITHER et al, 2022).

A escolha do tema "Análise de riscos e gestão de qualidade em um ambiente de produção" é justificada pela relevância que a gestão de riscos tem para as organizações e sua conexão direta com o desempenho e a eficiência operacional. Segundo Lizardo e Ribeiro (2020) em um ambiente de produção, onde a complexidade e os desafios são constantes, é essencial identificar e gerenciar os riscos associados às atividades industriais.

A análise de riscos exerce um papel fundamental nesse contexto, permitindo que a empresa identifique e avalie os potenciais fatores de risco que podem afetar negativamente suas operações. Essa análise envolve a identificação dos riscos, a estimativa de sua probabilidade de ocorrência e a avaliação do impacto que podem causar. Com base nessas informações, a organização pode tomar medidas proativas para evitar, mitigar ou transferir os riscos, buscando minimizar danos e prejuízos (SOARES.; CÂMARA.; SOUZA, 2023).

A gestão de qualidade também é um aspecto fundamental em um ambiente de produção. Ela busca assegurar que os produtos ou serviços atendam aos padrões e requisitos estabelecidos, garantindo a satisfação do cliente e a conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis. Uma gestão de qualidade eficaz envolve a definição de processos robustos, a implementação de controles e a adoção de práticas de melhoria contínua (JUNIOR; LIMA; STOCO, 2020).

De acordo com Soares, Câmara e Souza (2023) a gestão de qualidade é amplamente reconhecida como um elemento importante para o sucesso no setor industrial, afetando diretamente a satisfação do cliente. Desta forma, melhorias na qualidade do produto levam a maior satisfação do cliente, o que é essencial para a retenção e lealdade do cliente. A partir disso, questiona-se: Como a implementação de um sistema de gestão de qualidade influencia a satisfação do cliente e a retenção no setor de produção industrial?

Para Lima *et al* (2019) a análise de riscos é fundamental para identificar potenciais falhas no processo de produção, o que pode levar a melhorias significativas na eficiência operacional. Com isso, investigar a eficácia desses métodos permitirá uma compreensão melhor de como as práticas preventivas podem ser otimizadas. Neste viés, este problema investigará a aplicabilidade desses conceitos em um contexto de produção atual.

A hipótese deste estudo é que a implementação efetiva da análise de riscos e da gestão de qualidade em um ambiente de produção tem um impacto positivo significativo na segurança, eficiência e excelência operacional das organizações. Acredita-se que a identificação e mitigação dos riscos, juntamente com a adoção de práticas de gestão de qualidade, resultam em redução de acidentes de trabalho, melhoria nos processos produtivos, aumento da qualidade dos produtos e maior satisfação dos clientes. Além disso, espera-se que a gestão adequada dos riscos e a busca contínua pela excelência operacional contribuam para a competitividade das organizações no mercado.

Diante o exposto, o estudo busca analisar a efetividade da análise de riscos e da gestão de qualidade em um ambiente de produção. Foram examinadas as práticas adotadas pelas organizações para identificar e avaliar os riscos associados às atividades industriais, bem como as estratégias de gestão de qualidade implementadas para garantir a conformidade com os

padrões e requisitos estabelecidos.

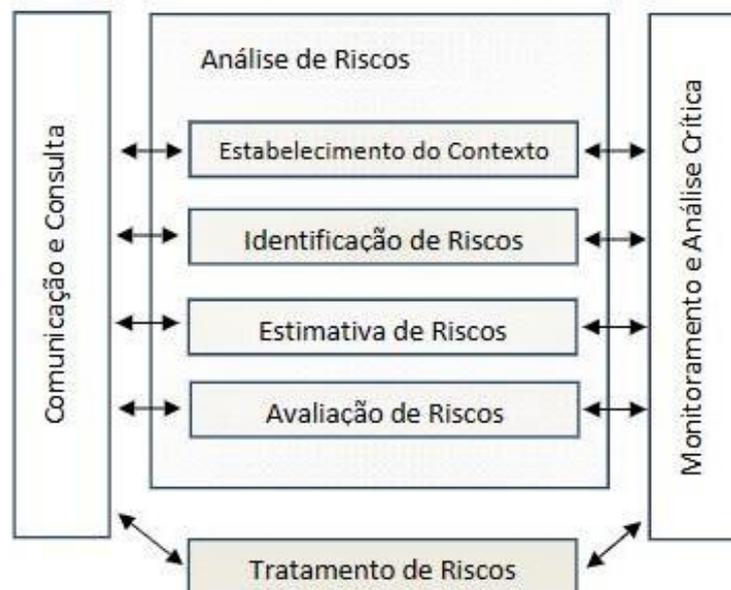
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CICLO DE GESTÃO DE RISCOS

Existem várias ferramentas que podem servir como guias eficazes para a análise de riscos, porém, em muitos casos, é importante que o especialista tenha consciência de que pode ser necessário utilizar informações analisadas em diferentes ferramentas para tomar decisões mais precisas. Em qualquer campo de atuação, é fundamental lembrar que nem tudo ocorrerá exatamente como planejado. Todos os negócios envolvem riscos, sejam eles internos aos processos da organização ou provenientes de fatores externos. Portanto, é essencial realizar uma boa gestão de riscos para garantir resultados mais favoráveis a médio e longo prazo (GAITHER et al, 2022).

O ciclo da Gestão de Riscos é composto por cinco fases: Estabelecimento do Contexto, Identificação de Riscos, Estimativa de Riscos, Avaliação de Riscos e Tratamento de Riscos. Além disso, há dois processos adicionais: "Comunicação e Consulta" e "Monitoramento e Análise Crítica". Por outro lado, o ciclo da Análise de Riscos não inclui a etapa de Tratamento de Risco, uma vez que essa responsabilidade é atribuída à Gestão de Riscos. Isso ocorre porque a função dos setores de Inteligência é fornecer assessoria e não executar ações (OTTONICAR et al, 2019).

**Figura 1** – Ciclo de Gestão de Riscos.



Fonte: ANDRADE, 2017.

Embora o analista precise percorrer todas as etapas do Processo de Gestão para elaborar um relatório de Análise de Riscos, é possível voltar a etapas anteriores a qualquer momento

para realizar ajustes ou retroalimentá-las. É importante ressaltar que a ISO 31000 possui uma abordagem genérica e pode ser aplicada a qualquer escopo e contexto, sendo adaptável a diferentes tipos de organizações. Portanto, é possível personalizá-la com base no estabelecimento do sistema a ser tratado (LIZARDO; RIBEIRO, 2020).

A estrutura apresentada não tem a intenção de prescrever um sistema de gestão específico, mas sim auxiliar a organização na integração do ciclo de gestão de riscos ao seu sistema de gerenciamento global. Portanto, é recomendado que a organização adapte os componentes dessa estrutura de acordo com suas necessidades específicas (GONÇALVES; ROSA; KERN, 2023).

Assim, a figura acima é uma adaptação do processo de Gestão de Riscos extraída da ISO 31000, sugerida para a atividade de Inteligência de Segurança Pública devido à natureza específica dessa atividade (ANDRADE, 2017).

A modificação realizada no processo de Gestão de Riscos inclui a etapa "Estabelecimento do Contexto" na fase de Análise de Riscos. Essa adaptação permite que o setor de Inteligência desenvolva o processo, aproveitando seu conhecimento específico nessa área (FERNANDES; MATSUOKA; COSTA, 2018).

O objetivo é delinear os caminhos a serem seguidos e apresentar princípios e diretrizes genéricas para a Gestão de Riscos em diferentes áreas de atuação, especialmente na atividade de Inteligência de segurança pública. É importante considerar que essa estrutura não é fixa e pode ser modificada, pois pode ser aplicada a uma ampla gama de atividades (JUNIOR; LIMA; STOCO, 2020).

Além disso, cada organização ou sistema analisado possui necessidades específicas, e os critérios para análise e tratamento de riscos devem ser aplicados individualmente. No entanto, o processo descrito aqui, ao apresentar uma estrutura sistemática e lógica, auxiliará na preparação de uma estrutura adaptada a uma organização específica. Portanto, as ferramentas utilizadas para avaliar os riscos devem ser escolhidas de acordo com a realidade de cada sistema avaliado (LIZARDO; RIBEIRO, 2020).

A norma ISO/IEC 31010 fornece uma tabela que indica a aplicabilidade das ferramentas de análise de riscos, classificando-as como aplicáveis, não aplicáveis ou fortemente aplicáveis. Durante o processo de gestão, é necessário considerar continuamente dois aspectos: "Comunicação e Consulta" e "Monitoramento e Análise Crítica". Esses aspectos não são etapas do processo, mas procedimentos que permeiam e sustentam as demais fases, tornando o processo cíclico e contínuo (JUNIOR; LIMA; STOCO, 2020).

Esses dois aspectos atuam de forma importante no ciclo contínuo de gestão de riscos, permitindo que a organização adapte suas abordagens e ações de acordo com as mudanças

internas e externas. Ao integrar a comunicação, consulta, monitoramento e análise crítica em todas as fases do processo de gestão de riscos, as organizações podem melhorar a segurança, eficiência e excelência operacional, garantindo uma abordagem proativa e responsiva aos riscos (NETO; TAVARES; HOFFMANN, 2019).

É essencial ser minucioso ao realizar uma análise de risco, para ter plena consciência de todos os impactos relacionados aos custos, ética e segurança das pessoas. As ferramentas de análise de risco auxiliam na tomada de decisões para mitigar esses riscos e evitar contratempos dentro da organização. Essas ferramentas permitem avaliar qualitativa e quantitativamente as possibilidades e gravidade do risco, preparando melhor os gestores e evitando impactos nas pessoas, processos e demais aspectos da empresa (BAZZO, 2017).

Dessa forma, é possível manter o controle dos processos e assegurar a rentabilidade ao longo do tempo. É comum que os colaboradores cometam pequenos erros em seu trabalho diário, porém, é importante buscar formas de reduzir sua frequência, principalmente os erros mais graves. Para isso, é necessário compreender os fatores que levam a esses erros e adotar medidas para preveni-los antecipadamente (CARVALHO, 2015).

## 2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE QUALIDADE

A análise da efetividade da gestão de riscos e da gestão de qualidade em um ambiente de produção permite à organização avaliar se suas estratégias e práticas estão realmente reduzindo os riscos e melhorando a qualidade dos produtos ou serviços. Essa análise pode revelar lacunas nos processos, identificar áreas de melhoria e orientar a tomada de decisões para maximizar a eficiência operacional e a segurança. Por meio dessa análise, a empresa pode identificar possíveis falhas nos processos de produção, mitigar riscos potenciais, melhorar a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos e, conseqüentemente, aumentar a satisfação dos clientes (GAITHER et al, 2022).

Uma boa gestão de riscos contribui significativamente para reduzir a probabilidade de ocorrerem erros ao longo do caminho. A longo prazo, isso também resulta em desempenhos mais positivos e consistentes, mesmo diante de crises eventuais. É importante ressaltar que uma análise de risco eficaz não deve ser superficial ou baseada em suposições. Sem uma metodologia adequada para analisar as informações, é provável que as tentativas de gerenciar riscos não apresentem resultados satisfatórios (OTTONICAR et al, 2019).

A função de produção em uma organização consiste na reunião de recursos necessários para a produção de bens e serviços. Todas as organizações possuem uma função de produção, pois estão envolvidas na produção de algum tipo de bem e/ou serviço. No entanto, nem todas as organizações se referem a essa função especificamente como "função de produção"

(GONÇALVES; ROSA; KERN, 2023).

Embora a função de produção seja fundamental para a organização, uma vez que produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, ela não é a única e nem sempre a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com responsabilidades específicas. Essas funções estão relacionadas à função de produção por meio de objetivos organizacionais comuns (DAFT, 2014).

De acordo com Fernandes, Matsuoka e Costa (2018), embora diferentes organizações possam ter estruturas organizacionais e funções específicas, as principais funções de uma organização, além da função de produção, são:

- A função de marketing;
- A função contábil-financeira;
- A função de desenvolvimento de produtos/serviços.
- A função de recursos humanos;
- A função de compras.

Essas funções, juntamente com as mencionadas anteriormente (marketing, contábil-financeira e desenvolvimento de produtos/serviços), trabalham em conjunto para garantir o bom funcionamento e o alcance dos objetivos organizacionais (LIZARDO; RIBEIRO, 2020).

Para qualquer organização que busca longevidade e sucesso, a contribuição da função produção é essencial, pois confere à organização uma "vantagem baseada em produção". Os responsáveis pela função produção têm responsabilidades que abrangem todas as atividades da organização relacionadas à produção eficaz de bens e serviços. Eles possuem tanto responsabilidades diretas, relacionadas especificamente à produção, quanto responsabilidades indiretas, relacionadas às demais áreas da empresa. Entre as responsabilidades diretas estão (LIMA et al, 2019):

- Compreender os objetivos estratégicos da produção, ou seja, saber quais são os objetivos que se busca alcançar;
- Desenvolver uma estratégia de produção, estabelecendo princípios que orientem as decisões em direção aos objetivos de longo prazo da organização.
- Elaborar projetos de produtos, serviços e processos de produção, definindo suas características físicas e composição;
- Planejar e controlar a produção, decidindo como utilizar da melhor forma os recursos de produção para garantir a execução do planejado;
- Melhorar o desempenho da produção, buscando constantemente maneiras de aprimorar os processos.

Entre as responsabilidades indiretas estão (NETO; TAVARES; HOFFMANN, 2019):

- Informar outras áreas da organização sobre as oportunidades e restrições relacionadas à capacidade instalada da produção;
- Discutir com as demais áreas possíveis modificações nos planos de produção e em outros planos da organização, visando o benefício geral;
- Incentivar as demais áreas a fornecer sugestões para que a função produção possa prestar melhores "serviços" a essas áreas;

O objetivo principal da função produção é utilizar eficientemente os recursos disponíveis para produzir bens e serviços que satisfaçam os clientes. Além disso, busca-se ser criativo, inovador e ágil na introdução de novas e aprimoradas formas de produção, proporcionando à organização uma vantagem competitiva e meios de sobrevivência a longo prazo. Em resumo, o objetivo é gerar ganhos para a organização. Essa função atua com um papel substancial em qualquer negócio, pois é responsável pela produção dos bens ou serviços da organização e possui uma relação direta com as demais áreas da empresa (LIMA et al, 2019).

Ao alinhar eficiência, qualidade, inovação e agilidade, a função produção contribui para a criação de valor para os clientes e a geração de ganhos para a organização. A introdução de novas tecnologias, a busca por processos mais eficientes e a capacidade de antecipar tendências e necessidades dos clientes são aspectos essenciais para a sobrevivência e sucesso das organizações. A agilidade na introdução de melhorias e na resposta às demandas do mercado é fundamental para manter a competitividade. Uma produção eficiente e eficaz permite a entrega de produtos de alta qualidade, dentro dos prazos estabelecidos e com custos controlados, garantindo a satisfação dos clientes e a competitividade no mercado (DAFT, 2014).

Segundo Soares, Câmara e Souza (2023) a excelência operacional não se restringe apenas à eficiência dos processos produtivos, mas também engloba a eficácia com que esses processos são gerenciados para atender ou superar as expectativas dos clientes. Portanto, as práticas de gestão de qualidade não são apenas um conjunto de procedimentos técnicos, mas uma filosofia que permeia todos os níveis da organização, alinhando os objetivos da produção com os valores e a missão da empresa.

### 2.3 ESTABELECIMENTO DO CONTEXTO DE PRODUÇÃO

A etapa inicial do processo é o "Estabelecimento do Contexto", na qual é realizado um diagnóstico inicial do sistema a ser analisado. O objetivo dessa etapa é fornecer suporte para a próxima etapa, a "Identificação de Riscos", por meio de técnicas que identifiquem ameaças e vulnerabilidades que possam colocar em risco os ativos da organização. Para isso, é necessário realizar um mapeamento detalhado do ambiente externo e interno do sistema analisado. O

contexto externo refere-se à relação da organização com a comunidade, o país, a legislação, a estrutura econômica e política, levando em consideração fatores-chave e tendências que impactam os objetivos da organização, além das relações com as partes interessadas externas. Já o contexto interno abrange o ambiente interno da organização, incluindo sua missão, cultura, processos, estrutura e estratégia. Nessa análise, são identificadas as vulnerabilidades às quais a organização está sujeita (MIRANDA; SANTOS; ALMEIDA, 2019).

Um aspecto fundamental na etapa inicial do processo é a identificação dos ativos institucionais, incluindo elementos tangíveis, como aspectos físicos, pessoal, materiais, projetos, planos, políticas e estratégias, bem como ativos intangíveis, como imagem, reputação, marca, patente e propriedade intelectual. Esses ativos são essenciais para avaliar os riscos, pois sua integridade pode ser afetada. O processo de identificação pode ser realizado de forma simples, por meio de checklists, ou de maneira mais detalhada, envolvendo um inventário de equipamentos, revisão de documentos legais, entre outros (LIMA et al, 2019).

Nessa etapa, o analista de riscos deve elaborar uma apreciação com base na identificação dos ativos, ameaças e vulnerabilidades. Essa apreciação é resultado de raciocínios elaborados pelo profissional de Inteligência e expressa o estado de opinião sobre fatos ou situações passadas e/ou presentes. É importante que o analista tenha em mente a finalidade do conhecimento e sua delimitação, a fim de atender ao objetivo da Análise de Riscos. É recomendado levantar antecedentes estatísticos, colher opiniões e necessidades das partes interessadas e dos especialistas, e, quando aplicável, fazer prognósticos sobre as potenciais consequências que possam afetar os ativos a serem protegidos (DAFT, 2014).

Além disso, é indicado utilizar ferramentas auxiliares no processo de "Estabelecimento do Contexto", como brainstorming, entrevista estruturada e checklist. O brainstorming envolve a conversação em grupo para identificar modos potenciais de falha, perigos e riscos associados à área estudada. A entrevista estruturada consiste em questionar individualmente os entrevistados com um conjunto de questões elaboradas para obter diferentes perspectivas e identificar riscos e ativos a serem protegidos. O checklist é uma lista detalhada e padronizada de perigos, riscos ou falhas de controle desenvolvida a partir de uma avaliação de riscos anterior ou de falhas passadas (MIRANDA; SANTOS; ALMEIDA, 2019).

Ao final dessa etapa e do mapeamento realizado, espera-se ter estabelecido o contexto por meio de um diagnóstico. Nesse momento, é recomendada a implementação da análise SWOT<sup>1</sup>, que visa coletar dados importantes sobre os ambientes externos e internos, identificando de forma resumida os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças.

**Figura 2** – Matriz SWOT em Gestão de Riscos.

SWOT		
Amb. Interno Vulnerabilidades	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Amb. Externo Ameaça	Oportunidades	Ameaças

Fonte: ANDRADE, 2017.

Essa ferramenta tem como objetivo orientar e organizar o reconhecimento de ameaças e vulnerabilidades, visando facilitar a posterior identificação de riscos. As ameaças são ações naturais e humanas, intencionais ou acidentais, que colocam em risco os ativos a serem protegidos. Elas estão sempre relacionadas a situações externas às instituições e podem causar danos ou gerar crises. Geralmente, as ameaças não são variáveis controláveis, mas em alguns casos podem ser neutralizadas ou controladas por meio de ações específicas (LIZARDO; RIBEIRO, 2020).

Existem várias variáveis e abordagens para analisar ameaças, como capacidade e acessibilidade, por exemplo. No entanto, é essencial exercer cautela ao confiar apenas em dados estatísticos, especialmente no contexto da segurança pública. O fato de um determinado risco nunca ter ocorrido ou sido relatado não significa que não possa acontecer. Por outro lado, as vulnerabilidades são características dos ativos que facilitam a concretização de ameaças. Elas representam a suscetibilidade do ativo a ataques e suas fraquezas. As vulnerabilidades ocorrem internamente na organização e são consideradas pontos fracos na matriz SWOT (LIMA et al, 2019).

Portanto, ao desenvolver uma estrutura de análise de riscos, é fundamental que o diagnóstico esteja embasado na avaliação e compreensão do ambiente interno e externo da organização. A matriz SWOT, de forma simples e resumida, permite a percepção dos fatores de influência, bem como suas ameaças e vulnerabilidades correspondentes, derivadas desse diagnóstico e servindo como base para a identificação do risco (MIRANDA; SANTOS; ALMEIDA, 2019).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa aplicada em foco destina-se a fornecer conhecimentos práticos e soluções concretas para desafios encontrados no contexto de produção, especialmente no que tange à análise de riscos e gestão de qualidade. Esta pesquisa, ao adotar uma abordagem qualitativa, procura segundo Gil (2010) explorar em profundidade os fundamentos e conceitos inerentes à gestão de riscos e qualidade, com a finalidade de alcançar um entendimento abrangente dessas áreas.

O objetivo principal deste estudo é de caráter exploratório, visando não apenas

identificar, mas também compreender as diversas teorias, conceitos e metodologias relacionados à análise de riscos e gestão de qualidade (LAKATOS.; MARCONI, 2010). Esta compreensão é necessária para o desenvolvimento de práticas melhoradas e inovações no ambiente de produção.

Para atingir tais objetivos, foi implementado um procedimento de pesquisa bibliográfica rigoroso. Gil (2010) enfatiza a importância da pesquisa bibliográfica não apenas como um suporte para o desenvolvimento do projeto, mas também como uma forma de inserção do pesquisador no diálogo acadêmico já estabelecido sobre o tema. Além disso o autor explica o procedimento bibliográfico devendo seguir os seguintes passos: o processo inicia com a definição do tema e seleção de palavras-chave, seguido por um levantamento das fontes pertinentes e atuais. Com o material em mãos, o pesquisador procede ao fichamento, que fundamenta a análise e interpretação subsequente. A crítica das fontes é vital para identificar lacunas e contradições, culminando na sistematização das informações e na redação de um referencial teórico sólido. Gil (2010) considera a pesquisa bibliográfica um processo contínuo, necessária para a integridade e o desenvolvimento do estudo científico.

A partir do exposto acima, este procedimento envolveu uma extensa revisão da literatura científica e técnica disponível, fazendo uso de bases de dados como SciELO, Web of Science e Google Scholar. Foi dada especial atenção aos estudos publicados nos últimos cinco anos, compreendendo o período de 2019 a 2023, para garantir a relevância e atualidade das informações coletadas.

Os descritores e palavras-chave que orientaram a busca por literatura incluirão termos como "análise de riscos", "gestão de qualidade", "efetividade", "satisfação do cliente", "gestão da produção" e "melhoria contínua". Essas palavras-chave buscam capturar o escopo desejado da pesquisa e assegurar que todos os estudos pertinentes sejam considerados.

Foi estabelecido como critérios de inclusão artigos publicados em periódicos com relevância no campo da gestão de qualidade, satisfação do cliente e processos de melhoria contínua. A seleção também incluiu estudos nos idiomas inglês, português e espanhol, proporcionando uma visão ampla e diversificada das pesquisas disponíveis globalmente. Os critérios de exclusão foram estudos que não se enquadrem nos critérios de inclusão, estudos que apresentem baixa qualidade metodológica e estudos que não estejam disponíveis em formato completo.

A análise dos dados recolhidos através da pesquisa bibliográfica foi conduzida utilizando técnicas de análise temática. Esta abordagem permite identificar os temas centrais, tendências e lacunas existentes na literatura sobre análise de riscos e gestão de qualidade. O rigor metodológico foi mantido em todas as fases da pesquisa, assegurando que os resultados

sejam não apenas confiáveis, mas também fundamentados cientificamente, contribuindo assim para a base de conhecimento existente e para a prática profissional no campo em questão.

Foram investigados os métodos utilizados na análise de riscos, incluindo a identificação dos potenciais fatores de risco, a avaliação de sua probabilidade de ocorrência e o impacto resultante. Além disso, foram analisadas as medidas adotadas pelas organizações para mitigar os riscos identificados, tais como a implementação de controles e ações preventivas.

No que diz respeito à gestão de qualidade, foram examinadas as práticas e políticas implementadas pelas organizações para garantir a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos. A partir disso, considera-se os processos de monitoramento e controle da qualidade, bem como as estratégias de melhoria contínua adotadas.

O estudo também abordou os indicadores de desempenho utilizados para avaliar a efetividade da análise de riscos e da gestão de qualidade. Será dada ênfase à satisfação do cliente como um indicador-chave, considerando a influência da gestão de qualidade na percepção dos clientes em relação aos produtos ou serviços fornecidos pela organização.

Ao final do estudo, foi possível obter uma compreensão mais aprofundada sobre a efetividade da análise de riscos e da gestão de qualidade em um ambiente de produção. Os resultados obtidos possibilita fornecer percepções importantes para aprimorar as práticas existentes, identificar áreas de melhoria e promover uma cultura de gestão de riscos e qualidade nas organizações.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo adiante uma síntese dos estudos que compuseram a revisão é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Distribuição dos artigos pesquisados com as variáveis de análise de revisão integrativa.

<b>Título</b>	<b>Autores/Ano</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Análise da implementação da indústria 4.0 nas gestões de qualidade e de conhecimento</b>	MOÇO; CUNHA (2020).	Realizar uma abordagem das áreas de gestão da qualidade e a gestão do conhecimento dentro do cenário evolutivo da indústria 4.0

<b>Mapeamento de processos em uma Construtora com ênfase em Gerenciamento de Projetos</b>	CARVALHO; MELLO (2020).	Mapear e criar uma sequência lógica de todas as atividades operacionais, reestruturando um novo processo para melhorar a qualidade do produto e reduzir os custos operacionais em uma construtora.
<b>O Framework Scrum como ferramenta de gestão da qualidade</b>	LAYME; MATOVANI; SOUSA (2020).	Sintetizar os conhecimentos adquiridos acerca de teorias e metodologias, no âmbito do framework ágil Scrum, em comparação à evolução da gestão da qualidade.
<b>A conexão do sistema de gestão da qualidade total (SGQ) com a gestão da inovação (GI)</b>	JAMAL; ANVERSA; CHACON (2021).	Destacar a importância do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), levando em conta a agenda pró-inovação que é emblemática na pauta da indústria brasileira.
<b>Proposta de modelo para análise de riscos em projetos Lean Six Sigma</b>	VILLELA; FRANÇA; CARREIRA; LIMA; RIBEIRO (2021)	Identificar os principais fatores de risco (FR) presentes em cada uma das fases do Roteiro DMAIC.
<b>A ferramenta Bow-tie no gerenciamento de riscos em projetos</b>	DE SOUZA; DE SOUZA (2021).	Entender se a ferramenta Bow-Tie é eficiente para a gestão de riscos em projetos.
<b>Aplicação e análise da produção enxuta e da Gestão da qualidade em uma pequena marcenaria</b>	REIS; SOUZA; FERNANDES <i>et al.</i> , (2022).	Identificar e analisar se a produção segue os princípios da produção enxuta e aplicar ferramentas de qualidade para identificar possíveis desperdícios. Essas ferramentas também auxiliam na gestão da produção, bem como no planejamento, controle e qualidade dos processos e produtos.
<b>Análise de riscos em projetos de engenharia de produção: metodologias e ferramentas</b>	CARVALHO; DE SOUZA (2023).	Apresentar as metodologias e ferramentas utilizadas na análise de riscos em projetos de engenharia de produção.

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2024.

A implementação efetiva da análise de riscos e da gestão de qualidade em um ambiente de produção tem sido objeto de estudo e interesse crescente na área da engenharia de produção. Oito artigos foram selecionados para uma pesquisa abrangente sobre esse tema, visando analisar sua efetividade e impacto nos resultados operacionais das organizações.

Os resultados do estudo conduzido por Moço e Cunha (2020) demonstram que na era da Indústria 4.0, há benefícios como aumento da produtividade, dados em tempo real, personalização de produtos e redução de custos, melhorando a efetividade empresarial, o que ressalta a importância da inovação tecnológica nesse contexto. Já Carvalho e Mello (2020) realizaram o mapeamento de processos em uma construtora, resultando na redução significativa de custos operacionais e na melhoria da qualidade do produto, evidenciando a relevância da gestão eficiente de processos.

A partir do mapeamento de processos, o estudo de Carvalho e Mello (2020) visou a redução de custos operacionais alcançando sucesso ao reduzir o consumo de filtro de manga e gaiolas em 70%, melhorando a qualidade da massa asfáltica e diminuindo insatisfações dos clientes. A mudança para gás natural reduziu as perdas de GLP, aumentando a produtividade e a rapidez na entrega. A capacidade de produção da usina aumentou de 130 t/h para 160 t/h, sem danificar os filtros de manga.

Layme, Matovani e Sousa (2020) analisou o Framework Scrum como ferramenta de gestão da qualidade, ressaltando sua sinergia com o ciclo PDCA e sua ênfase na melhoria contínua e na entrega de valor ao cliente. Observando o Scrum e o ciclo PDCA, encontraram-se semelhanças significativas. Ambos priorizam a melhoria contínua por meio de ciclos iterativos e incrementais, focando na entrega de valor e na adaptação constante. A evolução da qualidade destaca a importância das pessoas e do cliente, alinhando-se aos valores do Scrum.

Jamal, Anversa e Chacon (2021) exploraram a conexão entre o sistema de gestão da qualidade total e a gestão da inovação, evidenciando a importância de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) para fomentar a criatividade e a competitividade das organizações. Os autores destacam que empresas inovadoras geralmente possuem um SGQ bem estruturado, o que contribui para a criatividade e traz benefícios. Os resultados desta pesquisa reforçam a ideia de um alinhamento positivo entre qualidade e inovação, demonstrando uma relação bidirecional entre elas.

Um estudo específico sobre análise de riscos em projetos Lean Six Sigma (Villela *et al.*, 2021) identificou os principais fatores de risco e propôs um modelo para sua gestão, visando melhorar a eficácia desses projetos. Foram identificados 33 fatores de risco (FR) no Roteiro DMAIC, sendo 22 priorizados. O estudo utilizou a metodologia FMEA para tratar esses FR,

junto com um modelo de Plano de Ação. O modelo proposto, Roteiro DMAICRA, serve como ferramenta de diagnóstico para decisões sobre riscos em projetos LSS, melhorando sua gestão. Sugere-se também o desenvolvimento de um software baseado nesse modelo para facilitar sua aplicação prática.

A ferramenta Bow-Tie também foi investigada para gestão de riscos em projetos (DE SOUZA.; DE SOUZA, 2021), embora os resultados tenham sugerido a necessidade de mais estudos sobre sua eficácia. O estudo investigou como a ferramenta Bow-Tie se integra à gestão de riscos em projetos, constatando que ela é indicada para análise, avaliação e tratamento de riscos, conforme a ISO 31010:2012. Embora haja potencial para o uso da Bow-Tie na gestão de riscos em projetos, a pesquisa acadêmica disponível se mostrou limitada, indicando a necessidade de mais estudos sobre o tema.

A aplicação da produção enxuta e da gestão da qualidade em uma marcenaria (REIS; SOUZA; FERNANDES *et al.*, 2022) demonstrou como ferramentas como PDCA, lista de verificação e FMEA foram fundamentais para identificar desperdícios e propor melhorias, destacando a importância da melhoria contínua e da redução de custos nesse ambiente. A pesquisa realizou um estudo de caso em uma marcenaria em Franca/SP, com apoio do SEBRAE. Usando o PDCA e ferramentas como lista de verificação e FMEA, identificou-se defeitos e propôs melhorias, como gestão visual e método 5S, para reduzir desperdícios e melhorar custos. Concluiu-se que a aplicação dessas ferramentas foi fundamental para identificar falhas e propor melhorias de baixo custo, destacando a importância da produção enxuta e da redução de desperdícios para a melhoria contínua da empresa.

Por fim, Carvalho e De Souza (2023) apresentaram diversas metodologias e ferramentas para análise de riscos em projetos de engenharia de produção, enfatizando a importância de uma abordagem sistemática e abrangente para minimizar impactos negativos e garantir o sucesso dos projetos. Os resultados indicam que metodologias e ferramentas como APR, AQR, AMFE, análise SWOT e Diagrama de Ishikawa, são ideias para análise de riscos em projetos de Engenharia de Produção, além do uso de softwares especializados. Destaca-se também a importância de uma abordagem sistemática e abrangente na gestão de riscos nessa área, visando minimizar impactos negativos e garantir o sucesso dos projetos. Os profissionais devem estar familiarizados com essas metodologias e ferramentas, aplicando-as de forma adequada às características específicas de cada projeto.

Esses estudos corroboram a hipótese da pesquisa, demonstrando que a implementação efetiva da análise de riscos e da gestão de qualidade resulta em melhorias significativas na segurança, eficiência e excelência operacional das organizações. A identificação e mitigação

de riscos, aliadas à adoção de práticas de gestão de qualidade, promovem a redução de acidentes, a melhoria dos processos produtivos, o aumento da qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes, contribuindo para a competitividade das empresas no mercado.

## 5 CONCLUSÃO

Após revisar os estudos sobre análise de riscos e gestão de qualidade em um ambiente de produção, é possível concluir que a implementação eficaz dessas práticas tem um impacto significativo na segurança, eficiência e excelência operacional das organizações. A análise de riscos se faz necessária ao identificar e avaliar potenciais fatores de risco, enquanto a gestão de qualidade busca garantir que os produtos ou serviços atendam aos padrões estabelecidos.

Os estudos selecionados destacam a importância de abordagens como o ciclo de gestão de riscos, que inclui etapas como o estabelecimento do contexto, identificação, estimativa, avaliação e tratamento de riscos. Além disso, ferramentas como a matriz SWOT e o uso de metodologias como a FMEA são de fato muito importantes para uma análise abrangente e eficaz.

A gestão de qualidade também emerge como um aspecto fundamental, contribuindo para a satisfação do cliente, a melhoria dos processos produtivos e a competitividade das organizações. A aplicação de práticas como o Framework Scrum e a integração do SGQ com a gestão da inovação demonstram como a busca pela excelência operacional é essencial para o sucesso a longo prazo.

Diante tudo isso, a análise de riscos e a gestão de qualidade se mostram como elementos de grande relevância para garantir a segurança, eficiência e qualidade das operações em um ambiente de produção. A implementação efetiva dessas práticas não apenas reduz os riscos e melhora a qualidade dos produtos e serviços, mas também contribui significativamente para a competitividade e o sucesso das organizações no mercado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. S. Análise de Riscos e a Atividade de Inteligência. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 91-116, jul/dez, 2017. Disponível em: <<https://periodicoshom.pf.gov.br/index.php/RBCP/article/view/462/311>>. Acesso em: 14 set. 2023.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. **Introdução à Engenharia: Conceitos, ferramentas e comportamentos**. 4. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2017.

CARVALHO, I. A.; DE SOUZA, M. C. A. Análise de riscos em projetos de engenharia de produção: metodologias e ferramentas. **Revista Ibero - Americana de Humanidades**,

**Ciências e Educação**, São Paulo, v.9, n.11, nov, 2023. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/12641/5880>>. Acesso em: 20 abril 2024.

CARVALHO, L. F. **Análise da cultura organizacional no gerenciamento de projetos**. 2015. 166f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

CARVALHO, S.; MELLO, I. S. Mapeamento de processos em uma Construtora com ênfase em Gerenciamento de Projetos. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 18, 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/462/304>>. Acesso em: 15 abril 2024.

DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.  
DE SOUZA, J. A.; DE SOUZA, J. T. A ferramenta Bow-tie no gerenciamento de riscos em projetos. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 14, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://etech.sc.senai.br/revista-cientifica/article/view/1071/65>>. Acesso em: 19 abril 2024.

FERNANDES, C. E. N; MATSUOKA, J. V; COSTA, E. S. Avaliação do Sistema de Gestão de Qualidade utilizando o MCC – Manutenção centrada na confiabilidade na nálise de falhas da construção civil. **Revista Getec**, v. 7, n. 19, p-72-92, 2018. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/1607>>. Acesso em 20 out. 2023.

GAITHER, N et al. **Administração da produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Pioneira, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, M. V., ROSA, F. P., & KERN, A. P. **Análise da integração do planejamento e controle da produção com o sistema de gestão da qualidade**. Encontro Latino-Americano E Europeu Sobre Edificações E Comunidades Sustentáveis, 3, 191–200, 2023. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2732>>. Acesso em 14 set. 2023.

JAMAL, C. M. C.; ANVERSA, M. V. A.; CHACON, P. A. S. A conexão do sistema de gestão da qualidade total (SGQ) com a gestão da inovação (GI). **Revista S&G**, v. 16, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://revistasg.uff.br/sg/article/view/1604/1363>>. Acesso em: 18 abril 2024.

JUNIOR, M. P., LIMA, A. DE, & STOCO, W. H. Busca de Melhoria Contínua em Processo Produtivo: Aplicações das Ferramentas de Gestão da Qualidade / Search for Continuous Improvement in Productive Process: Applications of Quality Management Tools. **Brazilian Journal of Development**, 6(3), 10621–10634, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-078>>. Acesso em: 25 out. 2023.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

LAYME, L. M.; MANTOVANI, L. T. SOUSA, H. M. O Framework Scrum como ferramenta de gestão da qualidade. **Revista Campo do Saber**, v. 6, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/344>>. Acesso em: 18 abril 2024.

LIMA, R. C. F., ARAGÃO, F. S. P.; MELO, L. H., DE OLIVEIRA, J. W. F. DE SOUZA, B. E. Gestão Da Qualidade E Da Produção: Análise comparativa entre o PDCA e o DMAIC.

RACE - **Revista De Administração Do Cesmac**, 4, 147–153, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3131/race.v4i0.1036>>. Acesso em: 21 out. 2023.

LIZARDO, C., RIBEIRO, P. A importância da gestão da qualidade e aplicação das suas ferramentas na logística com vista à satisfação dos clientes. **Gestão E Desenvolvimento**, (28), 3-28, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2020.9463>>. Acesso em: 10 out. 2023.

MIRANDA, L. B. S; SANTOS, N. A; ALMEIDA, F. M. Gestão de Riscos de Contratos da Terceirização no Setor Público. **Revista Contabilidade Vista & Revista**. 30 (2), 143-170, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.22561/cvr.v30i2.4971>>. Acesso em: 24 out. 2023.

MOÇO, P. A. B.; CUNHA, P. H. B. Análise da implementação da indústria 4.0 nas gestões de qualidade e de conhecimento. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 16, 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/456/274>>. Acesso em: 18 abril 2024.

NETO, J. B. M. R; TAVARES, J; HOFFMANN, S. C. **Sistemas de gestão integrados: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde no trabalho**. Editora Senac São Paulo, 2019.

OTTONICAR, S. L. C.; PINHEIRO, S. B. R.; DAMIAN, I. P. M., TORRES, J. A gestão do conhecimento como processo fundamental para a gestão da qualidade: inter-relação que subsidia a tomada de decisão empresarial. **Liinc Em Revista**, 15(1), 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.18617/liinc.v15i1.4478>>. Acesso em: 24 out. 2023.

REIS, S. A. M.; SOUZA, G. L.; FERNANDES, G. F *et al.* Aplicação e análise da produção enxuta e da Gestão da qualidade em uma pequena marcenaria. **Revista das Engenharias, Ciências e Tecnologias**, v.4, n.1, 2022. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/creare/article/view/2544>>. Acesso em: 19 abril 2024.

SOARES, W. S. .; CÂMARA, R. A. .; SOUZA, W. C. de . Sistema de gerenciamento de qualidade: Uma abordagem para a produção eficiente. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 8, 2023. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/43006>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VILLELA, L. T.; FRANÇA, S. L. B.; CARREIRA, W.; LIMA, F. M. S. S.; RIBEIRO, A. A. Proposta de modelo para análise de riscos em projetos Lean Six Sigma. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/17759/209209214415>>. Acesso em: 19 abril 2024.

## ANÁLISE DE SPDA EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

Bruno Barros Calegari Pancotto<sup>1</sup>, Rafael Gagno Mazocco<sup>1</sup>, Adan Lucio Pereira<sup>2</sup>, Wagner Dias Casagrande<sup>2</sup> e João Marcos dos Santos Souza<sup>2</sup>.

1. Acadêmico de Engenharia Elétrica na Faculdade MULTIVIX;
2. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia e Docente do Curso de Engenharia Elétrica na Faculdade MULTIVIX;

### RESUMO

O artigo foi idealizado a fim de verificar a necessidade de implantação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) em uma edificação residencial multifamiliar. Para tanto, serão apresentadas, em primeiro momento, as normas vigentes referentes ao assunto. Em seguida, serão pontuadas as principais características do SPDA, subsistema de captação, subsistema de descida, subsistema de aterramento e dispositivo de proteção contra surtos (DPS). Por fim, a memória de cálculo para a edificação proposta será elaborada em conformidade com a ABNT NBR 5419:2015, considerando o risco de perda de vida humana e danos físicos em caso de incidência de descarga atmosférica diretamente à estrutura, em suas proximidades ou diretamente às linhas conectadas a edificação e demonstrar os resultados.

**Palavra Chave:** SPDA, DPS, descargas atmosféricas, NBR 5419.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior incidência de raios do mundo. Em 2022, registrou-se um aumento de 29% em comparação com o mesmo período do ano passado, sendo que 17 milhões de raios caíram no país entre janeiro e fevereiro de 2022, contra 13,2 milhões no mesmo período de 2021 (INPE, 2022).

De acordo com (JÚNIOR, 2018), nas instalações elétricas prediais, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) é necessário pois estabelece a ligação da estrutura com a terra, estabilizando a tensão em caso de sobrecarga de energia.

Para (CREDER, 2016) as normas ABNT NBR 5410:2004 e ABNT NBR 5419:2015 estabelecem os critérios de dimensionamento do SPDA. A instalação desse sistema proporciona proteção para as edificações e seus ocupantes.

Inserindo-se neste contexto, o presente artigo foi idealizado com o objetivo de desenvolver um estudo de caso a fim de verificar a necessidade de

implantação de um SPDA em uma edificação residencial multifamiliar, localizada no município de Vitória/ES, com a finalidade de mitigar os riscos envolvidos para as pessoas, estrutura e aos equipamentos internos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

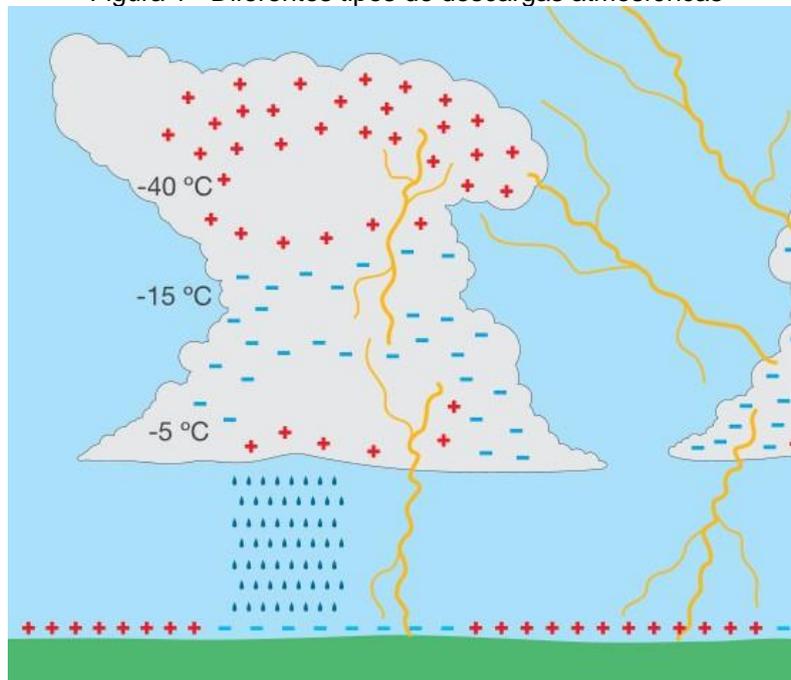
### Descargas atmosféricas

Segundo (FILHO, 2017), as descargas atmosféricas causam sérias perturbações nas redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além de provocarem danos materiais nas construções atingidas por elas, sem contar os riscos de morte a que as pessoas e os animais ficam submetidos.

Ocorrem cerca de 78 milhões de incidências de descargas atmosféricas por ano no Brasil e a cada 50 mortes provocadas por descargas atmosféricas, uma acontece no Brasil (ELAT, 2019).

De acordo com (PAULINO *et al.*, 2016), as descargas podem ocorrer dentro das nuvens, entre nuvens, da nuvem para o espaço e da nuvem para o solo, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Diferentes tipos de descargas atmosféricas



Fonte: (PAULINO *et al.*, 2016, p. 19)

Os raios percorrem distâncias da ordem de 5 km e podem ser denominados ascendentes, quando iniciam no solo e sobem em direção à tempestade, ou descendentes, quando iniciam na tempestade e descem em direção ao solo. A intensidade de corrente elétrica típica de um raio é de 20 mil

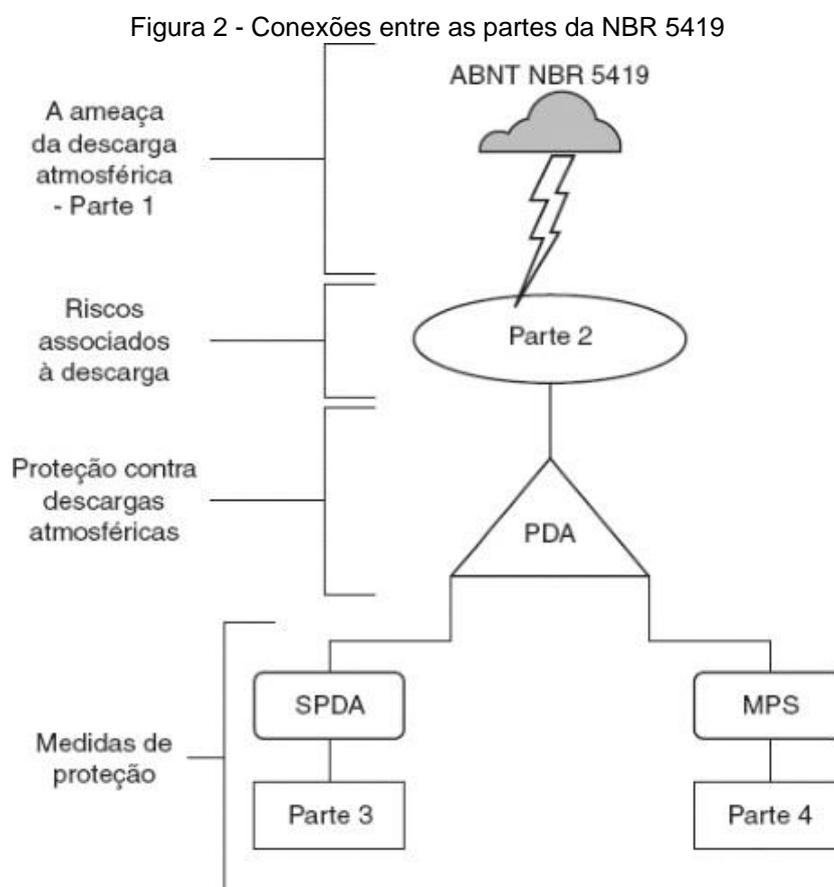
ampères (INPE, 2020).

### Exigências normativas

Conforme (DE SOUZA *et al.*, 2020), as normas técnicas tem função de orientar, enquanto as normas regulamentadoras são de cunho obrigatório. Portanto, a proteção contra descargas atmosféricas é padronizada pela norma técnica da ABNT NBR 5419:2015 e reforçada de forma legal pela NR10.

Segundo (MORENO; COSTA, 2018), a ABNT NBR 5419:2015 aborda o assunto referente a Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA) de maneira completa, apresentando o SPDA como meio responsável pelo escoamento das correntes dos raios no solo, sem provocar tensões de passo perigosas.

De acordo com (NISKIER; MACINTYRE, 2021), a ABNT NBR 5419:2015 tem por objetivo definir a condição mínima aceitável para projeto, implantação, instalação e manutenção do SPDA nas estruturas utilizadas, e se divide em quatro partes, conforme Figura 2, sendo: Parte 1 - Princípios Gerais, Parte 2 - Gerenciamento de Risco, Parte 3 - Danos Físicos a Estruturas e Perigos à Vida, e Parte 4 - Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

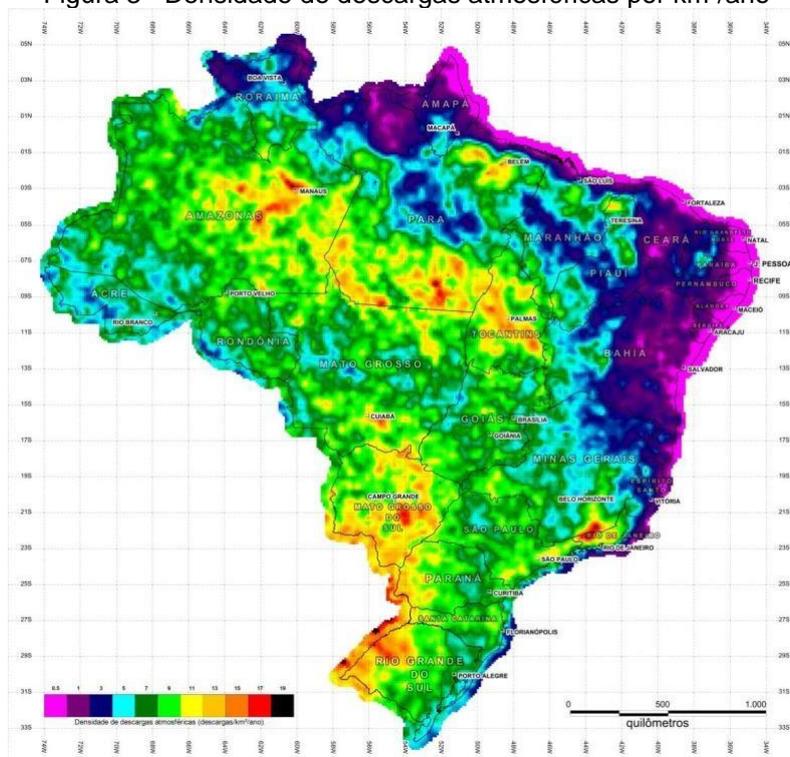


Fonte: (NISKIER; MACINTYRE, 2021, p. 469)

Conforme (SUETA, 2015), as quatro partes que compõem a ABNT NBR 5419:2015 apresentam suas principais características, sendo:

- Parte 1 - Princípios Gerais: estabelece os requisitos para a determinação de proteção contra descargas atmosféricas e fornece subsídios para elaboração dos projetos de proteção. Apresenta os diversos danos provocados pelos raios considerando descargas diretas na estrutura, nas linhas que adentram a estrutura e nas proximidades das estruturas e linhas. Descreve também os riscos referentes às perdas ou danos em vidas humanas, perdas de patrimônio público e cultural e perdas de valor econômico;
- Parte 2 - Gerenciamento de Risco: estima a necessidade ou não da instalação de um SPDA para uma estrutura através da elaboração da memória de cálculo realizando a análise de aproximadamente 110 parâmetros e comparando os riscos calculados com os valores toleráveis pela norma. Possui no Anexo F o mapa do Brasil (Figura 3) apresentando a densidade de descargas atmosféricas por km<sup>2</sup>/ano.

Figura 3 - Densidade de descargas atmosféricas por km<sup>2</sup>/ano



Fonte: (ABNT NBR 5419-2, 2015, p. 97)

- Parte 3 - Danos Físicos a Estruturas e Perigos à Vida: descreve o SPDA com detalhe, apresentando os métodos e materiais a serem utilizados aceitáveis para o subsistema de captação (ângulo de proteção, esfera rolante e malhas), subsistema de descida e subsistema de aterramento. Afirma ainda que a eficácia de qualquer SPDA depende da sua instalação, manutenção e métodos de ensaio utilizados, sendo assim, apresenta em itens específicos dessa parte da norma os procedimentos para a correta aplicação das inspeções e manutenções dos sistemas, estabelecendo as ordens que devem ser realizadas e a periodicidade no qual devem acontecer.
- Parte 4 - Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura: fornece diretrizes para a redução dos riscos de danos permanentes nos sistemas eletroeletrônicos presentes no interior da estrutura causados por impulsos eletromagnéticos da descarga atmosférica, podendo ser surtos conduzidos ou induzidos, transmitidos por cabos condutores dos sistemas (elétrico ou telecomunicação) ou pelos efeitos dos campos eletromagnéticos irradiados diretamente aos equipamentos. Dessa forma, essa parte descreve as principais Medidas de Proteção contra Surtos (MPS) e ilustra através de figuras os detalhes e configurações para aterramento e equipotencialização, blindagem magnética e roteamento de linhas, coordenação de DPS, e interfaces isolantes.

Para a (ABNT NBR 5410, 2004), o item 6.4.1.1.1, estabelece que toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento, preferencialmente utilizando das armaduras do concreto das fundações, devem ser concebidas de modo confiável e que satisfaça os requisitos de segurança. O item 5.4.2.1 estabelece que todas as edificações alimentadas total ou parcialmente por linha aérea devem ser providas de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS).

Conforme a (NR10, 2019), no item 10.2.4, fica estabelecido que os estabelecimentos com cargas instaladas superiores a 75 kW devem constituir e manter a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos.

### **Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SDPA)**

Segundo (ABNT NBR 5419-1, 2015), não existem dispositivos ou métodos capazes de alterar os fenômenos climáticos naturais a ponto de evitar a ocorrência de descargas atmosféricas. Essas, por sua vez, quando atingem estruturas ou suas proximidades, são perigosas às pessoas, à própria estrutura e a seus equipamentos internos.

De acordo com (WETTINGFELD, 2015), um SPDA tem como objetivo interceptar as descargas atmosféricas, conduzir a corrente dessas descargas para a terra e dispersar a corrente na terra com segurança através do aterramento.

As descargas atmosféricas podem ser diretas ou indiretas. Edificações em geral e linhas de transmissão de energia são estruturas que devem ser protegidas contra a incidência direta de raios. É também adequado que instalações de eletroeletrônicos sejam protegidas contra os efeitos indiretos dos raios, que se traduzem em surtos induzidos (...) ou injetados (...), os quais podem danificar as linhas de energia e de sinal, bem como os equipamentos terminais (CREDER, 2016, p. 248).

Conforme a (ABNT NBR 5419-1, 2015), o termo SPDA é definido como “sistema de proteção contra descargas atmosféricas”. Sua utilização visa diminuir os danos físicos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura, sua finalidade é de conduzir as descargas atmosféricas para terra e é composto pelo SPDA externo (subsistema de captação, subsistema de descida e subsistema de aterramento) e SPDA interno (DPS - dispositivo de proteção contra surtos).

Para (DE SOUZA *et al.*, 2020) o SPDA interno tem como objetivo evitar que centelhamentos perigosos ocorram. Para isso é necessário que o SPDA esteja interligado com os sistemas internos, com as partes condutivas externas e com as linhas elétricas conectadas à estrutura ou instalações metálicas. Essa interligação pode ser direta usando condutores de interligação e indireta utilizando DPS.

A necessidade de proteção do SPDA e a escolha das medidas adequadas de proteção devem ser determinados pelo gerenciamento de risco conforme a ABNT NBR 5419-2:2015. As medidas de proteções consideradas na ABNT NBR 5419:2015 são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419-1, 2015).

## Subsistema de captação

De acordo com (FILHO, 2017), o subsistema de captação é composto por elementos condutores normalmente expostos, localizados na parte mais elevada da edificação e responsáveis pelo contato direto com as descargas atmosféricas. Os captadores podem ser classificados segundo sua natureza construtiva:

- Captadores naturais: são constituídos de elementos condutores expostos, geralmente partes integrantes da edificação a serem protegidas e em material metálico com espessura  $\geq 0,5\text{mm}$ ;
- Captadores não naturais: são constituídos de elementos condutores expostos, normalmente instalados sobre a cobertura e a lateral das edificações, cuja finalidade é estabelecer o contato direto com as descargas atmosféricas. São comumente utilizados materiais conforme Tabela 1.

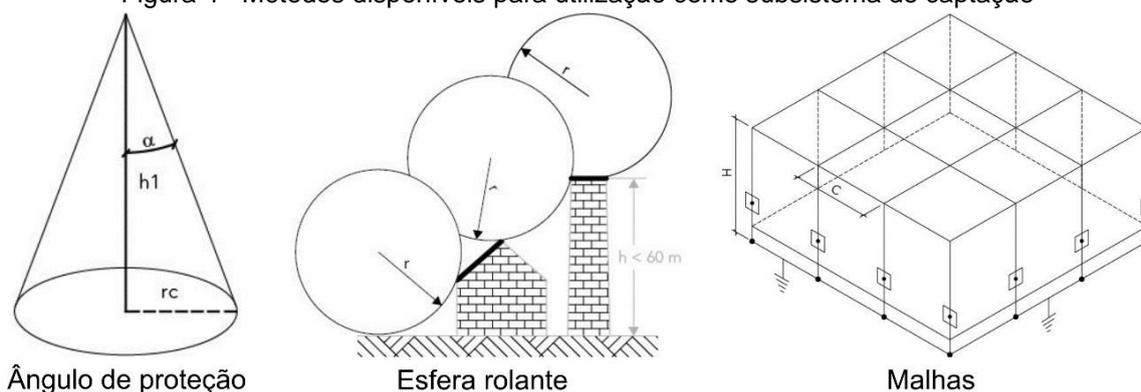
Tabela 1 - Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação

Material	Configuração	Área da seção	Comentários
Cobre	Encordoadado	35 mm <sup>2</sup>	Diâmetro cada fio 2,5 mm
Alumínio	Fita maciça	70 mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-3, 2015).

Conforme (ABNT NBR 5419-3, 2015), os métodos aceitáveis a serem utilizados como subsistema de captação incluem o método do ângulo de proteção, método da esfera rolante e método das malhas Figura 4.

Figura 4 - Métodos disponíveis para utilização como subsistema de captação



Fonte: Adaptado de (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Conforme (NISKIER; MACINTYRE, 2021), o método do ângulo de proteção é composto por uma ou mais pontas, em geral de aço ou materiais metálicos que possam suportar impactos e temperaturas elevadas e são fixadas por meio de haste ou mastro.

Muito utilizado em estruturas com menor área horizontal e altura limitada, o método do ângulo de proteção deve ser instalado conforme a classe do SPDA a ser empregada (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Como aponta (DE SOUZA *et al.*, 2020), o método da esfera rolante é bastante utilizado em estruturas com elevada altura ou em formas arquitetônicas complexas. Composto por mastros para-raios e anéis captadores horizontais com uma forma que é definida pelo enrolamento de uma esfera, esse método tem o intuito de empregar uma esfera fictícia que rola pela estrutura em todas as possíveis direções, estabelecendo a proteção em ambas as partes da estrutura.

O método da esfera rolante é considerado adequado quando a estrutura a ser protegida não for tocada em nenhum ponto pela esfera fictícia, rolando ao redor e no topo da estrutura (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Segundo (DE SOUZA *et al.*, 2020), é utilizado em edificações com grande área horizontal. O método das malhas conhecido como Gaiola de Faraday faz parte do subsistema de captação do SPDA e consiste em uma malha captora composta de condutores espaçados entre si na distância correspondente ao nível de proteção.

É comum a malha ser formada por cabos de cobre nu encordado ou fita maciça de alumínio. Podem ser utilizados elementos metálicos que façam parte da estrutura como captadores naturais desde que sejam atendidas as condições estabelecidas pela norma ABNT NBR 5419-3:2015 (NISKIER, 2018).

Componentes do subsistema de captação instalados na estrutura devem ser posicionados nos cantos salientes, pontas expostas e nas beiradas da estrutura. Os métodos da esfera rolante e das malhas são adequados em todos os casos e os valores para o raio da esfera rolante e tamanho da malha para cada classe de SPDA são dadas na Tabela 2 (ABNT NBR 5419-3, 2015).

Tabela 2 - Valores máximos dos métodos correspondentes a classe do SPDA

Classe do SPDA	Raio da esfera rolante (m)	Máximo afastamento dos condutores da malha (m)
I	20	5 x 5
II	30	10 x 10
III	45	15 x 15
IV	60	20 x 20

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-3, 2015).

### Subsistema de descida

De acordo com (FILHO, 2017), o subsistema de descida é composto por elementos condutores expostos ou não que permitem a continuidade elétrica entre os captadores e o subsistema de aterramento. Os subsistemas de descida podem ser classificados segundo sua natureza construtiva:

- Subsistemas de descida naturais: são elementos condutores, normalmente partes integrantes da edificação que, por sua natureza condutiva, permitem escoar para o subsistema de aterramento as correntes elétricas resultantes das descargas atmosféricas e são de materiais metálicos com espessura  $\geq 4,0\text{mm}$ ;
- Subsistemas de descida não naturais: são constituídos de elementos condutores expostos ou não, dedicados exclusivamente à condução das correntes elétricas dos raios que atingem os captadores ao subsistema de aterramento da edificação. São comumente utilizados materiais conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de descida

Material	Configuração	Área da seção	Comentários
Cobre	Encordoadado	35 mm <sup>2</sup>	Diâmetro cada fio 2,5 mm
Alumínio	Fita maciça	70 mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm
Aço	Arredondado maciço	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-3, 2015).

Para (DE SOUZA *et al.*, 2020), o subsistema de descida do SPDA é responsável por interligar o sistema de captação com o sistema de aterramento, que tem a função de escoar a corrente elétrica gerada pelas descargas atmosféricas para a terra.

Afirma (NISKIER, 2018) que os condutores de descida devem ser instalados de maneira que o trajeto entre o sistema de captação e o sistema de aterramento seja o menor caminho possível, a fim de garantir a equipotencialização das partes condutoras.

Podem ser utilizados como subsistema de descida os elementos metálicos que fazem parte da estrutura como componentes naturais desde que sejam atendidas as condições estabelecidas pela norma ABNT NBR 5419-3:2015 (NISKIER; MACINTYRE, 2021).

### **Subsistema de aterramento**

De acordo com (FILHO, 2017), o subsistema de aterramento é composto por elementos condutores enterrados ou embutidos nas fundações das edificações e responsáveis pela dispersão das correntes elétricas no solo. Os subsistemas de aterramento podem ser classificados segundo sua natureza construtiva:

- Subsistemas de aterramento naturais: são constituídos de elementos metálicos embutidos nas fundações das edificações e parte integrante destas;
- Subsistemas de aterramento não naturais: são constituídos de elementos condutores enterrados horizontal ou verticalmente que dispersam as correntes elétricas no solo. É comumente utilizado como material o cabo de cobre nu encordoado 50 mm<sup>2</sup> 7 fios Ø3,0 mm e a haste de aterramento cobreada alta camada Ø5/8' x 3,00m.

Conforme (DE SOUZA *et al.*, 2020), o subsistema de aterramento é responsável pela dispersão da corrente de descarga atmosférica para o solo e visa alcançar a menor resistência de aterramento possível em arranjos de eletrodos.

De acordo com (MORENO; COSTA, 2018), o primeiro objetivo do aterramento é a proteção das pessoas e do patrimônio contra uma falta (curto-circuito) na instalação. O segundo objetivo, é oferecer um caminho seguro, controlado e de baixa impedância em direção à terra para as correntes de descargas atmosféricas.

Segundo (NISKIER; MACINTYRE, 2021) as decidas do SPDA devem ser conectadas em um anel de aterramento, que circula toda a edificação em questão, enterrados a uma profundidade mínima de 0,50m. Para construção do anel em geral, podem ser utilizados cabos e hastes de cobre ou aço cobreado, respeitando a seção do condutor de acordo com NBR 5419:2015.

Afirma (DE SOUZA *et al.*, 2020, p. 168) que “Toda instalação elétrica necessita de um aterramento que garanta seu perfeito funcionamento e, principalmente, a segurança de pessoas”.

## DPS

Conforme (ABNT NBR 5419-2, 2015), o dispositivo de proteção contra surto (DPS), é responsável pela proteção interna da edificação, é destinado a limitar as sobretensões e desviar correntes de surto para terra.

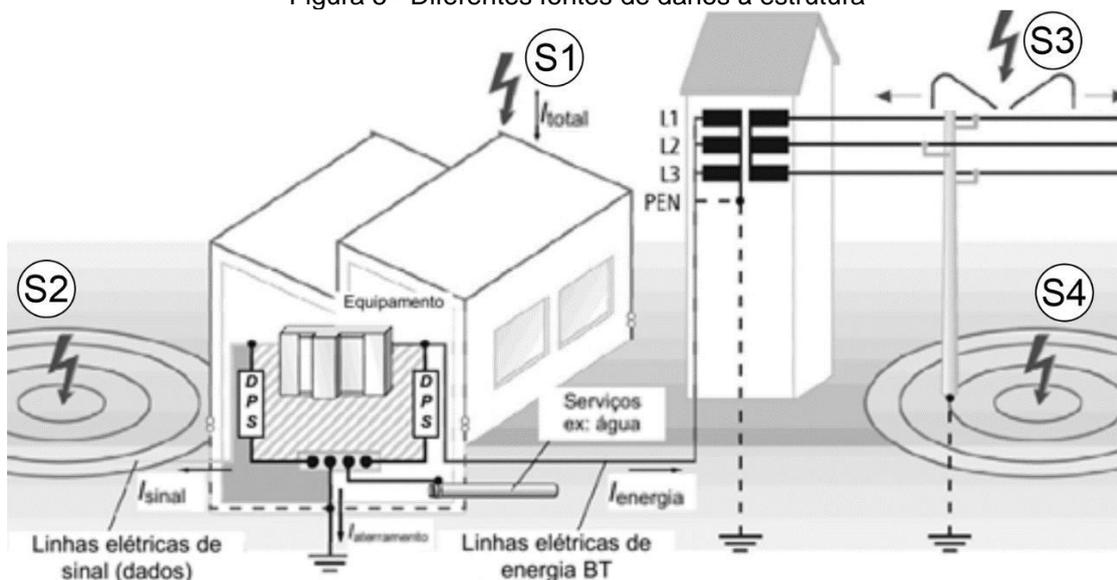
*De forma geral, para linhas de energia a norma recomenda a instalação de DPS nos casos de edificações que são alimentadas por redes aéreas e estejam em regiões com nível cerâmico acima de 25 dias de trovoadas por ano(...) isto implica em que praticamente toda edificação necessite de DPS instalados nas redes de energia e telecomunicações para atender a NBR 5410 (PAULINO et al., 2016, p. 193).*

De acordo com (PAULINO et al., 2016), o DPS deve ser instalado sempre que houver a possibilidade de um surto atingir uma instalação ou um equipamento com intensidade de corrente superior ao valor suportável por ele. É dividido entre classes I, classe II e classe III.

Os DPS devem ser eletricamente conectados a jusante do disjuntor de proteção geral da entrada de energia elétrica, preferencialmente na entrada do Quadro de Distribuição Geral interno à edificação (CREDER, 2016).

Para a (ABNT NBR 5419-4, 2015), o método de acoplamento da descarga atmosférica às instalações (Figura 5), pode ser realizado por meio de descargas diretas no SPDA externo (S1), da indução nas redes do prédio por descargas próximas (S2) ou nos serviços que atendem à estrutura (S3 e S4).

Figura 5 - Diferentes fontes de danos à estrutura



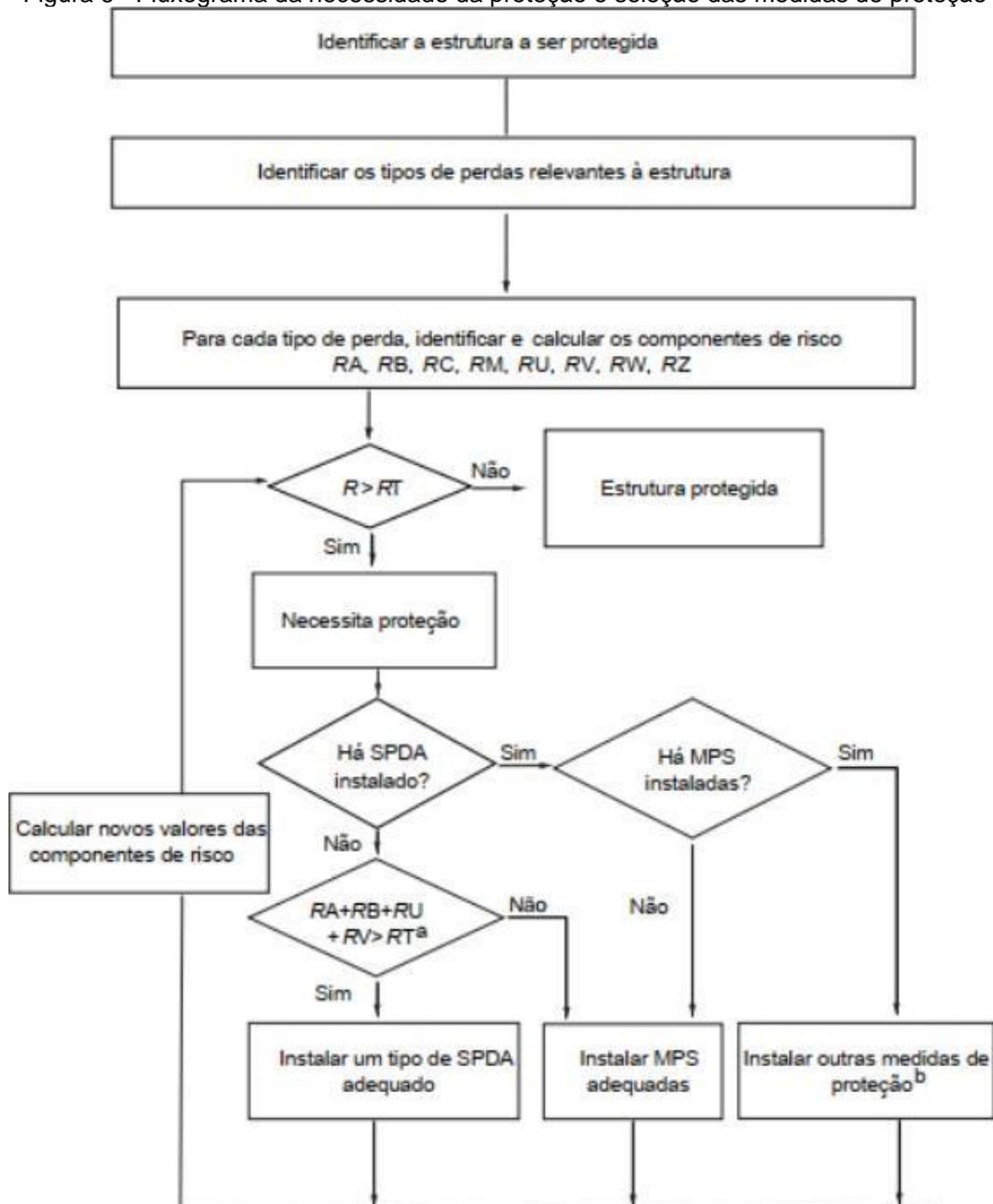
Fonte: Adaptado de (ABNT NBR 5419-4, 2015, p. 84).

## METODOLOGIA

Conforme a (ABNT NBR 5419-2, 2015), o procedimento para avaliar a necessidade de proteção está descrito no fluxograma apresentado na Figura 6.

No estudo de caso sugerido será elaborado um memorial de cálculo considerando as características da estrutura a ser analisada e a seleção das medidas de proteção adequadas para que a condição Risco de perda de vida humana em uma estrutura ( $R_1$ ) seja menor ou igual ao Risco tolerável ( $R_T$ ).

Figura 6 - Fluxograma da necessidade da proteção e seleção das medidas de proteção



Fonte: Adaptado de (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## ESTUDO DE CASO

### Geral

Esse estudo de caso tem como objetivo avaliar a necessidade de instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) para um edifício residencial multifamiliar localizado na cidade de Vitória/ES.

Essa avaliação visa elaborar um memorial de cálculo seguindo os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 5419-2:2015 com o propósito de verificar o risco calculado para a determinada estrutura e compará-lo ao risco tolerável, permitindo, assim, a escolha das medidas de proteção apropriadas a serem adotadas para reduzir o risco abaixo do limite tolerável.

Conforme (ABNT NBR 5419-2, 2015), o procedimento básico para a elaboração do gerenciamento de risco consiste em realizar a identificação da estrutura a ser protegida, suas características, assim como os tipos de perdas na estrutura, os correspondentes riscos relevantes e, por fim, avaliar a necessidade de proteção comparando o risco calculado com o risco tolerável.

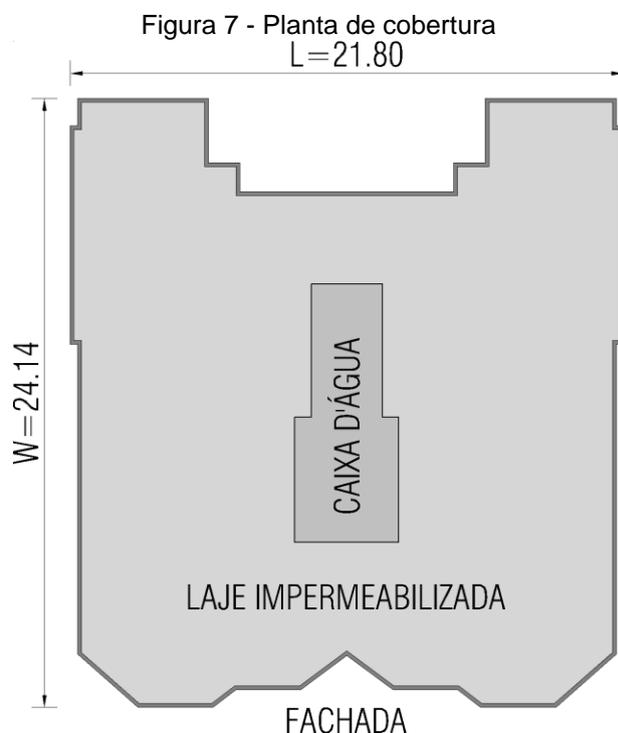
Será avaliado para o edifício residencial multifamiliar o risco de perda de vida humana ( $R_1$ ). Este, é composto pela soma de  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_U$  e  $R_V$ , onde:

- $R_A$ : componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e ao redor dos condutores de descidas;
- $R_B$ : componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem colocar em perigo o meio ambiente;
- $R_U$ : componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura;
- $R_V$ : componente relativo a danos físicos devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas.

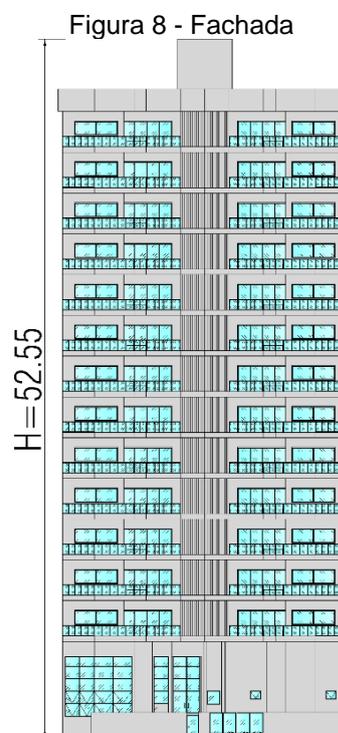
Segundo (ABNT NBR 5419-2, 2015), a avaliação da necessidade de proteção para a estrutura sugerida no estudo de caso visa comparar o valor calculado de  $R_1$  com o risco tolerável ( $R_T$ ) igual a  $10^{-5}$ .

## Edifício residencial multifamiliar

O edifício (Figura 7 e Figura 8) possui cinquenta e dois apartamentos, é construído em concreto armado, com vedação em blocos de concreto.



Fonte: Elaboração própria.



Fonte: Elaboração própria.

## CARACTERÍSTICAS E DADOS RELEVANTES

O edifício está localizado em um terreno plano e sem estruturas vizinhas. A densidade de descargas atmosféricas é  $NG = 2,5$  descargas atmosféricas por quilometro quadrado por ano (Figura 3). Duzentas pessoas vivem no edifício e não haverá pessoas fora do edifício durante uma tempestade, conforme dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Características da estrutura e meio ambiente

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência NBR 5419-2:2015
Densidade de descargas atmosféricas (1/km <sup>2</sup> /ano)	-	$N_G$	2,5	Figura F.1
Dimensões da estrutura (m)	-	L W H	21,80 24,14 52,55	-
Fator localização estrutura	Estrutura isolada	$C_D$	1	Tabela A.1
SPDA	Nenhum	$P_B$	1	Tabela B.2
Ligação equipotencial	Nenhuma	$P_{EB}$	1	Tabela B.7
Blindagem espacial externa	Nenhuma	$K_{S1}$	1	Equação (B.5)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## LINHA DE ENERGIA

Dados para as linhas de energia que adentram e seus sistemas internos conectados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Linha de energia

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência NBR 5419-2:2015
Comprimento (m)	-	L <sub>L</sub>	1000	-
Fator de instalação	Aérea	C <sub>I</sub>	1	Tabela A.2
Fator tipo da linha	Linha de energia	C <sub>T</sub>	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	C <sub>E</sub>	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Não blindada	R <sub>S</sub>	1	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C <sub>LD</sub>	1	Tabela B.4
		C <sub>LI</sub>	1	
Estrutura adjacente	Nenhuma	L <sub>J</sub> , W <sub>J</sub> , H <sub>J</sub>	-	-
Fator de localização da estrutura	Nenhuma	C <sub>DJ</sub>	-	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	-	U <sub>W</sub>	2,5	-
Parâmetros resultantes		K <sub>S4</sub>	0,4	Equação (B.7)
		P <sub>LD</sub>	1	Tabela B.8
		P <sub>LI</sub>	0,3	Tabela B.9

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## LINHA DE SINAL

Dados para as linhas de sinais que adentram e seus sistemas internos conectados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Linha de sinal

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência NBR 5419-2:2015
Comprimento (m)	-	L <sub>L</sub>	1000	-
Fator de instalação	Aérea	C <sub>I</sub>	1	Tabela A.2
Fator tipo da linha	Linha de sinal	C <sub>T</sub>	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	C <sub>E</sub>	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Não blindada	R <sub>S</sub>	1	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C <sub>LD</sub>	1	Tabela B.4
		C <sub>LI</sub>	1	
Estrutura adjacente	Nenhuma	L <sub>J</sub> , W <sub>J</sub> , H <sub>J</sub>	-	-
Fator de localização da estrutura	Nenhuma	C <sub>DJ</sub>	-	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	-	U <sub>W</sub>	1,5	-
Parâmetros resultantes		K <sub>S4</sub>	0,67	Equação (B.7)
		P <sub>LD</sub>	1	Tabela B.8
		P <sub>LI</sub>	0,5	Tabela B.9

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## DEFINIÇÃO DAS ZONAS

As seguintes zonas principais podem ser definidas:

- $Z_1$  (fora do edifício);
- $Z_2$  (dentro do edifício).

Para zona  $Z_1$ , é assumida que nenhuma pessoa está fora do edifício. Entretanto, o risco de choque em pessoas  $R_A = 0$ . Porque  $R_A$  é a componente de risco somente fora do edifício, portanto, a zona  $Z_1$  pode ser desconsiderada.

Para zona  $Z_2$ , é levado em consideração que os sistemas internos (energia e sinal) se estendem através do edifício e nenhuma blindagem espacial existe. O fator resultante válido para zona  $Z_2$  é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Fator válido para a zona  $Z_2$  (dentro do edifício)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência NBR 5419-2:2015
Tipo de piso	Cerâmica	$r_t$	$10^{-3}$	Tabela C.3
Proteção contra descarga atmosférica na estrutura	Nenhuma	$P_{TA}$	1	Tabela B.1
Proteção contra descarga atmosférica na linha	Nenhuma	$P_{TU}$	1	Tabela B.6
Risco de incêndio	Normal	$r_f$	$10^{-2}$	Tabela C.5
Proteção contra incêndio	Nenhuma	$r_p$	1	Tabela C.4
Blindagem espacial interna	Nenhuma	$K_{S2}$	1	Equação (B.6)
Energia - Fiação interna	Não blindada (sem grandes evitar laços)	$K_{S3}$	1	Tabela B.5
Energia - DPS coordenado	Nenhuma	$P_{SPD}$	1	Tabela B.3
Telecom - Fiação interna	Não blindada (sem evitar grandes laços)	$K_{S3}$	1	Tabela B.5
Telecom - DPS coordenado	Nenhuma	$P_{SPD}$	1	Tabela B.3
L1: Perda de vida humana	Perigo especial: entre 100 a 1000 pessoas	$h_z$	5	Tabela C.6
	D1: devido à tensão de toque e passo	$L_T$	$10^{-2}$	Tabela C.2
	D2: devido a danos físicos	$L_F$	$10^{-2}$	Tabela C.2
	D3: devido a falhas de sistemas internos	$L_O$	-	Tabela C.2
Fator para pessoas na zona	$n_z/n_t \times t_z/8760$	-	1	-
Parâmetros resultantes		$L_A$	$10^{-5}$	Equação (C.1)
		$L_U$	$10^{-5}$	Equação (C.2)
		$L_B$	$5 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)
		$L_V$	$5 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## CÁLCULO DAS QUANTIDADES RELEVANTES

Os cálculos são dados na Tabela 8 para a área de exposição equivalente e na Tabela 9 para o número esperado de eventos perigosos.

Tabela 8 - Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas

	Símbolo	Resultado	Referência NBR 5419-2:2015	Equação
Estrutura	$A_D$	$9,31 \times 10^4$	(A.2)	$AD=L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L+W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	$A_M$	0	(A.7)	Não relevante
Linha de energia	$A_{L/P}$	$4 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	$4 \times 10^6$	(A.11)	$A_{L/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJP}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
Linha Telecom	$A_{L/T}$	$4 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/T} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	$4 \times 10^6$	(A.11)	$A_{L/T} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJT}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

Tabela 9 - Número esperado anual de eventos perigosos

	Símbolo	Resultado	Referência NBR 5419-2:2015	Equação
Estrutura	$N_D$	$2,33 \times 10^{-1}$	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$
	$N_M$	0	(A.6)	Não relevante
Linha de energia	$N_{L/P}$	$1 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	1	(A.10)	$N_{I/P} = N_G \times A_{I/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{DJP}$	0	(A.5)	Nenhuma estrutura adjacente
Linha Telecom	$N_{L/T}$	$1 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	1	(A.10)	$N_{I/T} = N_G \times A_{I/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{DJT}$	0	(A.5)	Nenhuma estrutura adjacente

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

## RISCO $R_1$ - DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO

Cada componente de risco pode ser expressa pela Equação (1) e o risco  $R_1$  é expresso de acordo com a Equação (2). Os cálculos da avaliação do risco total  $R_1$  são dados na Tabela 10.

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad \text{Equação (1)}$$

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U/P} + R_{V/P} + R_{U/T} + R_{V/T} \quad \text{Equação (2)}$$

Tabela 10 - risco  $R_1$  para estrutura não protegida

	Símbolo	$Z_2$	Estrutura
D1 Ferimento	$R_A$	$2,33 \times 10^{-6}$	<b><math>2,33 \times 10^{-6}</math></b>
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	$2,00 \times 10^{-7}$	<b><math>2,00 \times 10^{-7}</math></b>
D2 Danos físicos	$R_B$	$1,16 \times 10^{-4}$	<b><math>1,16 \times 10^{-4}</math></b>
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	$1,00 \times 10^{-5}$	<b><math>1,00 \times 10^{-5}</math></b>
<b>Risco Total <math>R_1</math></b>			<b><math>1,29 \times 10^{-4}</math></b>
<b>Resultado</b>	<b><math>R_1 &gt; R_T</math>: proteção contra descargas atmosféricas é requerida</b>		<b><math>R_T = 1,00 \times 10^{-5}</math></b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

A proteção contra descargas atmosféricas para a estrutura se faz necessária porque  $R_1 = 1,29 \times 10^{-4}$  é superior ao risco tolerável  $R_T = 1,00 \times 10^{-5}$ .

## RISCO $R_1$ - SELEÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO

De acordo com a Tabela 10, as contribuições principais ao valor de risco são dadas pelos componentes  $R_V$  (descargas atmosféricas na linha) e  $R_B$  (descargas atmosféricas na estrutura).

Para reduzir o risco  $R_1$  a um valor tolerável, as medidas de proteção que influenciam os componentes  $R_V$  e  $R_B$  devem ser consideradas. Combinando elementos diferentes destas medidas de proteção, as seguintes soluções podem ser adotadas:

- Proteger o edifício com um SPDA classe III, de acordo com a ABNT NBR 5419-3, para reduzir a componente  $R_B$  ( $P_B = 0,1$ );
- Instalar DPS classe II ( $P_{EB} = 0,02$ ) na entrada da linha para proteger as linhas de energia e as linhas de sinal e assim reduzir os componentes  $R_U$  e  $R_V$ ;
- Utilizar sistemas de detecção/extinção de incêndio (extintores, alarme de incêndio, hidrantes, compartimentos à prova de fogo ou rotas de escape) para reduzir componentes  $R_B$  e  $R_V$  ( $r_p = 0,5$ ).

Utilizando estes valores nas equações, novos valores de componentes de risco são obtidos, como mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 - risco  $R_1$  para estrutura não protegida

	<b>Símbolo</b>	<b><math>Z_2</math></b>	<b>Estrutura</b>
D1 Ferimento	$R_A$	$2,33 \times 10^{-7}$	<b><math>2,33 \times 10^{-7}</math></b>
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	$4,00 \times 10^{-9}$	<b><math>4,00 \times 10^{-9}</math></b>
D2 Danos físicos	$R_B$	$5,82 \times 10^{-6}$	<b><math>5,82 \times 10^{-6}</math></b>
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	$1,00 \times 10^{-7}$	<b><math>1,00 \times 10^{-7}</math></b>
<b>Risco Total <math>R_1</math></b>			<b><math>6,15 \times 10^{-6}</math></b>
<b>Resultado</b>	<b><math>R_1 &lt; R_T</math></b>		<b><math>R_T = 1,00 \times 10^{-5}</math></b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (ABNT NBR 5419-2, 2015).

Após aplicadas as medidas de proteção, o valor de  $R_1=6,15 \times 10^{-6}$  é inferior ao valor do risco tolerável  $R_T=1,00 \times 10^{-5}$ . Sendo assim, as soluções adotadas reduzem o risco total  $R_1$  para valores abaixo do tolerável.

Conforme (ABNT NBR 5419-2, 2015), a solução a ser adotada deverá atender ambos os critérios de melhor solução técnica e de solução que possua o melhor custo financeiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou as principais características relacionadas às descargas atmosféricas no Brasil, suas causas e efeitos nas estruturas e pessoas, assim como as exigências normativas vigentes no país e as características técnicas de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas. Após a descrição do funcionamento do SPDA e seus componentes foi possível, portanto, desenvolver uma análise da necessidade de implantação do sistema em uma edificação residencial multifamiliar localizada no município de Vitória/ES.

A análise da necessidade de proteção da estrutura, no primeiro momento, levou em consideração as características construtivas e os dados extraídos diretamente da ABNT NBR 5419-2:2015, resultando no cálculo do risco total  $R_1=1,29 \times 10^{-4}$  com valor superior ao risco tolerável  $R_T=10^{-5}$  estabelecido por norma e, dessa forma, se fez necessário realizar a instalação de proteção contra descargas atmosféricas.

No segundo momento da análise, foram aplicadas as soluções de instalar um SPDA classe III, instalar DPS classe II para as linhas de energia e de sinal e instalar sistemas de detecção/extinção de incêndio. Com isso, o resultado do risco total  $R_1=6,15 \times 10^{-6}$  apresentou valor inferior ao risco tolerável  $R_T=10^{-5}$  estabelecido por norma. Dessa forma, foi possível confirmar que as soluções adotadas são eficientes e tornam a estrutura protegida contra descargas atmosféricas segundo a ABNT NBR 5419-2:2015.

Vale ressaltar que, conforme (ABNT NBR 5419-3, 2015), a eficácia de qualquer SPDA depende da sua instalação e manutenção. As inspeções do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado e capacitado e periodicamente no intervalo de um ano para regiões litorâneas. O objetivo das inspeções é assegurar que o SPDA esteja de acordo com o projeto, todos os componentes do sistema estejam em boas condições e sejam capazes de cumprir suas funções.

As proteções contra descargas atmosféricas foram adotadas com o objetivo de minimizar os danos provocados pelos raios que, conseqüentemente, atingem as pessoas, a estrutura e aos equipamentos internos da edificação.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5410. **Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. 209 p.

ABNT NBR 5419-1. **Proteção contra descargas atmosféricas: Parte 1** Princípios gerais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 67 p.

ABNT NBR 5419-2. **Proteção contra descargas atmosféricas: Parte 2** Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 104 p.

ABNT NBR 5419-3. **Proteção contra descargas atmosféricas: Parte 3** Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 51 p.

ABNT NBR 5419-4. **Proteção contra descargas atmosféricas: Parte 4** Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 87 p.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 494 p.

DE SOUZA, André Nunes *et al.* **SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas: Teoria, Prática e Legislação**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020. 216 p.

ELAT. Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Mortes por raios no Brasil**, 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/mortes.por.raios.-.infografico.php>.

ELAT. Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Voce sabia?**, 2022. Disponível em <http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.ph>

p.

FILHO, João Mamede. **Instalações elétricas industriais**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 976 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Cartilha de proteção contra raios**, 2020. Disponível em: [http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha\\_Protecao\\_Contra\\_Raios\\_Brasil\\_2020.pdf](http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Protecao_Contra_Raios_Brasil_2020.pdf).

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **ELAT na mídia**, 2022. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/php/pageMenuElatMidiaNew.php>.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 288 p.

MORENO, Hilton ; COSTA, Paulo Fernandes. **Aterramento elétrico**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Cobre, 2018. 28 p.

NISKIER, Julio ; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações elétricas**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. 352 p.

NISKIER, Julio. **Manual de instalações elétricas**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 368 p.

NR10. **Segurança em instalações e serviços em eletricidade**, 30 Julho 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>.

PAULINO, José Osvaldo Saldanha *et al.* **Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações**. 1. ed. Lagoa Santa: Clamper, 2016.

SUETA, Hélio Eiji. A nova edição da NBR 5419: o que muda nos projetos de projeção contra raios. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 495, p. 60-

66, Junho 2015. Disponível em:  
[http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade\\_moderna/2015/junho/index.php](http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade_moderna/2015/junho/index.php).

WETTINGFELD, Jürgen. Disposição dos captadores em sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 496, p. 30-38, Julho 2015. Disponível em:  
[http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade\\_moderna/2015/julho/index.php](http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade_moderna/2015/julho/index.php).

# ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA: AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS COAGULANTES SULFATO DE ALUMÍNIO E POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC) EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Caroline Colatti Hoffmann<sup>1</sup>, Fabiola Silva Santos Lovo<sup>1</sup>, Sílvia Cristina de Aguiar Barreto<sup>1</sup>,  
Daniele Drumond Neves<sup>2</sup>, Brunna Oliveira Guimaraes<sup>2</sup> e Guilherme Rainho Melhorim<sup>2</sup>.

1- Acadêmicas do curso de Engenharia de Produção

2- Mestre - Docente Multivix – Vitória

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômico-financeira entre os coagulantes sulfato de alumínio e policloreto de alumínio (PAC), em uma estação de tratamento de água de uma empresa estatal, que após o marco do saneamento vêm buscando alternativas de se manter competitiva frente às empresas privadas, mantendo a qualidade dos serviços fornecidos, e preservando sua saúde financeira. Ambos os coagulantes estabelecidos para esse estudo de viabilidade, são comumente utilizados no tratamento da água, e foram escolhidos por apresentarem resultados satisfatórios na remoção da turbidez da água bruta. O trabalho foi desenvolvido a partir de um teste real, em uma estação de tratamento de água, durante 60 dias, para avaliação do consumo mensal de cada coagulante e do custo do tratamento gerado pela utilização de cada um. Para determinação da viabilidade econômico-financeira utilizou-se os indicadores financeiros payback, VPL, TIR e TMA, para uma avaliação mais completa e precisa dos dados obtidos na pesquisa. A partir dos resultados foi possível concluir que os dois coagulantes são viáveis financeiramente, de acordo com os indicadores financeiros calculados, entretanto, o coagulante sulfato de alumínio apresentou resultados financeiros superiores ao policloreto de alumínio, principalmente por requerer um investimento inicial menor que o requerido pelo PAC.

Palavras – chave: Viabilidade. Indicadores financeiros. Coagulantes. Tratamento. Sulfato de alumínio. Policloreto de alumínio.

## 1. INTRODUÇÃO

A água desempenha um papel muito importante, no que tange ao desenvolvimento sustentável de uma comunidade. Ter direito à água potável é uma premissa assegurada pela ONU, como um direito humano fundamental (ONU, 2010). Com o intuito de atender a essa determinação e entregar à sociedade uma água com padrões de potabilidade de qualidade, essa prática só é garantida, mediante à ação desempenhada pelas estações de tratamento de água.

As estações de tratamento de água, também chamadas de ETA's, são unidades de tratamento, que por meio de processos físicos e químicos, realizam o tratamento da água, promovendo a redução da cor e turbidez da água bruta, além de remover organismos patogênicos que poderiam gerar doenças à população (SOUZA, 2007).

Um dos processos mais importantes que ocorrem durante o tratamento da água é a etapa de coagulação, que consiste em uma reação química da água bruta, com um agente coagulante, onde serão formados flocos, denominados de coágulos (SOUZA, 2007). Os principais coagulantes utilizados no tratamento da água são os sais que possuem em sua base química o alumínio ou o ferro (PAVANELLI, 2001).

Nos estudos de viabilidade existem 04 (quatro) tipos de elementos que compõem uma análise completa do projeto, sendo eles: viabilidade técnica; viabilidade operacional; viabilidade de mercado; e por fim, a viabilidade econômico-financeira (MARTINS, 2023). Esse último tópico foi o foco deste trabalho.

Essa análise sobre a viabilidade econômico-financeira é de suma importância de ser realizada, uma vez que possibilita determinar os retornos que o projeto trará à empresa e, diante dos dados obtidos, validar o projeto cujo qual será mais viável de ser aplicado (SEBRAE/BA, 2019).

Para este estudo de viabilidade foram analisados os indicadores de investimentos: *Payback* – refere-se a um indicador financeiro de investimento que mostra em quanto tempo o capital investido será recuperado (LIMA, 2019); e a *taxa mínima de atratividade* (TMA) - a TMA faz parte de um grupo de indicadores que avalia o retorno do capital investido em um projeto e subsidia o gestor na tomada de decisão da viabilidade do investimento (PRATES, 2021);

Além disso, outros dois indicadores também foram ponderados: *valor presente líquido* (VPL) - que considera as entradas do fluxo de caixa em valores monetários atuais e desconta do custo de capital inicial, para saber se o projeto trará retornos positivos ou não (LIMA, 2019); e a *taxa interna de retorno* (TIR) – que é o indicador que irá mostrar a rentabilidade do projeto e, para ser rentável, precisa superar a *taxa mínima de atratividade* (TMA), ou no mínimo ser igual (SEBRAE, 2019).

Como objeto desse estudo de viabilidade serão considerados os dois principais sais a base de alumínio, utilizados comercialmente nas estações de tratamento de água, são eles: o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio. A escolha desses dois coagulantes para o estudo dessa viabilidade foi baseada em um estudo realizado por Schmidt (2014), utilizando policloreto de alumínio e sulfato de alumínio para

eliminação da turbidez em águas de abastecimento, onde os dois compostos obtiveram resultados satisfatórios em mais de 96% das amostras.

A empresa na qual será realizado o estudo de viabilidade econômico-financeiro, trata-se de uma estatal, do ramo de saneamento, cuja qual após a inserção do marco do saneamento, tem buscado alternativas para se adequar à nova realidade prevista em legislação e, ademais, ter sua saúde financeira preservada para se tornar competitiva ao participar de licitações com empresas privadas.

Atualmente, os serviços de saneamento básico são prestados, na maior parte do Brasil, por empresas estatais. Essas empresas ainda dominam o mercado de saneamento, especialmente no que diz respeito à captação e ao tratamento da água e, em grande parte, também em sua distribuição (ARAGÃO; OLIVEIRA, 2021).

O marco do saneamento foi aprovado em 2020, com o objetivo de universalizar os serviços de saneamento básico, principalmente o acesso à água potável, promovendo mudanças na regulamentação e passando a estimular a ampla concorrência de empresas privadas, em regiões já atendidas por empresas estatais, além de incentivar a privatização das estatais (ARAGÃO; OLIVEIRA, 2021).

A relevância desse estudo de viabilidade procede no fato de que os dois coagulantes suprem de forma eficiente, a eliminação da turbidez das águas que chegam até as estações de tratamento de água. Contudo, para se manter competitiva no mercado de saneamento, quanto menor for o custo para realizar o tratamento das águas, melhor será para a saúde financeira da empresa.

O nosso objetivo foi determinar qual dos dois coagulantes apresentou mais vantagens econômicas e financeiras à empresa, mediante uma análise comparativa entre os custos e a eficiência alcançada após o manejo de cada um desses coagulantes, atrelado aos indicadores de viabilidade financeira.

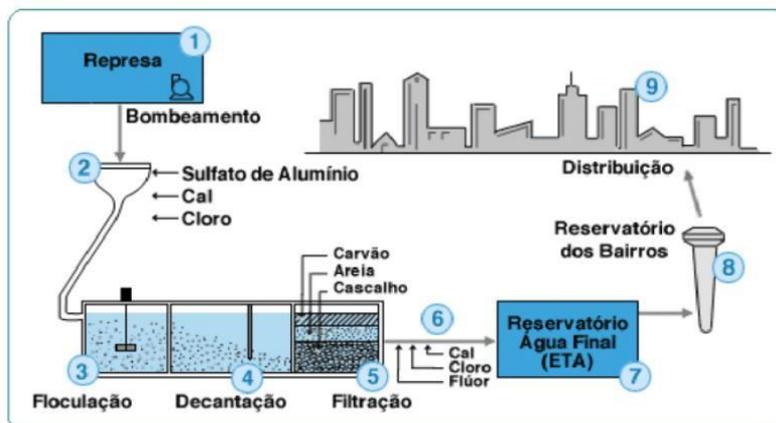
## **2. METODOLOGIA**

O estudo de viabilidade econômico-financeira foi realizado baseado nos dados obtidos pelo uso dos coagulantes sulfato de alumínio e policloreto de alumínio, através de um teste direto em planta, durante 60 dias, em uma estação de tratamento de água, localizada no município de Ecoporanga.

Essa unidade de tratamento contempla o tratamento convencional, que consiste na água bruta passando por tratamento completo, dotado dos processos de floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e

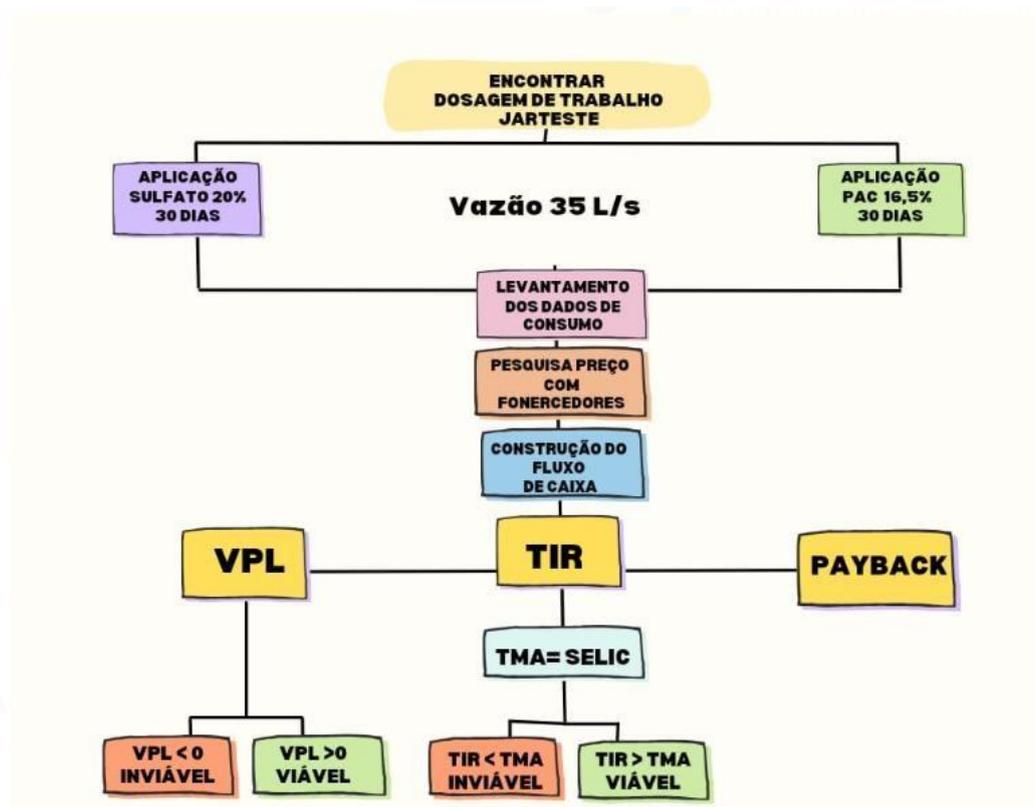
fluoretação, antes de ser distribuída à população, conforme representado pela imagem 01.

Imagem 01: Fluxograma de uma estação de tratamento convencional



Fonte: Sabesp, 2024.

Imagem 02: Fluxograma da metodologia da pesquisa



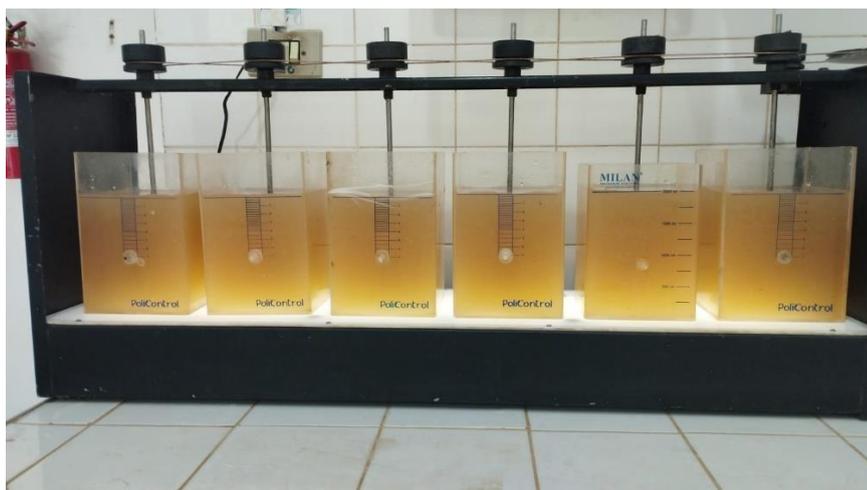
Fonte: Autor, 2024.

Conforme o fluxograma da imagem 02, a primeira etapa do estudo foi a realização de um teste, em bancada, para a determinação das dosagens de trabalho que seriam usadas em nível planta.

Com o auxílio do equipamento de jar teste, como mostrado na imagem 03,

foram encontradas as quantidades adequadas de policloreto de alumínio e sulfato de alumínio necessários para o tratamento da água bruta. Esse jar teste consiste em um equipamento de laboratório que simula o tratamento da água, passando pelas etapas de coagulação, floculação e decantação, o que possibilita encontrar uma dosagem ideal de trabalho, antes da aplicação em larga escala.

Imagem 03: Aplicação de diferentes dosagens de coagulante



Fonte: Autor, 2024

A imagem 04 retrata a diferença visual do antes e depois do teste realizado em bancada.

Imagem 04: Resultado do teste após as etapas de coagulação, floculação e decantação



Fonte: Autor, 2024.

As diluições dos coagulantes foram feitas de acordo com o cálculo da diluição demonstrado na Fórmula 01. Para determinação da concentração do coagulante bruto, foi feito uma aferição com densímetro, e encontrado a densidade de 1,32 g/cm<sup>3</sup> para o sulfato de alumínio e de 1,28 g/cm<sup>3</sup> para o PAC, e considerado a concentração de cada um conforme a tabela 01 apresentada. Os dados da tabela 01 foram retirados da ficha do produto, fornecido pelo próprio fornecedor.

Foi considerado uma concentração de trabalho final de 20% para o sulfato e 16,5% para o PAC.

Fórmula 01: Fórmula para cálculo da diluição de soluções

$$C1.V1 = C2.V2$$

Fonte: Autor, 2024.

C1: Concentração do coagulante bruto (%), tabela imagem 05;

V1: Volume de coagulante bruto adicionado (L);

C2: Contração de trabalho do coagulante (%);

V2: Volume final do tanque (L).

Tabela 01: Adaptada de ficha de orientação de uso do produto - Bauminas.

<b>DENSIDADE vs CONCENTRAÇÃO</b>		
	<b>DENSIDADE (g/mL)</b>	<b>CONC. % (p/v)</b>
<b>SULFATO DE ALUMÍNIO</b>	1,32	61,26%
<b>POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)</b>	1,28	44,10%

Fonte: Autor, 2024.

Após encontrado em bancada a dosagem ideal de trabalho, foi aplicado os valores na Fórmula 02 para determinação da vazão de dosagem.

Fórmula 02: Fórmula para cálculo da vazão de dosagem em escala planta

$$VDSG(mL) = \frac{VETA \times D}{2 \times C\%}$$

Fonte: Autor, 2024.

Onde:

V<sub>DSG(ml)</sub>: Vazão de dosagem (em ml/5seg);

V<sub>ETA</sub>: Vazão da ETA (considerado 35L/s);

$D_{(mg/L)}$ : Dosagem do coagulante (em mg/L);

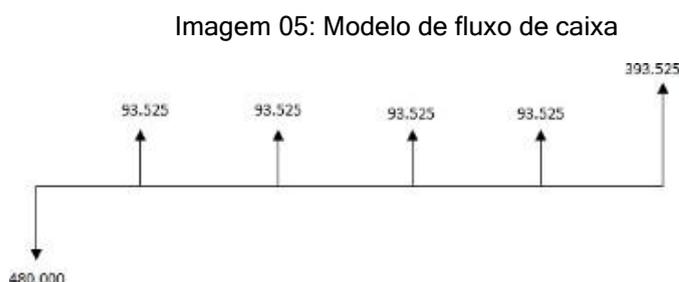
$C_{(%\text{ coagulante})}$ : Concentração de trabalho do coagulante.

O teste em planta ocorreu entre os meses de dezembro de 2023 a janeiro de 2024, onde as dosagens foram controladas e acompanhadas durante 60 dias, sendo os 30 primeiros dias, com a utilização do coagulante sulfato de alumínio, e os últimos 30 dias, com a utilização do policloreto de alumínio.

Os meses de dezembro e janeiro foram escolhidos, em decorrência de ser um período de maiores índices pluviométricos, o que conseqüentemente promove, um aumento na turbidez da água bruta e, ademais, um maior gasto com coagulantes durante o tratamento da água.

De acordo com o fluxograma demonstrado na imagem 02, após o teste em planta com os dois coagulantes, foi feito um levantamento de dados de consumo de cada coagulante e de produtos adicionais utilizados no tratamento – como a cal, para controle do pH, e do cloro, para desinfecção da água; e uma pesquisa de preço com fornecedores das matérias primas, com o intuito de calcular o valor gasto no tratamento durante o período considerado.

Mediante os dados obtidos, foi elaborado um fluxo de caixa – conforme exemplo da imagem 05, para demonstrar as despesas, oriundas desse tratamento realizado, e das receitas, geradas pela venda do  $m^3$  (metro cúbico) de água tratada para cada coagulante.



Fonte: Lima F., 2019.

Os valores por quilo dos coagulantes foram orçados em 03 (três) fornecedores diferentes. O menor valor foi utilizado como base de cálculo para construção do fluxo de caixa e, a partir dele, foi calculado os indicadores financeiros: VPL, TIR e payback.

No método do VPL é considerado as entradas do fluxo de caixa, em valores

monetários atuais e é descontado do custo de capital inicial, para saber se o projeto trará retornos positivos ou não (LIMA, 2019). Para cálculo do VPL, foi utilizado a Fórmula 03, conforme demonstrada abaixo:

Fórmula 03: Fórmula para cálculo do VPL

$$VPL = \left[ \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} \right] + \dots + (FC_0)$$

Fonte: Lima F., 2019.

Onde: FC é o fluxo de caixa livre a cada período

FC<sub>0</sub> é o fluxo de caixa no ano 0 (investimento)

Já o TIR é a taxa que calcula todas as entradas do fluxo de caixa para o valor monetário presente e iguala a somatória ao valor inicial aplicado. Em outras palavras, a taxa interna de retorno (TIR) é a taxa que iguala o Valor Presente Líquido (VPL) a zero (LIMA, 2019), conforme demonstrado na Fórmula 04:

Fórmula 04: Fórmula para cálculo do TIR

$$\left[ \frac{FC_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FC_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} \right] - FC_0 = 0$$

Fonte: Lima F., 2019.

Ainda a partir do fluxo de caixa, foi possível realizar uma avaliação de qual será o tempo de retorno de cada investimento considerado nesse estudo, que consiste no indicador financeiro conhecido como payback, onde é feito uma análise de entradas e saídas, e estabelecido em quanto tempo as receitas compensarão o investimento inicial (LIMA, 2019).

Para se ter uma análise mais completa da viabilidade do projeto, foi determinada a taxa mínima de atratividade - TMA. Ela é utilizada em conjunto com a TIR, de forma comparativa. A melhor situação de viabilidade do projeto é quando a TIR é superior a TMA (PRATES, 2021).

O cálculo da TMA pode variar de acordo com o contexto e critérios de cada análise de viabilidade, geralmente incluindo custo de capital, a taxa de inflação e o risco associado ao investimento (EMPIRICUS, 2024).

Neste trabalho, foi considerada como taxa mínima de atratividade a taxa SELIC de 0,83% a.m, praticada no mercado no mês de maio de 2024 (INDICADORES, 2024).

A SELIC foi considerada como a taxa mínima de atratividade por se tratar de um indicador importante dentro da economia brasileira, e por impactar outras taxas como: taxas de empréstimos, financiamentos e aplicações financeiras (BRASIL, 2024).

Para conversão da taxa de juros mensal em diária, foi utilizado a Fórmula 5.

Fórmula 05: Fórmula para conversão da taxa de juros mensal em diária

$$\textit{Taxa de juros diária} = (1 + \textit{taxa de juros mensal})^{\frac{1}{30}} - 1$$

Fonte: Idinheiro, 2023.

Após o cálculo dos indicadores financeiros houve uma avaliação conjunta de todos as variáveis consideradas e determinado qual dos dois coagulantes foi mais vantajoso para a empresa em termos de custos e performance.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- **1ª etapa: Teste com sulfato de alumínio**

A partir do teste em bancada, com auxílio do jar teste, foi encontrado uma dosagem ideal de trabalho de 17 mg para o coagulante sulfato de alumínio. Aplicando esse valor na fórmula da dosagem (Fórmula 02), foi encontrado o volume de trabalho de 14,9 mL a cada 5 segundos, considerando a vazão de tratamento da ETA de 35 L/s, e uma concentração do coagulante diluído de 20%. Abaixo demonstra-se o cálculo para determinação da vazão.

$$VDSG \left( \frac{ml}{5s} \right) = \frac{35 \frac{l}{s} \times 17 \frac{mg}{L}}{2 \times 20\%} = 14,9 \text{ mL}/5s$$

O teste foi realizado durante 30 dias para cada coagulante para poder determinar se haveria mudanças significativas nas dosagens, como não houve, os cálculos foram baseados nos consumos diários para uma melhor apresentação dos dados financeiros.

Apesar da estação de tratamento estar ativa 24h/dia, o tempo de trabalho efetivo é de 22h devido aos intervalos de paralisação para almoço/janta do operador.

Portanto, considerando as 22h de trabalho diários (o equivalente a 79.200 segundos), foi consumido um volume de 236,0 L/dia de coagulante sulfato de alumínio

diluído. Aplicando esse valor na fórmula da diluição de soluções (fórmula 01), e considerando a concentração bruta do produto de 61,26%, conforme tabela do fornecedor, para a densidade de 1,32 mg/cm<sup>3</sup>, temos o consumo diário de 77,0 L/dia do coagulante sulfato de alumínio bruto para tratamento de um volume de 2.772,0 m<sup>3</sup> de água bruta por dia. O demonstrativo dos cálculos estão abaixo.

$$V_{\text{coagulante bruto}} = \frac{20\% \times 236,0 \text{ l}}{61,26\%} = 77,0 \text{ L}$$

$$V_{\text{água bruta}} = \frac{35 \text{ L}}{\text{s}} \times \frac{22 \text{ h}}{\text{dia}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ l}} = 2.772,0 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Além do gasto de 77,0 L do coagulante, ainda foram utilizados adicionalmente no tratamento da água 70 Kg de sal (Cloreto de Sódio), para a produção de cloro para desinfecção da água – e de 8 Kg de cal para ajuste do pH da água tratada.

- **2ª Etapa: Teste com policloreto de alumínio (PAC)**

Para a utilização do policloreto foi encontrado uma dosagem ideal no jar teste 9 mg. Aplicando esse valor na fórmula da dosagem (Fórmula 02) foi encontrado uma vazão de trabalho de 9,5 mL a cada 5 segundos, considerando a vazão de tratamento da ETA de 35 L/s, e uma concentração do coagulante diluído de 16,5%. Abaixo demonstra-se o cálculo para determinação da vazão.

$$VDSG \left( \frac{\text{ml}}{5\text{s}} \right) = \frac{35 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 9 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{2 \times 16,5\%} = 9,5 \text{ mL}/5\text{s}$$

Considerando as mesmas 22h de trabalho diário da primeira etapa, foi consumido um volume de 150,5 L/dia do coagulante diluído. Aplicando esse volume na fórmula da diluição (Fórmula 01) e considerando a concentração bruta do produto de 44,10%, conforme tabela do fornecedor, para a densidade de 1,28 mg/cm<sup>3</sup>, temos o consumo diário de 56,3 L/dia do coagulante policloreto de alumínio bruto para tratamento de 2772,0 m<sup>3</sup> de água bruta. O demonstrativo dos cálculos estão abaixo.

$$V_{\text{bruto}} = \frac{16,5\% \times 150,5 \text{ l}}{44,10\%} = 56,3 \text{ L}$$

Além do gasto de 56,30 L do coagulante, ainda foram utilizados adicionalmente no tratamento da água 56,6 Kg de sal (Cloreto de Sódio) para a produção de cloro para desinfecção da água, porém não foi necessário a adição de nenhuma quantidade de cal para ajuste do pH da água tratada.

- **3ª Etapa: Pesquisa preço**

Para poder construir o fluxo de caixa com os custos e receitas do tratamento da água durante os períodos considerados, foi necessária uma pesquisa de preço dos coagulantes utilizados na pesquisa, e dos produtos utilizados adicionalmente no tratamento: o sal e a cal.

Os melhores preços encontrados, levando em conta reputação do fornecedor no mercado e uma matéria prima de qualidade, são descritos na tabela 2:

Tabela 02: Preço de mercado dos produtos utilizados no tratamento da água

<b>INSUMOS</b>	<b>PREÇO UN. (R\$)</b>	
SULFATO DE ALUMINIO (Kg)	R\$	0,90
POLICLORETO DE ALUMINIO (Kg)	R\$	1,74
SAL (saco de 25Kg)	R\$	31,00
CAL VIRGEM (saco de 20Kg)	R\$	70,00

Fonte: Autor.

- **4ª etapa: Construção dos fluxos de caixa**

Considerando os valores das matérias e o consumo de cada produto, tem-se abaixo as tabelas com os gastos diários do tratamento de água utilizando o sulfato de alumínio (tabela 03) e policloreto de alumínio (tabela 4), para tratar um volume de 2.772 m<sup>3</sup> de água bruta:

Como os coagulantes tem seus preços negociados a quilo, é necessário fazer a conversão do consumo de litros para quilos:

$$\text{Consumo sulfato(Kg)} = \text{Volume (L)} \times \text{Densidade} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 77,0 \times 1,32 = 101,6 \text{ Kg}$$

$$\text{Consumo PAC (Kg)} = \text{Volume (L)} \times \text{densidade} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 56,3 \times 1,28 = 72,1 \text{ Kg}$$

Tabela 03: Custo diário com produtos químicos para tratamento da água utilizando sulfato de alumínio

	<b>CONSUMO (Kg)</b>	<b>VALOR UN. (R\$)</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>
<b>SULFATO DE ALUMÍNIO (Kg)</b>	101,6	R\$ 0,90	R\$ 91,44
<b>SAL (SACO 25 Kg)</b>	70	R\$ 31,00	R\$ 86,80
<b>CAL (SACO 20 Kg)</b>	8	R\$ 70,00	R\$ 28,00
<b>TOTAL:</b>			<b>R\$ 206,24</b>

Fonte: Autor.

Tabela 04: Custo diário com produtos químicos para tratamento da água utilizando policloreto de alumínio (PAC)

	<b>CONSUMO (Kg)</b>	<b>VALOR UN. (R\$)</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>
<b>POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)</b>	72,1	R\$ 1,74	R\$ 125,45
<b>SAL (SACO 25 Kg)</b>	56,6	R\$ 31,00	R\$ 70,18
<b>CAL (SACO 20 Kg)</b>	0	R\$ 70,00	R\$ 0,00
<b>TOTAL:</b>			<b>R\$ 195,64</b>

Fonte: Autor.

Além dos gastos com os insumos para tratamento da água bruta, foi considerado como outros custos da estação de tratamento de água durante o período de testes, o salário dos 04 operadores que se revezavam nas escalas durante o mês, e o custo com energia elétrica, para manter as bombas e os equipamentos de análise em funcionamento, conforme demonstrado na tabela 05:

Tabela 05: Outros custos da estação de tratamento de água

<b>CUSTOS</b>	<b>VALOR MENSAL (R\$)</b>	<b>VALOR DIÁRIO (R\$)</b>
SALÁRIO (4 OPERADORES)	R\$ 10.000,00	R\$ 333,33
ENERGIA ELÉTRICA	R\$ 1.850,00	R\$ 61,67
<b>TOTAL:</b>		<b>R\$ 395,00</b>

Fonte: Autor.

Para construção do fluxo de caixa, além de considerar os custos com os insumos do tratamento, salários e energia elétrica, foi necessário considerar um investimento inicial para a aquisição de uma quantidade mínima de cada coagulante que o fornecedor disponibiliza ao preço informado.

O carregamento mínimo de cada coagulante acordado com o fornecedor foi de 50.000L, o equivalente a 66.000 Kg de sulfato de alumínio e 64.000 Kg de policloreto de alumínio, correspondendo, respectivamente, a um investimento inicial de R\$59.400,00 e R\$111.360,00 reais.

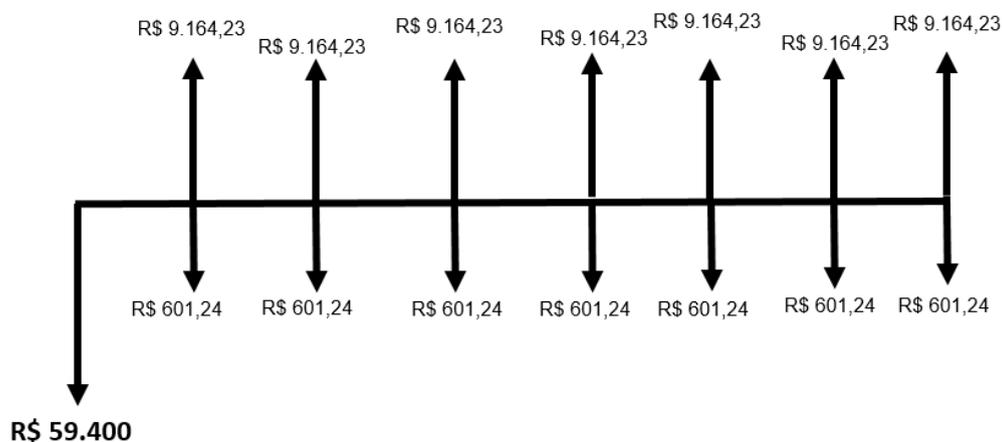
Conforme calculado, diariamente são tratados na ETA cerca 2.772 m<sup>3</sup> de água bruta, entretanto, devido às perdas na distribuição e o uso de parte da água tratada para lavagem das unidades, 95% desse volume total chega à casa dos consumidores. Diante disso, apenas o valor de 2.633,4 m<sup>3</sup> são convertidos em receita.

No momento da pesquisa, o preço do metro cúbico de água tratada pela empresa onde o trabalho foi desenvolvido, custa R\$3,48. Em consequência disso, diariamente, a receita gerada pela venda da água tratada, resulta-se em uma receita de R\$9.164,23.

Os fluxos de caixa apresentados nas imagens 06 e 07 foram feitos baseados nos cálculos de custos e receitas diários. No caso do coagulante sulfato de alumínio, a diferença dos custos e receitas gerava um lucro de R\$8.562,99 por dia. Como resultado, para suprir o investimento inicial de R\$59.400,00, foram necessários apenas 07 dias, ou seja, essa análise faz alusão ao payback do projeto, que se refere à quantidade de tempo que foi necessária para se recuperar o investimento inicial.

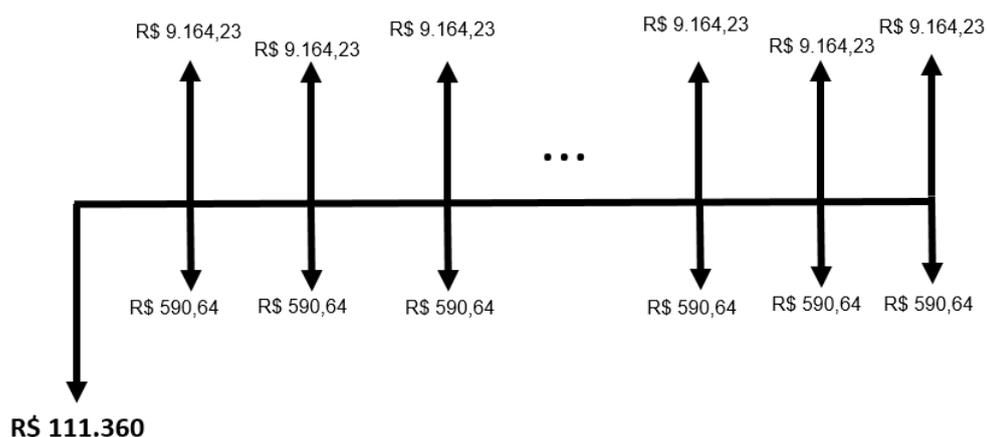
Já para o coagulante policloreto de alumínio, o lucro diário foi de R\$8.573,59, muito próximo ao valor obtido utilizando-se o sulfato, porém, como o investimento inicial para o PAC teve que ser maior, a quantidade de dias para se pagar o investimento também foi superior, consequentemente, o payback para o coagulante policloreto de alumínio foi superior ao sulfato de alumínio. No caso do coagulante PAC, foram necessários 15 dias para o investimento inicial ser pago.

Imagem 06: Fluxo de caixa referente ao uso do coagulante sulfato de alumínio



Fonte: Autor.

Imagem 07: Fluxo de caixa referente ao uso do coagulante policloreto de alumínio (PAC)



Fonte: Autor.

Para cálculo do VPL e do TIR foi considerado o período de 30 dias para cada coagulante, de acordo com o tempo de teste de cada um, para uma demonstração mais realista dos dados financeiros alcançados com a pesquisa.

Para cálculo da taxa de juros diária, foi utilizado a taxa de 0,83% a.m, referente a taxa SELIC do mês de maio/24, que foi aplicada na fórmula 05:

$$\text{Taxa de juros diária} = (1 + 0,83)^{\frac{1}{30}} - 1 = 0,02\% \text{ a. d}$$

Após cálculo da taxa de juros diário, o valor de 0,020% foi utilizado na fórmula 03, para cálculo dos VPL's, de ambos os coagulantes, e encontrado os valores de R\$188.170,36 para o projeto que utiliza o coagulante sulfato de alumínio e de

R\$136.276,82 para o projeto que utiliza o policloreto de alumínio. Como os dois VPL's resultaram em valores superiores a zero, ambos são considerados viáveis.

Por fim, para encontrar a taxa interna de retorno de cada projeto, o VPL de ambos foi igualado a zero, conforme fórmula 04, e encontrado os valores de TIR's de 14,1% para o sulfato de alumínio, e de 6,4% para o policloreto de alumínio. Quando comparado à taxa SELIC de 0,83% a.m, que foi considerada como a taxa mínima de atratividade para esse estudo, os dois projetos são superiores a ela, e, portanto, viáveis.

#### **4. CONCLUSÃO**

Conforme já era esperado, ambos os coagulantes apresentaram resultados satisfatórios em relação à remoção da turbidez da água bruta, mas em relação à análise de viabilidade econômico-financeira, que era o objetivo desse trabalho, no período considerado de 30 dias, o sulfato de alumínio apresentou resultados superiores ao policloreto de alumínio.

Vale destacar, que quando considerado apenas o custo do tratamento da água, o policloreto de alumínio mesmo tendo seu custo unitário maior, se mostra mais vantajoso, uma vez que com a sua utilização consegue reduzir a quantidade de sal utilizada para desinfecção e zera a quantidade de cal para ajuste do pH da água. Porém, por ter seu custo unitário mais caro e ser necessário um investimento inicial maior em relação ao outro coagulante, ele passa a não ser mais tão vantajoso econômico financeiramente.

Outro ponto de destaque é que essa análise foi feita nos períodos de dezembro e janeiro, considerando turbidez maiores e um maior gasto de coagulantes no tratamento, logo, esse valor não pode ser considerado fixo para todos os meses do ano, pois pode haver variações nas dosagens de produtos e nos volumes de água tratados.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

LIMA, F. R. S. DE. Viabilidade econômica e financeira de projetos. Volta Redonda, RJ: FERP, 2019.

PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. São Carlos, SP: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Carlos, 2001. SOUZA, W. Tratamento de Água - Ebook (3). CEFET - RN, 2007.

ARAGÃO, A.; OLIVEIRA, R. Considerações Iniciais sobre a Lei Nº 14.026/2020 - Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico. Em: POZZO, A. (Ed.). O Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2021.

<https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/secao/2-consideracoes-iniciais-sobre-a-lei-n-14026-2020-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-basico-1-secao-aspectos-gerais-do-novo-marco/1188259501>

SEBRAE/BA. Como fazer análise de viabilidade econômico e financeira de sua empresa. Bahia: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Bahia - Sebrae/BA, 2019.

[https://sebraeatende.com.br/system/files/como\\_fazer\\_analise\\_de\\_viabilidade\\_economica\\_e\\_financeira\\_de\\_sua\\_empresa.pdf](https://sebraeatende.com.br/system/files/como_fazer_analise_de_viabilidade_economica_e_financeira_de_sua_empresa.pdf)

BRASIL, BANCO CENTRAL DO. Taxa Selic. Disponível em:  
<<https://bcbr.gov.br/controleinflacao/taxaselic>>.

EMPIRICUS, E. Taxa Mínima de Atratividade: o que é, como funciona e como calcular esse indicador? Disponível em:

<<https://www.empiricus.com.br/explica/taxa-minima-de-atratividade/>>.

IDINHEIRO. Calculadora de taxas equivalentes. Disponível em:

<<https://www.idinheiro.com.br/calculadoras/calculadora-de-taxas-equivalentes/>>.

INDICADORES, BRASIL. Valor atual, acumulado e histórico da Taxa Selic. Disponível em: <<https://brasilindicadores.com.br/selic>>.

MARTINS, J. Como utilizar um estudo de viabilidade na gestão de projeto.

Disponível em: <<https://asana.com/pt/resources/feasibility-study>>.

ONU, O. DAS N. U. Água potável: direito humano fundamental. Disponível em:  
<<https://brasil.un.org/pt-br/55564-%C3%A1gua-pot%C3%A1vel-direito-humano-fundamental>>.

PRATES, L. Entenda sobre a Taxa Mínima de Atratividade: o que é, quando usar.

Disponível em: <<https://puconsultoriajr.com.br/taxa-minima-atratividade/>>.

SABESP. Tratamento de Água. Disponível em:

<<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>>.

SCHIMIDT, A. R. Análise da utilização do policloreto de alumínio (PAC) esulfato de alumínio na eliminação de turbidez de água de abastecimento.

Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22602>>.

# AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE EMBARQUE PORTUÁRIO

Ayrton Brommonschenkel Neto<sup>1</sup>, Samara Mantovani Loyola<sup>2</sup>, Gabriel de Andrade Vieira<sup>3</sup>  
Wagner Dias Casagrande<sup>3</sup>, Vladimir Cypreste Romanelli<sup>3</sup>

- 1 – Acadêmico do curso de Engenharia de Computação.
- 2 – Acadêmica do curso de Engenharia Elétrica.
- 3 – Professor das Engenharias Multivix.

## RESUMO

Grande parte do comércio mundial é feita via transporte marítimo, por essa razão, para que esta atividade seja realizada de forma bem-sucedida é preciso que todas as atividades envolvidas (embarque e desembarque, segurança, operação, logística, gestão, comunicação etc.) sejam coordenadas e aperfeiçoadas. O presente trabalho busca valorizar a logística portuária por meio da aplicação de sistemas de automação industrial, com foco na melhoria das operações de manipulação da carga e aprimoramento da produtividade das tarefas envolvidas. O uso do supervisor Elipse E3 monitora cada viagem realizada, desde a chegada até o descarregamento da carga no navio. Ao longo do processo, o operador, por meio de telas no computador, confirma e preenche informações de uma ficha que, além de conter todas as identificações necessárias, como o motorista, o tipo de carga, a placa do veículo e o status da viagem, informa a carga medida e é útil para monitorar o tempo de descarregamento no navio e gerar relatórios gerais de movimentações de cargas. Para que todo o processo seja historiado, criou-se um vínculo entre o banco de dados e o supervisor, permitindo que sejam realizadas consultas, alterações e inserções de dados envolvidos no processo.

**Palavras Chaves:** Banco de Dados, Elipse E3, Embarque Portuário, Sistemas Supervisórios.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da introdução de serviços de automação nas atividades portuárias é ainda mais rápido diante do contexto chamado indústria 4.0, que direciona os avanços tecnológicos para modernização das operações como um todo, especialmente aqueles ligados às atividades de logística e fluxo de dados. Deste modo, se alcança melhorias, como: redução do tempo de atividades desde burocráticas até operacionais; aumento na segurança e confiabilidade no registro, armazenamento e acesso às informações e dados; mais facilidade para gerenciamento e otimização do processo e confecção de relatórios; e, etc. Sob a perspectiva operacional, o processo de automação tem feito a atuação humana convergir para atividades menos insalubres e mais

seguras e ergométricas, como atividades de monitoramento do processo, em que o operador confirma ou não uma ação do sistema automático e atua apenas em situações de contingência.

“A Indústria 4.0 é um dos termos utilizados para descrever [...]um conjunto de tecnologias de ponta ligadas à internet com objetivo de tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos” (SANTOS, et al, 2018, p.112).

Diante das evoluções do sistema logístico, pode-se observar, conforme o anuário CNT do transporte, que em 2019 o Brasil movimentou 1,1 bilhão de toneladas de cargas nas instalações portuárias, um aumento de 31% em relação ao ano de 2010, esta quantidade mostra que são grandes as movimentações feitas todos os dias. Esse grande volume exige uma ampla e profunda atividade logística por trás, implicando em investimentos em tecnologias de automação para monitoramento, acompanhamento e controle das atividades, assim como das informações de pessoas e equipamentos que circulam nessas áreas, para que todos estejam seguros e para que haja segurança também nas quantidades e produtos que são transportados.

Pensando nesta segurança, a IMO (Organização Marítima Internacional), que é a organização das Nações Unidas responsável pela segurança e proteção da navegação, elabora códigos e cartas em assembleias e conferências. Dentre as medidas de segurança, o ISPS CODE é a que mais tem expressão, esse código foi criado após a 22ª Assembleia da IMO, que ocorreu após os atentados de 11 de setembro. Nesta assembleia ficou acordado que as medidas de segurança portuária precisariam ser revistas e atualizadas, e uma das soluções de maior impacto foi a instituição do Código ISPS, que determina regras para tornar navios e instalações portuárias mais seguras.

As principais medidas são: estabelecimento de maior controle de entrada e saída de pessoas e veículos nas instalações portuárias; delimitação do perímetro de cada porto; instalação de sistema de vigilância dos limites do perímetro de portos e de cais; e necessidade de cadastramento das pessoas e veículos que entram em instalações portuárias.

Uma forma de sanar essas diretrizes e supervisionar a logística dos processos é por meio da utilização de um sistema supervisor que seja possível verificar dados, guardar e planejar ações de otimização, conforme os dados

disponibilizados. Desta forma, este artigo descreve uma aplicação desenvolvida num *software* supervisor do tipo SCADA [*Supervisory Control And Data Acquisition* – Aquisição de dados e Controle e Supervisão] que funciona conjugado a um Banco de Dados para automatização das atividades de aquisição e registro de dados, monitoramento de processo, controle operacional e elaboração de relatórios úteis para melhor gestão de atividades portuárias, pois facilita o trabalho de operadores do sistema, trazendo consigo maior segurança operacional e minimizando a chance de erros.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Sessão 1 – Introdução, contendo contexto e justificativa da elaboração do artigo; Sessão 2 – Referencial Teórico, trata das informações importantes para a compreensão da execução do sistema supervisor; Sessão 3 – Ferramentas Utilizadas, expõe a escolha de ferramentas; Sessão 4 – Metodologia, apresenta o planejamento para o desenvolvimento do supervisor; Sessão 5 – Resultados e Discussões; Sessão 6 – Considerações Finais; Sessão 7 – Referências.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta Sessão apresenta o referencial teórico utilizado para embasar o trabalho proposto. O texto aborda sobre o sistema SCADA e seu Banco de Dados. A automação do processo consiste no desenvolvimento de telas e relatórios num sistema supervisor por meio dos quais a solução desenvolvida e simulada realiza a supervisão e controle de processo, além de aquisição de dados e registro numa base de dados. Os dados são armazenados num Banco de Dados, dividido por tabelas com uma mínima organização.

### **2.1. BANCO DE DADOS**

Praticidade, eficiência, rapidez e confiabilidade na consulta das informações, foram os principais fatores que levaram ao desenvolvimento dos bancos de dados computadorizados. Muitas técnicas e inovações foram feitas até alcançar o nível tecnológico atual, desde a construção e estruturação dos bancos de dados até a forma como os aplicativos consomem esses dados. Fatores como manutenção, compartilhamento de dados, e a própria

programação, fizeram com que fossem criados os sistemas de banco de dados (ALVES, 2014).

Um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) é uma coleção de dados inter-relacionados e um conjunto de programas para acessar esses dados. A coleção de dados, normalmente conhecida como banco de dados, contém informações relevantes para uma empresa. O principal objetivo de um SGBD é proporcionar uma forma de armazenar e recuperar informações de um banco de dados de maneira conveniente e eficiente. (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2020, p. 1).

Sistemas de banco de dados são projetados para gerir grandes massas de informação e permitir o acesso simultâneo de diversos computadores a uma mesma base de dados (ver Figura 1).

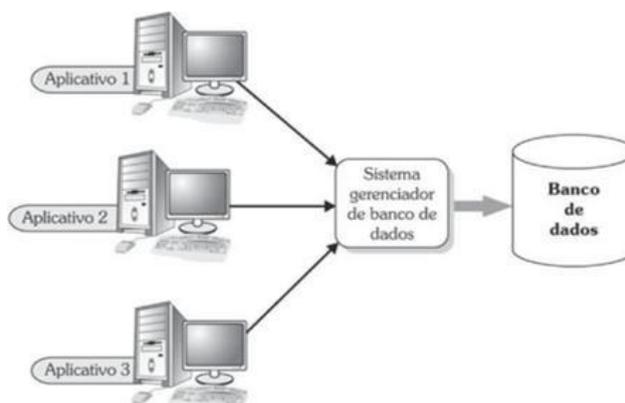


Figura 1: Arquitetura dum sistema aplicativo com banco de dados. Fonte: Alves (2014).

A gestão dos bancos engloba desde a definição de estruturas de armazenamento até os mecanismos que preveem a manipulação da informação. Além disso, o sistema de banco de dados deve garantir a segurança das informações armazenadas, independente de falhas no sistema ou de tentativas de acesso não autorizado. Se os dados são compartilhados entre vários usuários, o sistema deve evitar possíveis consultas indesejadas. (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2020).

## 2.2. AUTOMAÇÃO

As grandes revoluções industriais, em conjunto com as transformações dos modelos de produção como o fordista, trouxeram cada vez mais avanços

aos meios de produção, onde cada vez mais os sistemas eram automatizados e as máquinas eram incorporadas às indústrias (SILVEIRA; LIMA, 2003).

De acordo com Moraes e Castrucci (2006), entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços. Além da redução de custos, existem outros resultados que são priorizados na hora de se pensar em automatizar algo, tais como: aumentar o nível de qualidade, flexibilizar modelos de mercado, aumentar a segurança da operação, e reduzir as perdas de materiais e energia. Como na automação existe variáveis funções, a pirâmide de automação foi criada para organizar os diferentes níveis que se encontra na planta industrial (ver Figura 2).

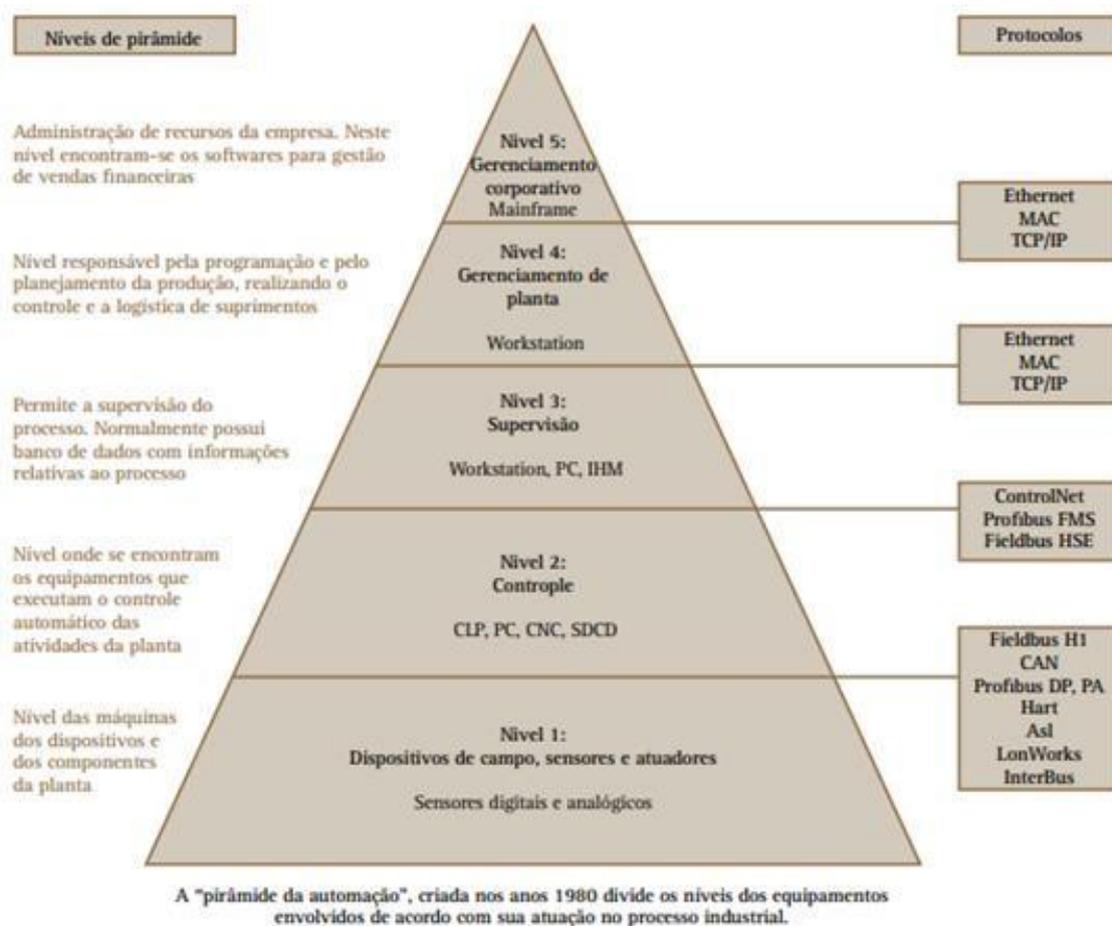


Figura 2: Pirâmide da Automação. Fonte: Goeking (2010).

### 2.3. SISTEMA SCADA

De acordo com Moraes e Castrucci (2006, p.117), Sistemas Supervisórios são sistemas digitais de monitoração e operação da planta que gerenciam variáveis de processo. Estas são atualizadas continuamente e podem ser guardadas em bancos de dados locais ou remotos para fins de registro histórico.

Os principais objetivos dos sistemas supervisórios são: manter o controle de processos industriais localmente ou em locais remotos; monitorar, reunir e processar dados em tempo real; interagir diretamente com dispositivos como sensores, válvulas, bombas, e motores por meio da interação IHM; e, registrar eventos num arquivo. Esses sistemas podem ser classificados de duas maneiras: IHM (Interface Homem-Máquina); e, SCADA.

Uma IHM é um visor de visualização que facilita interação do operador com a máquina e o conjunto de *hardware* e *softwares* permite ao operador inserir entradas que poderão ser compreendidas pela máquina, Rocha (2021). Todas as IHM's são compostas por hardwares (teclados, visores *touch screen* ou não etc.) e *softwares*, assim abrangendo tudo o que o operador irá executar na operação da máquina (ver Figura 3).



Figura 3: Modelos de IHM do mercado. Fonte: Santos (2014).

Um sistema SCADA, por sua vez, tem como objetivo trazer uma linguagem de alto nível, onde o operador tenha informações em tempo real da planta, ou seja, de mais uma parte do processo, de forma remota, tendo assim controle e automação do processo, podendo intervir e monitorar a planta, Santos (2014).

O termo “sistema SCADA”, considera que necessariamente haja um *software* SCADA e uma rede de dispositivos que irão disponibilizar dados para serem supervisionados, Zanghi. O *software* supervisor permite a operação e visualização através de telas gráficas elaboradas para uma planta ou sistema. Os supervisórios, além das operações de telas gráficas com botões e a disponibilização de informações essenciais da planta, eles também possuem algoritmos de controle, que são todos os cálculos, parâmetros, alarmes e propriedades do objeto que não são gráficos. Estes algoritmos podem ser associados diretamente com os objetos da tela, assim se conectando a CLP’s (Computadores Lógicos Programáveis) e microcontroladores e podendo controlá-los, Jurizato e Pereira (2003).

Desta forma, pode-se dizer que uma IHM é uma interface ligada diretamente a uma máquina e seu local de operação é diretamente junto com a máquina, já um sistema SCADA é um sistema que pode controlar uma planta industrial e sua operação é feita através de um computador que irá interagir com uma gama de dispositivos e máquinas que se encontram em várias regiões desta planta.

### **3. FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS**

Na seguinte Sessão serão apresentadas as ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento e implementação do supervisor.

#### **3.1. MICROSOFT SQL SERVER**

O Microsoft SQL Server é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) relacional desenvolvido pela Microsoft. O SQL Server permite implantar projetos de gerenciamento de dados e de *business intelligence*. O SQL Server inclui diversas tecnologias de gerenciamento e análise de dados, dentro delas está o Mecanismo de Banco de Dados (MICROSOFT, 2008a).

O Mecanismo de Banco de Dados é o principal serviço para armazenamento, processamento e segurança de dados. Ele fornece acesso controlado e processamento rápido de transações para atender aos requisitos dos aplicativos de consumo de dados.

### 3.2. MANAGEMENT STUDIO

O *SQL Server Management Studio* é um ambiente integrado para acessar, configurar, gerenciar, administrar e desenvolver todos os componentes do SQL Server (MICROSOFT, 2008b). O SQL Server Management Studio combina, num mesmo ambiente, os recursos do *Enterprise Manager*, *Query Analyzer* e *Analysis Manager*.

A manipulação do banco de dados, pode acontecer pelo próprio painel do aplicativo (ver Figura 4), ou através do *Script* estruturado com a linguagem SQL.

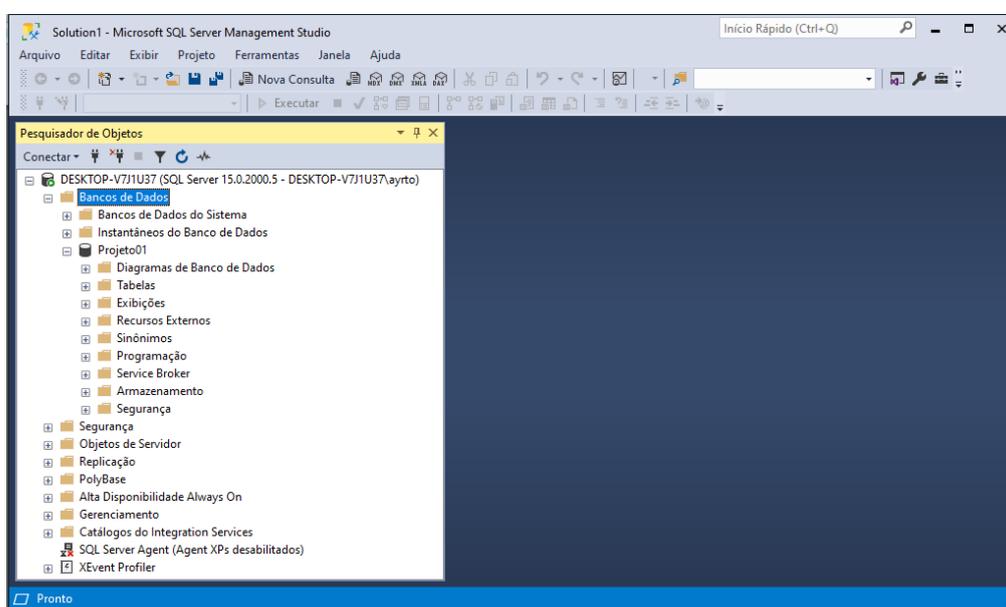


Figura 4 - Tela principal do SSMS. Fonte: Próprio Autor.

#### 3.2.1. LINGUAGEM SQL

Atualmente, a linguagem SQL é considerada um padrão dos Sistemas de Gerência de Banco de Dados Relacional (SGBDR). A linguagem SQL implementa os conceitos definidos no Modelo Relacional, um modelo amplamente aceito e recomendado (DAMAS, 2007).

A utilização deste padrão internacional reduz as incompatibilidades entre os sistemas e evita que se opte por arquiteturas proprietárias que implicam maiores custos de desenvolvimento e maior esforço financeiro e humano por parte dos envolvidos.

Com a linguagem SQL é possível (DAMAS, 2007, p. 3): criar, alterar e remover todos os elementos de um Banco de Dados, como tabelas, *views*, índices etc.; inserir, alterar e apagar dados; consultar o Banco de Dados; controlar o acesso dos usuários ao Banco de Dados e as operações a que cada um deles pode ter acesso; e, obter a garantia da consistência e integridade dos dados.

### 3.3. SISTEMA SUPERVISÓRIO ELIPSE E3

Para a escolha do *software* supervisor, alguns itens foram observados como:

- *Software* gratuito ou versão demo.
- Interação com banco de dados e suporte a linguagem SQL.
- Vasta informação e dados de suporte para a execução do projeto.

Dentre essas características, o Elipse E3 versão demo foi o *software* que melhor atendeu aos requisitos para planejamento, implantação e execução do projeto concebido, ainda que a versão utilizada tenha restringido o desenvolvimento de funções mais complexas e limitado as simulações realizadas, pois entre as limitações estão: uso de somente 20 *tags*, utilização de somente cinco conexões simultâneas, exibição de um único *viewer* e a execução de uma aplicação até duas horas.

Em contrapartida, a vasta facilidade em encontrar informações que muitas vezes são disponibilizadas pelo próprio fabricante, como *webinars* e o site *Knowledgebase*, que disponibiliza artigos sobre aplicações e soluções de problemas, fizeram com que a escolha fosse por esta plataforma.

## 4. METODOLOGIA

Esta Sessão apresenta o desenvolvimento da implantação do supervisor no qual utiliza e atualiza dados armazenados em um banco de dados a fim de automatizar a tarefa portuária. Toda relação entre os dois sistemas foi pensada para seguir o seguinte fluxograma apresentado abaixo (ver Figura 5).

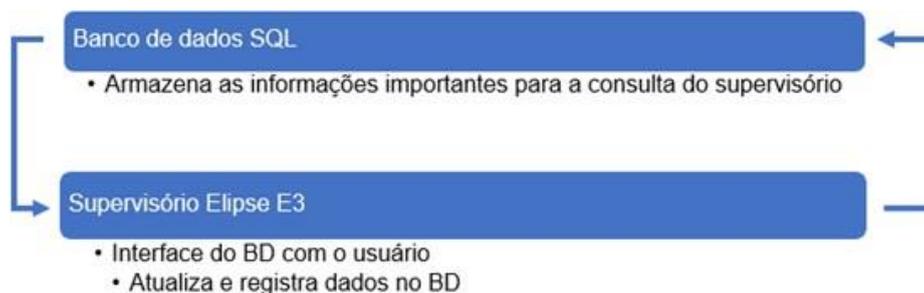


Figura 5 – Fluxograma Relacional. Fonte: Próprio Autor.

#### 4.1. PROBLEMA

Para melhoria da logística portuária em relação ao sistema de embarque, todo o supervisório foi planejado a partir do fluxograma abaixo (ver Figura 6).



Figura 6 – Fluxograma visual das etapas. Fonte: Próprio Autor.

A simulação começa com a chegada de um veículo que fará descarregamento. É necessário que primeiro seja feita a checagem das informações que são enviadas e cadastradas com antecedência, por meio do profissional responsável pelo bando de dados, normalmente um engenheiro de dados. Então, após os dados serem cadastrados ao banco de dados, eles serão consultados e selecionados pelo operador. Após a chegada na área de pesagem, é iniciada a operação no supervisório e as informações de peso e berço são inseridas e confirmadas pelo operador. Na etapa de finalização deste carregamento, o operador conclui a operação para que o tempo de carregamento possa ser carregado e se inicie um novo ciclo de carregamento.

#### 4.2. APLICAÇÃO

A criação do sistema supervisorio foi planejada para simular a automação do porto para operador, dessa forma, o sistema será composto por 3 telas de navegação e uma opção de geração de relatório, que será disponível somente para o gestor da área através de seu usuário cadastrado no supervisorio.

A primeira tela, disponível ao executar o supervisorio, será uma tela de identificação. A partir desta tela, usuários já cadastrados no sistema poderão ser direcionados para a tela principal, após inserirem corretamente o *login* e senha no sistema. Nesta tela, estarão alocadas as informações do dia e hora corrente e demais informações importantes para a liberação dos motoristas no credenciamento. Para a seleção dessas informações, a forma de visualização será através de um *E3Browser* que faz uma consulta no BD que já está vinculada ao supervisorio, e mostra os seguintes dados por meio de *displays*: código de identificação da viagem, CPF, placa, tipo de mercadoria, carga em toneladas e o status da operação.

A terceira tela, intitulada de Tela\_Balança, será responsável pelas informações de pesagem e pelo início e término da operação de carregamento. Nela será disponibilizado por meio de *Displays* as seguintes informações: código de identificação da viagem, placa, data e hora de início da operação, peso medido e o berço. As duas últimas informações são editáveis, por isso são disponíveis através de *SetPoints*. Também será disponibilizado um cronômetro que trará a informação do tempo de operação.

A emissão de relatórios é uma opção disponibilizada somente para os gestores do setor, neste relatório estará disponível as seguintes informações de todos os códigos de viagem: previsão de carga, data e hora do início da pesagem, tempo de operação, peso medido pela balança e o estado da viagem. Por segurança os grupos de usuários operadores, não tem acesso a emissão de relatório e os gestores não têm acesso a tela de balança. Desta forma, o uso deste sistema está conforme o diagrama apresentado abaixo (ver Figura 7).



Figura 7 – Diagrama. Fonte: Próprio Autor.

### 4.3. ARMAZENAMENTO

Para resolver o problema de armazenamento dos dados necessário para o funcionamento do supervisor, o banco de dados relacional foi concebido de acordo com a abstração de cada componente necessário para o fluxo da automação. A construção do banco se deu por meio do *Script* em linguagem SQL, assim como a inserção de parte dos seus dados.

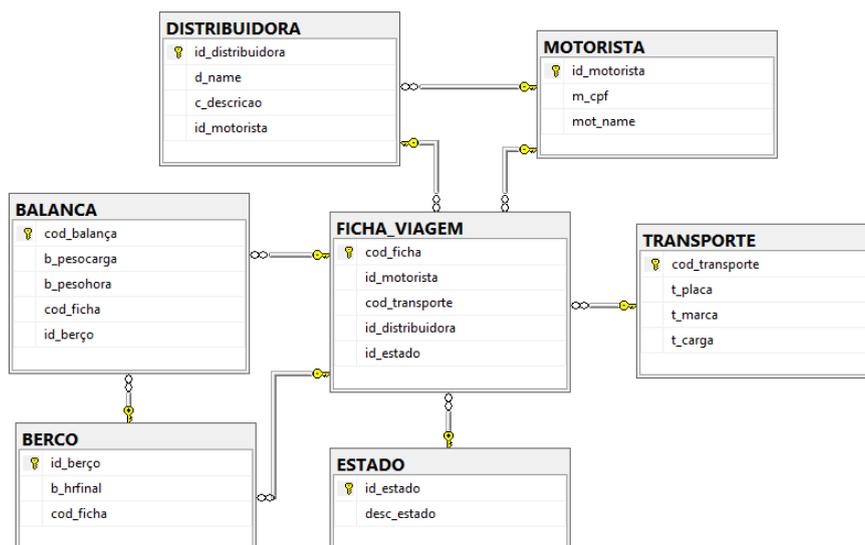


Figura 8 – Diagrama Relacional do Banco de Dados. Fonte: Próprio Autor.

Constituindo-se de 7 tabelas, assim denominadas: MOTORISTA, TRANSPORTE, DISTRIBUIDORA, FICHA\_VIAGEM, BALANCA, BERCO, ESTADO. A Figura 8, ilustra as tabelas que foram elaboradas. Para a simulação, no primeiro momento não será possível realizar a alteração ou o cadastro de outros motoristas, transportes ou distribuidoras, por nenhum *login* (acesso) no supervisor, nem pelo gestor, nem pelo operador. O cadastro dos dados presentes nas tabelas MOTORISTA, TRANSPORTE e DISTRIBUIDORA será realizado apenas pelo Engenheiro de dados, responsável pelo banco de dados. As tabelas citadas são classificadas como tabelas de seleção, nas quais os dados serão apenas consultados.

A tabela MOTORISTA é responsável por armazenar a identificação, CPF e nome do motorista responsável pela viagem; a tabela TRANSPORTE, por sua vez, armazena a identificação, a placa, a marca e a capacidade de carga do transporte; a tabela DISTRIBUIDORA possui a identificação, o nome, o produto a ser fornecido e a identificação do motorista responsável pela carga; a tabela ESTADO contém o estado de cada viagem, possuindo os seguintes status “0 -

Em espera”, “1 - Em processamento” e “2 - Finalizado”.

A tabela FICHA\_VIAGEM, é a principal tabela relacional, nela, por meio do código de viagem é possível acessar os dados presentes no banco. Essa tabela contém a identificação da viagem, do motorista, do transporte, da distribuidora e o estado da viagem. Nessa tabela, a variável [cod\_ficha], é a essência do relacionamento entre as tabelas. Por meio dela é possível transitar entre todos os dados contidos no banco.

A tabela BALANCA é a segunda tabela principal, é uma tabela criada para receber os dados do processo de pesagem da carga contendo a identificação da balança, o peso a ser medido, a hora inicial de chegada na balança, a identificação da ficha de viagem e do berço para o qual o transporte será direcionado.

A tabela BERCO é responsável de armazenar basicamente a hora inicial e final do carregamento. Possuindo a identificação do berço, na qual está ligado a tabela BALANCA, a hora que começou o carregamento, a hora de término do carregamento, e a identificação da ficha, que responsável pelo vínculo que garante que os dados alterados serão referentes a ficha.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta Sessão mostra os resultados e sua funcionalidade de todo o supervisor desenvolvido até chegar ao objetivo deste artigo.

### **5.1. COMUNICAÇÃO ENTRE BD E SCADA**

Para que o Supervisor consulte, altere e grave os dados no Banco de Dados seria necessário criar um vínculo entre eles. O uso de usuários padrões, originalmente já criados pelo SQL Server, permite a vulnerabilidade dos dados. Então visando a segurança dos dados, um novo usuário de conexão foi criado diretamente no software SQL Server. Com o usuário de conexão criado, realizamos o *login* no SQL Server diretamente através do supervisor (ver Figura 9).

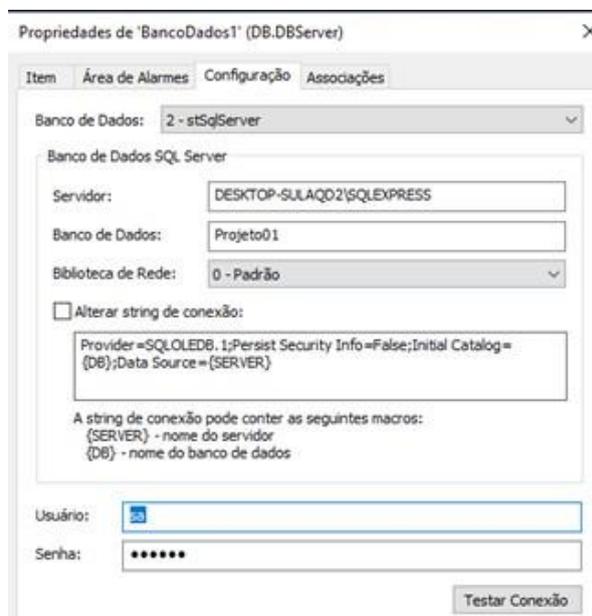


Figura 9 – Autenticação do Usuário de conexão ao Supervisório. Fonte: Próprio Autor.

## 5.2. CRIAÇÃO DE USUARIOS

Para a autenticação de usuário no início da aplicação do supervisório, desenvolveu-se dois usuários, com diferentes atribuições (ver Figura 10).

- Operador: Usuário que tem acesso à tela de Balança e à tela Portaria, nesta tela será selecionado as viagens para iniciar na tela balança.
- Gestor: esta credencial tem permissões somente para acessar os relatórios de todas as operações.

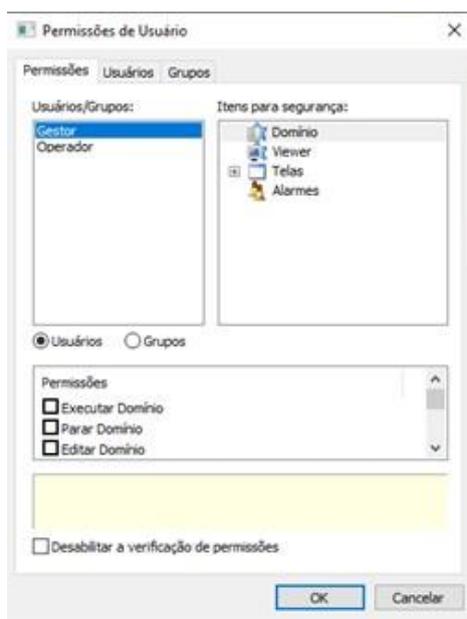


Figura 10 – Usuários Gestor e Operador criados. Fonte: Próprio Autor.

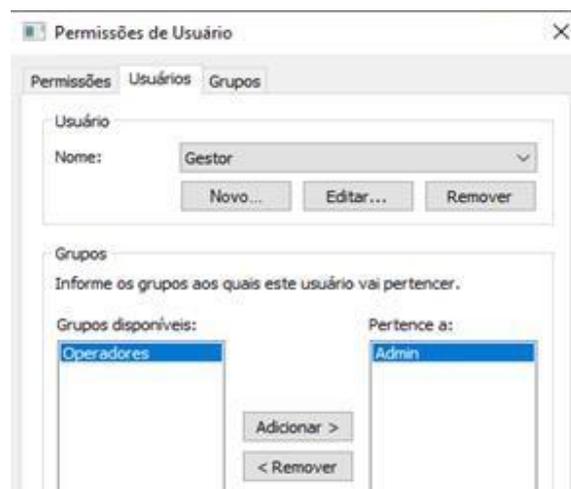


Figura 11 – Usuário Gestor, sendo incluído no grupo Admin. Fonte: Próprio Autor.

A criação destas identificações é feita através do próprio Eclipse E3, na

opção usuário, nesta opção são cadastrados os *logins* e senhas e esses usuário são agrupados conforme a sua categoria. No caso foi gerado dois grupos, os Operadores e o Admin, nesses grupos também se inseriu os usuários operador e gestor, com suas senhas, respectivamente (ver Figura 11).

### 5.3. DESENVOLVIMENTO DAS TELAS



Figura 12 – Tela inicial do Supervisório. Fonte: Próprio Autor.

A primeira tela de execução do supervisório é a tela de Login, nela, é realizada a autenticação de *login/logout* do usuário operador ou gestor, limitando as funções conforme o cargo atribuído ao *login* (ver Figura 12).

Após o *login* realizado, o usuário é direcionado para Quadro 1, este item quadro é uma opção do Elipse E3 onde podemos inserir várias telas simultâneas em uma única visualização, onde encontra-se duas telas simultâneas, a Tela\_Principal e a Tela\_Seleção, neste momento o operador poderá escolher qual dos caminhões irá iniciar a pesagem e verificar as informações de credenciamento do sistema. A seleção é feita através do E3Browser2, que é um objeto utilizado para visualizar dados em BD e esta visualização é feita através de Consultas, que são personalizáveis na linguagem SQL. Para a que os dados fossem para os *displays*, foi feita a visualização através do script do E3Browser2 (ver Figura 13).

Relatório de Operações SAIR

PORTARIA DATA BALANÇA HORA

29/10/21 21:06:37

IDENTIFICAÇÃO	CPF	NOME	TIPO	FORNECEDOR	PLACA	PESO	STATUS
202105A103	445.232.787-29	JOAQUIM LIRIO	ALIMENTOS	BUALZ	FFQ2317	1	Em Espera

Registro: 1 de 1

Codigo da Viagem

CPF

Placa

Tipo da Mercadoria

Carga em Toneladas

CONFIRMAR

Figura 13 – Tela de Seleção. Fonte: Próprio Autor.

Ao selecionar a opção, o usuário poderá prosseguir com a operação clicando no botão **balança**, esse botão o encaminhará para uma nova tela, que já se iniciará com o código da viagem selecionada no Quadro 1, assim ao começar a pesagem o operador deverá pressionar a tecla *enter*, e a partir deste momento as informações da viagem serão carregadas para a tela.

Finalizada a pesagem, o operador inserirá manualmente o peso através do *setpoint* referente e, caso seja necessário, poderá alterar a informação de qual berço a carga tem destino. Após isto, o botão **confirmar** poderá ser pressionado para que possa ser escrita estas informações no BD e para que o tempo de logística possa ser iniciado. Neste momento, o estado da viagem é alterado de “em espera” para “em processo”. Ao ser finalizado o carregamento, o operador deve pressionar o botão de finalizar para que a contagem de tempo se encerre e o estado da viagem mude para finalizado (ver Figura 14).



Figura 14 - Tela Balança. Fonte: Próprio Autor.

#### 5.4. RELATÓRIO

Para os gestores, o supervisorio trará somente uma opção que é a geração de relatórios, nela, será exibida uma tela com as informações de todas as viagens que estão no BD. Assim o gestor poderá imprimir e gerar os PDFs das informações. (ver Figura 15).

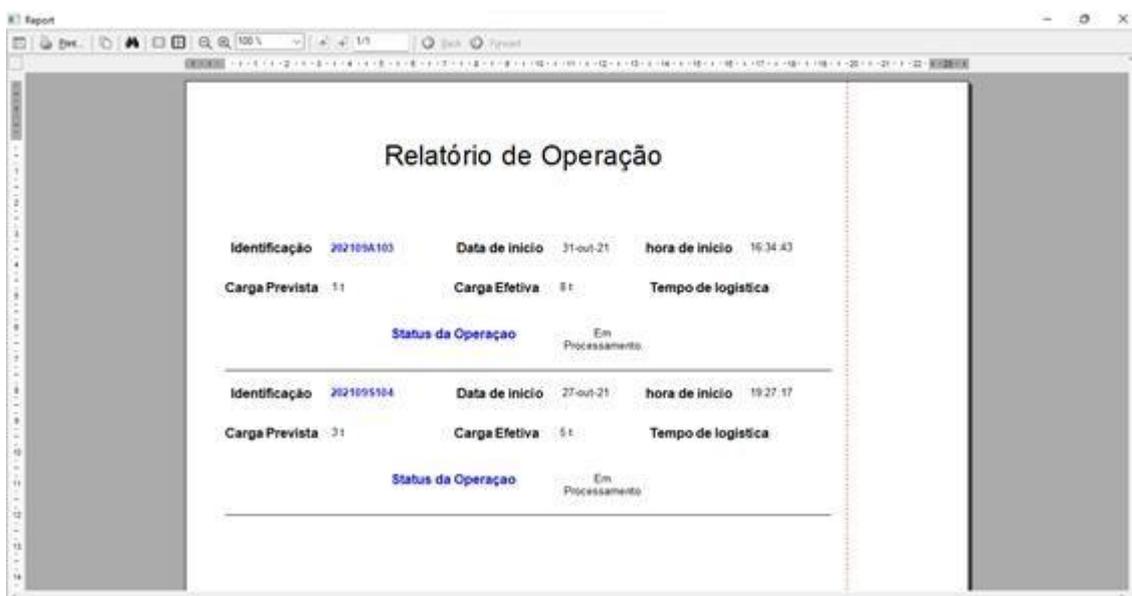


Figura 15 - Relatório. Fonte: Próprio Autor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentado a aplicação de um sistema supervisorio em

uma área portuária com foco no carregamento de navios, com o intuito de automatizar e gerenciar e com isso trazendo mais informações para a logística desta operação. Desta forma, trazendo mais segurança para os operadores durante a operação e podendo exibir as informações de forma geral para que os gestores possam ter as melhores decisões na gestão. A resolução do problema se baseia na comunicação do supervisor com o banco de dados, tornando possível que o Elipse E3 consulte, altere e insira as informações no BD (Banco de Dados).

A execução deste projeto teve como princípio trazer uma visualização e operação dentro do *software* de uma forma mais simples e segura, visando assim a fácil consulta e execução de comandos dentro da plataforma e assegurando que a partir dos níveis hierárquicos de uma certa logística, as informações sejam alteradas somente pelos responsáveis pela operação e relatadas para somente as pessoas responsáveis, tornando assim o sistema mais seguro e prático.

Como sugestão para trabalhos futuros seria interessante a inserção de algum CLP ou mesmo um simulador de CLP; deste modo, seria possível obter um maior controle do supervisor no início da pesagem e carregamento, fazendo com que o sistema fosse mais dinâmico e conciso.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES, William. P. Banco de Dados, 1ª ed. São Paulo. Editora Erica, 2014. 161 p.

ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE. Anuário CNT do Transporte: Estatísticas Consolidadas. Brasília, 2020. Disponível em: < <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/> >. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

DAMAS, Luís. *SQL - Structured Query Language, 6ª edição*. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2007.

GOEKING, Weruska. Da máquina a vapor aos softwares de automação. Portal O setor elétrico, Santa Cecília, SP, 2010.

ISPS CODE, disponível em: <

[http://www.abtp.org.br/downloads/ISPS\\_Code\\_port\\_05142003.pdf](http://www.abtp.org.br/downloads/ISPS_Code_port_05142003.pdf) > Acesso em: 10 out. 2021.

JURIZATO, Luís Augusto; PEREIRA, Paulo Sérgio R. Sistemas supervisórios. Nova odessa, network Technologies, v. 1, p. 2, 2003.

MICROSOFT. Manuais Online do SQL Server. 2008a Disponível em: < [https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ms130214\(v=sql.105\)?redirectedfrom=MSDN](https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ms130214(v=sql.105)?redirectedfrom=MSDN) >. Acesso em: 13 out. 2021

MICROSOFT. Usando o SQL Server Management Studio.2008b. Disponível em:< [https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ms174173\(v=sql.105](https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ms174173(v=sql.105)>. Acesso em: 13 out. 2021

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. Engenharia deAutomação Industrial, 2ª ed. Rio de Janeiro, Grupo GEN, 2006, 347 p.

PESCIO, Paulo Henrique. Análise da integração da tecnologia da automação aplicada ao processo de fabricação de papel. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.2013

ROCHA, Sofia Tami Kitayama. Modelo de referência para interface homem máquina no CLP. 2021.129 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharel) – Faculdade de Engenharia Mecatrônica da Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2021.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SANTOS, Max.Mauro. D. Supervisão de Sistemas - Funcionalidades e Aplicações.1ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014. 121 p.

SILBERSCHATZ , Abraham; KORTH, Henry F.;SUDARSHAN,S. Sistema de Banco de Dados. 7ª ed. Rio de Janeiro, Grupo GEN, 2020.732 p.

SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 16, 2003.

ZANGHI, Eric. Sistemas SCADA: Conceitos. PROTCOM. Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência. Porto – Portugal, p. 9,2019.

# AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: UMA ANÁLISE TÉCNICA E DE INVESTIMENTO

Vagner Facini Teixeira<sup>1</sup> e Rafael de Paula Cosmo<sup>2</sup>, Matheus Brunoro Dilem<sup>2</sup> e Diego Santana Conceição<sup>2</sup>

1 – Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica

2 – Professor Multivix

## RESUMO

Com o avanço da tecnologia a automação está tomando de forma gradativa o seu espaço nas residências da população. Palavras como *smart tv*, *smartwatch* e *smartfone* estão cada vez mais inseridas no cotidiano das pessoas. Porém, uma reflexão que pouco se faz é se esses aparelhos podem ser utilizados para automação residencial. Este artigo pretende demonstrar que uma residência pode ser automatizada em um nível satisfatório, dispondo-se de um valor monetário acessível ao cidadão comum. Uma pesquisa foi realizada visando apresentar os equipamentos disponíveis no mercado e suas funcionalidades, de modo que quando somados aos assistentes virtuais se obtém o maior conforto no âmbito da domótica. Também foram apresentados conceitos que cercam o universo da automação, como IoT e os diversos protocolos de comunicação utilizados. Através de uma pesquisa de valores dos kits para automação e de equipamentos individuais, pôde-se concluir que o cidadão comum tem condições de automatizar sua residência se assim o desejar. O resultado se mostrou satisfatório, estando em conformidade com a proposta da pesquisa.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca do homem por melhorias para a sua vida tem ajudado significativamente na evolução da sociedade. Descobrimo o fogo e inventando ferramentas que auxiliam no trabalho, o homem sempre está em busca de maior comodidade e conforto e, como consequência, surgiu a automação (LIMA, 2003).

Segundo Lima (2003, p. 1), um dos primeiros dispositivos automáticos da humanidade foi o relógio d'água, desenvolvido em meados do século II A.C., facilitando a medição do tempo. A revolução industrial trouxe a máquina a vapor, enquanto James Watt foi o desenvolvedor do primeiro controlador automático para aplicação em processos industriais. Outro nome que também se destacou foi o de Isaac Newton, que lançou os fundamentos da modelagem matemática e da análise, usados até os dias atuais para enviar mísseis

controlados por satélites que acertam o alvo com erro na ordem de alguns centímetros (LIMA, 2003).

Em se tratando do âmbito residencial, o senso comum da palavra “automação” causa a impressão de que se trata de uma habitação totalmente tecnológica, confortável, autônoma, contando com aparatos caríssimos e de última geração. Esse errôneo conceito induz a percepção de que se trataria de um sistema intangível à maioria da população, e que somente estaria acessível a todos em um futuro distante.

Porém, atualmente é difícil não estar em contato com a automação, seja no carro, numa sala ou no próprio bolso. Diversos equipamentos que contam com certo tipo de automação estão inseridos na vida da população há algum tempo, como *smartphones*, *smartwatches*, *smart TVs*, dentre outros. Em muitos casos, não se percebe que a automação, por mais simplória que seja, faz parte do cotidiano das pessoas.

A automação residencial pode trazer uma série de benefícios, como conforto, acessibilidade, ergonomia, gestão do tempo, programação de agendas, economia de energia, dentre outros. Uma pessoa que ainda não teve contato com essa tecnologia pode não ter a noção do que o aparelho em sua mão é capaz de proporcionar, bem como a forma com a qual ele pode interagir com outros equipamentos a fim de trazer o máximo de conforto e comodidade dentro de sua residência.

Com o avanço da tecnologia, os dispositivos estão cada vez mais acessíveis e populares. A implantação da automação em residências pode ser realizada em diversos níveis de capacidade e abrangência, ficando a cargo do consumidor a sua escolha. Contudo, grande parte da população não tem a percepção de que dispositivos simples e de baixo custo podem constituir uma automação residencial básica, porém útil, e acessível a muitos. É o que se observa no excerto a seguir:

Em vigor desde 1.º de janeiro, **a lei que promove incentivos e benefícios tributários** à chamada Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) deve acelerar a automação das residências no Brasil. Segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (**Aureside**), o uso de dispositivos de IoT para casas inteligentes deve crescer 20% até 2023 (AURESIDE, 2021, grifos do autor).

Da reflexão levantada sobre o assunto, emerge uma pergunta que deve ser respondida: a automação residencial é viável para o cidadão brasileiro

comum? Com essa indagação, deve-se levar em consideração vários aspectos, como: o que efetivamente é uma residência automatizada; quais as necessidades que deverão ser atendidas; qual o custo para isto.

Tendo em vista as considerações acima, buscou-se fazer um levantamento e analisar os dispositivos de automação destinados a residências disponíveis no mercado, identificando suas funcionalidades e os valores necessários para sua implantação. Além disto, também se buscou observar as aplicabilidades dos equipamentos e dispositivos, bem como ampliar o entendimento dos conceitos por trás de seu funcionamento. Desta forma, espera-se apresentar o que o mercado tem a oferecer, fornecendo uma percepção técnica e de investimento para que uma residência possa ser automatizada em diferentes níveis.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Conforme Pessoa e Spinola (2014), a palavra “automação” vem do latim *automatus* que significa mover-se por si, ou seja, trata-se da realização de tarefas sem a intervenção humana com equipamentos e dispositivos que funcionem de forma independente. Os autores também afirmam que esses equipamentos, na ocorrência de desvios, possuem a capacidade de realizar correções segundo as condições definidas de operação.

O desempenho do equipamento é otimizado através de controle automático. Isso traz benefícios, como a melhoria da qualidade, redução de custos, substituição de mão de obra e, conseqüentemente, aumento da produtividade. Certas atividades não são possíveis sem o uso de um sistema de controle automático pelo fato da necessidade de atuação em tempos tão curtos que o ser humano não seria capaz de reagir (PESSOA; SPINOLA, 2014).

Um bom exemplo demonstrado pelos autores Pessoa e Spinola (2014) seria o freio automático do veículo, também conhecido como sistema ABS (*Anti-lock Braking System*). Este dispositivo funciona de forma a assumir o controle do freio do automóvel, atuando de maneira a não permitir que a roda trave, freando e liberando o veículo, o que garante sua aderência junto à pista.

### **2.1. Automação Residencial**

Oliveira e Alves (2019), afirmam que, Automação Residencial é um

conjunto de componentes com o objetivo de acionar, movimentar ou monitorar os mais diversos tipos de cargas e variáveis de um prédio, com a finalidade de promover segurança, comodidade e eficiência para o usuário geral.

Segundo Aureside (2020), um levantamento feito pela Statista, uma empresa global especializada em pesquisa de mercado, revelou importantes dados sobre o mercado de casas inteligentes brasileiras.

Essa pesquisa se baseou em seis subsetores: conforto e iluminação; entretenimento; controle e conectividade; eletrodomésticos inteligentes; segurança; e gerenciamento de energia (AURESIDE, 2020).

Dentre os seis setores acima listados, foi constatado que o número de residências que contam com algum tipo de sistema automatizado saiu de 0,33% a 0,67% em 2017 para 2% a 3,67% em 2020 (AURESIDE, 2020).

### 2.1.1. Domótica

O termo domótica resulta na junção de duas palavras, a palavra romana *domus*, que faz referência à casa, e a palavra robótica, que se refere à realização de controle automatizado por robôs. Tal expressão resulta na definição de um processo de automatização do ambiente doméstico. Existem outros termos com relação ao tema além de domótica como, por exemplo, Automação Residencial (*Home Automation*) e Casas Inteligentes (*Smart Houses*), estes, por sua vez, se relacionam de forma mais abrangente atendendo melhor a definição (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

A domótica gerencia recursos como iluminação, climatização de ambientes e segurança. Seu conceito traz possibilidades de criar ambientes inteligentes, deste modo, simplificando e melhorando a vida do usuário, trazendo satisfação, conforto e segurança (CEZAR, 2020).

Com o advento da Automação Residencial, logo foram criadas instituições com o intuito de regularizar este segmento, estas, por sua vez, estão espalhadas pela América do Norte, Europa e no Brasil, como se pode observar a seguir:

Existem pelo mundo diversas entidades e instituições reguladoras da domótica que buscam elaborar um padrão para fomentar a domótica. Na Europa e Estados Unidos, como o conceito de domótica já está bem difundido existem diversas entidades e associações como o *European Installation Bus Association* (EIBA) da Europa e o *National Association of Home Builders* (NAHB) dos Estados Unidos, entre outros. No Brasil em fevereiro de 2000 foi registrada a AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial), que tem como

missão divulgar conceitos a todos os envolvidos no setor, difundir tecnologias, homologar produtos e serviços, treinar e formar profissionais na área da domótica (CEZAR, 2020 p. 2, grifo do autor).

## 2.2. Protocolos

Alguns tipos de redes de comunicação com ou sem fio, são regulamentados pelo Instituto dos Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas (IEEE). A importância desta classificação se faz por conta da ampla gama de redes de comunicação compostas por dispositivos capazes de trocar informação entre si (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

### 2.2.1. Wi-Fi

Protocolo referente à tecnologia para conexões sem fio que respeitam o conjunto de normas IEEE 802.11. Atualmente é o padrão mais utilizado no mundo para transmissão de dados sem fio. O *Wi-Fi* opera em faixas de frequências em que não são necessárias licenças para instalação e/ou operação. Esta tecnologia permite a implementação de redes que conectam computadores e outros dispositivos compatíveis que estejam geograficamente próximos. Este tipo de rede dispensa a utilização de cabos, uma vez que sua transmissão de dados se faz através de radiofrequência (MARTINS; NEVES, 2020).

Martins e Neves (2020) ainda afirmam que a ampla utilização do *Wi-Fi* se dá por conta de sua rápida evolução. A norma IEEE 802.11b seguiu-se das normas IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n. As novas adições refletiram em velocidades de transmissão mais altas e na eficiência do uso do espectro. A norma IEEE 802.11b fornece taxas de transmissão de dados de 11 Mbps em uma banda de 2.4 GHz, já a IEEE 802.11g permite taxas de transmissão de 54 Mbps utilizando a mesma banda. A IEEE 802.11n foi o padrão que utiliza MIMO, do inglês *Multiple Input Multiple Output* (múltiplas entradas múltiplas saídas), e opera nas bandas 2,4 GHz e 5GHz, esta funcionalidade de dupla banda torna possível alcançar taxas de até 600 Mbps.

Vale salientar que com o advento do Wi-Fi, a instalação de cabeamento estruturado não é mais uma opção atraente, fato este que condiz com a afirmação de Alves e Mota (2003). Segundo os autores, deverão ser previamente definidos todos os locais nos quais serão instalados os dispositivos, para que não seja necessária a passagem de novo cabeamento

devido a alguma mudança, ou ainda a troca de todo o cabeamento caso a tecnologia se torne obsoleta.

A instalação de uma rede sem fio pode ser muito fácil e rápida pelo motivo da não necessidade de passar cabeamento por paredes e tetos além da vantagem de chegar onde os cabos não chegam, como jardins, piscinas, etc. (ALVES; MOTA, 2003).

### **2.2.2. Ethernet**

Este protocolo possui a capacidade de atuar com diversos meios de transmissão. Existem nomenclaturas estabelecidas pela IEEE 802.3, que especificam sua velocidade, a forma de como o sinal é transmitido e qual o meio que este sinal trafega (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

O protocolo ethernet possui alguns tipos com características próprias:

- 10Base-5: Opera com velocidade de até 10 Mb/s e o cabo utilizado é o coaxial grosso.
- 10Base-2: Opera com velocidade de até 10 Mb/s e o cabo utilizado é o coaxial fino.
- 100Base-T e 1000Base-T: Operam com velocidades de 100 Mb/s e 1Gb/s respectivamente, sendo os mais encontrados nos computadores atuais, e o cabo utilizado é o par trançado.
- 10Base-F: Opera com velocidade de 10Mb/s, sendo seu meio de transmissão a fibra óptica, ideal entre edifícios por demandarem um comprimento maior de cabo e serem propícios para locais com maiores ruídos (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

Foi demonstrado velocidades na ordem de 10 Mb/s, porém, atualmente os dispositivos que utilizam o protocolo Ethernet podem chegar a 10 Gb/s, ou seja, 1000 vezes mais rápidos. Tais velocidades são possíveis devido a evolução da capacidade de processamento dos computadores, e com o aumento do volume de dados transmitidos essa demanda se faz necessária (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

### **2.2.3. Bluetooth**

Segundo Jesus (2021) o *Bluetooth* é um padrão de comunicação sem fio que se destina a conectar diferentes dispositivos fixos, portáteis e móveis, seus

dados são transferidos a curtas distâncias.

As versões 2.0 são *Basic Rate* e *Enhanced Data Rate* (BR, EDR), sendo consideradas mais antigas que o *Bluetooth High Speed* (HS), que é a versão 3.0, e o *Bluetooth Low Energy* (BLE), que é a versão 4.0 ou superior. O BLE opera na banda de 2,4 GHz e define 40 canais de radiofrequência. Existem dois tipos de canais, o de publicidade e o de dados. O de publicidade “descobre” novos dispositivos, estabelecendo conexão e transmissão de *broadcast* (expressão utilizada para transmissão em larga escala), enquanto o de dados é utilizado para comunicação bidirecional entre dispositivos que estão conectados (JESUS, 2021).

### 2.3. Internet das Coisas (IoT)

O termo IoT, do inglês *Internet of Things*, que em português significa Internet das Coisas, transmite a ideia de que a internet pode estar presente em tudo. Com essa ideia por trás do conceito, é dito que todos os equipamentos podem estar conectados à internet, facilitando assim, a vida dos usuários em sua rotina (MORAIS, 2018). Uma boa definição de IoT é a que segue:

O conceito de IoT é baseado na ideia de fusão do mundo real com o mundo digital, fazendo com que os indivíduos estejam em constante comunicação e interação com outras pessoas e objetos. A IoT possui funções de reconhecimento inteligente, localização, rastreamento e gerenciamento dos diversos dispositivos, trocando informações a todo o momento (MORAIS, 2018 p. 18).

Existem infinitas aplicações da IoT para residências, como por exemplo, termostatos inteligentes que medem a temperatura ambiente para regular um ar-condicionado ou aquecedor, de forma a condicionar a temperatura ideal. Além destes dispositivos conectados à internet e com capacidade de processamento, podem aprender a rotina da família e atuar de forma totalmente autônoma (SYSTEM ITS, 2017).

Segundo a System ITS (2017), outra possibilidade é a utilização de fechaduras inteligentes (*smart locks*) conectadas à internet por *Wi-Fi*, desta maneira, permitem que trancas sejam controladas remotamente. Este sistema possui a capacidade de enviar imagens de visitantes ao *smartphone* do usuário, que pode até permitir o acesso à residência, seja de onde estiver.

### 2.4. Assistentes Virtuais

Assistentes virtuais são *softwares* que se caracterizam por auxiliar as pessoas em sua rotina, tornando-a mais prática e assertiva, podendo executar um vasto número de tarefas a pedido do usuário. Estes assistentes, através de informações e preferências identificadas, interagem e auxiliam a pessoa, reconhecendo, assim, suas necessidades diárias. Tal recurso possibilita o desempenho das mais variadas funções, como instrução, prestação de assistência e suporte (MARTINS; GUERRA, 2020).

Alexa é um assistente virtual desenvolvido pela Amazon. Utilizando apenas a voz, o dispositivo permite que o usuário faça perguntas e solicitações. Como um exemplo, pode-se fazer perguntas sobre o tempo, solicitar a realização de alguma tarefa como adição de um item específico a lista de compras ou tocar uma música da preferência do usuário. Quando um comando é dado a Alexa, uma gravação do que foi solicitado é enviada à nuvem para que a solicitação seja processada e atendida (AMAZON, 2021).

A Amazon (2021) afirma que o modo de acesso depende do tipo de dispositivo. Em aparelhos acionados por viva-voz, como o Amazon Echo, Alexa pode ser acessada ao falar a palavra de ativação (Alexa, Echo ou Amazon). Em outros dispositivos, basta pressionar um botão para acessar o assistente.

A Google, outra empresa gigante da internet, também desenvolveu seu próprio assistente virtual. O Google Home, que através do app o usuário poderá gerenciar, controlar e organizar câmeras, TVs, luzes, entre outros produtos. O app funciona como um controle remoto compatível com milhares de dispositivos de casa inteligente de diversas marcas. Na seção “Casa” pode-se controlar os alto-falantes, telas e outros dispositivos inteligentes. Utilizando essa opção é possível configurar novos dispositivos e organizá-los por ambiente. Também é possível adicionar mais de uma casa, tocando no nome correspondente pode-se alternar entre elas (GOOGLE, 2021).

Na seção “Ações Rápidas” se tem o controle geral da casa, em que cada botão possui a função de controlar um dispositivo, um serviço, ou um grupo de dispositivos. Os botões têm funções diferentes dependendo do dispositivo representado e do estado correspondente. Conforme Google (2021), algumas das ações rápidas são:

- Acender ou apagar luzes: Liga ou desliga as luzes inteligentes de cada ambiente ou de dispositivos desse tipo na residência.

- Mídia: pode-se ver as mídias ativas no ambiente e em qual dispositivo ela está em exibição, havendo mais de um dispositivo, a mídia poderá ser transferida de um para outro.
- Ligar para casa: Pode-se fazer uma ligação para a residência do usuário e todos os dispositivos conectados ao Duo tocarão.
- Transmitir: Transmitir uma mensagem do app para os alto-falantes com o Google assistente e *Smart Displays*.
- Termostato: Pode-se abrir os controles dos termostatos inteligentes na casa.
- Câmeras: Possui a opção de ver o *feed* de vídeo da câmera, podendo-se alternar a câmera caso haja mais de uma.
- *Wi-Fi*: Faz testes de velocidade, gerenciando as configurações de rede.
- Rotinas: Pode-se criar e gerenciar rotinas para os dispositivos disponíveis.

Outro assistente virtual dentre os mais conhecidos é a Siri, da Apple, que possui funcionalidades equivalentes às concorrentes. Conhecida por produzir respostas incomuns, esse dispositivo demonstra ser um grande assistente que auxilia o usuário nas tarefas diárias. Suas funções são muito parecidas com os assistentes supracitados, e possui a função de controlar dispositivos inteligentes através de seu *HomeKit* (MALEK, 2017).

Seja qual for o dispositivo escolhido, sabendo utilizá-lo de maneira correta, esses assistentes são grandes aliados nas tarefas diárias, contribuindo para a gestão do tempo e facilitando bastante a o dia-a-dia do usuário.

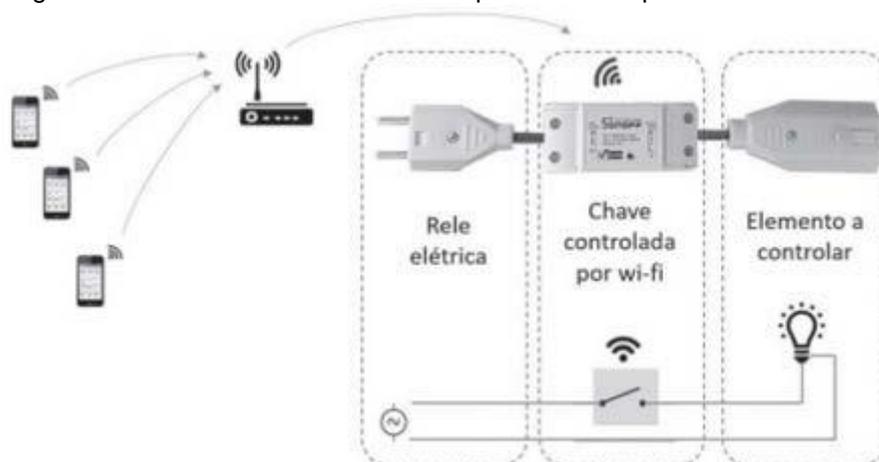
## 2.5. Dispositivos Inteligentes

Uma maneira bem simples de automatizar uma residência e ligar praticamente qualquer aparelho com um *smartphone* é através de *smart* relés *Wi-Fi*. O usuário deve criar uma conta nos servidores do fabricante do dispositivo para ter acesso e conectar os interruptores ao *smartphone*. Geralmente o primeiro acesso ao aplicativo solicita o registro, bastando, assim, inserir as informações e criar a conta (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

Segundo Junior e Farinelli (2019), a instalação consiste na conexão de dois fios em cada lado do dispositivo. Em uma das extremidades, é ligada a

fonte de energia (*Input*) e, na outra, o aparelho que se deseja acionar ou desativar remotamente (*Output*), conforme apresenta a figura a seguir:

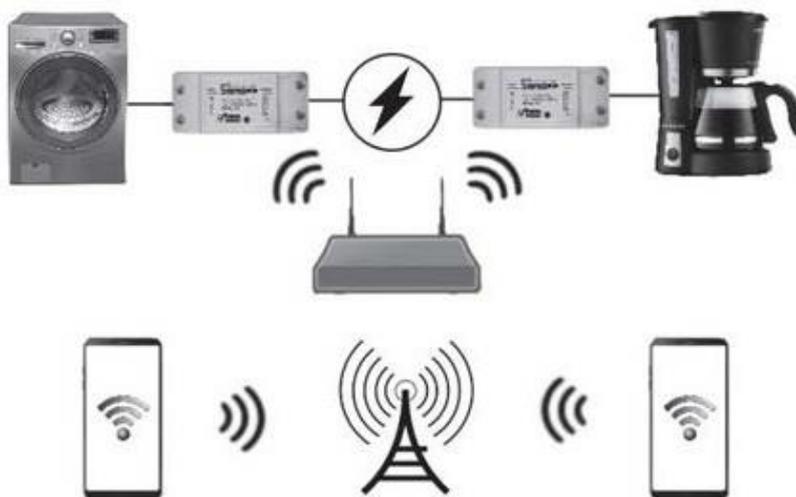
Figura 1 – Forma de acesso aos interruptores Sonoff por meio da internet.



Fonte: (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

Deste modo pode-se automatizar alguns aparelhos, como máquinas de lavar, lâmpadas ou cafeteiras, e ter acesso a eles remotamente, como mostra a ilustração a seguir:

Figura 2 – Forma de acesso aos interruptores Sonoff por meio da internet.



Fonte: (JUNIOR; FARINELLI, 2019).

### 3. METODOLOGIA

O referido trabalho tem como característica ser pesquisa de natureza básica, sendo assim, se faz a troca de conhecimento por conhecimento. Com relação à abordagem do problema, sua caracterização é qualitativa. De forma a proporcionar maior familiaridade com o assunto, o objetivo do estudo se caracteriza como pesquisa exploratória.

Para o desenvolvimento do trabalho foram desenvolvidas as etapas a seguir:

- **Levantamento bibliográfico:** Levantamento do que foi publicado sobre o assunto em revistas virtuais, artigos, livros, páginas de internet e simpósios.
- **Seleção do material bibliográfico:** Após sua leitura, foi feita uma seleção minuciosa do que será utilizado.
- **Coleta e cruzamento dos dados:** Foram analisados os dados obtidos para melhor demonstração do assunto abordado bem como cruzamento de dados para a certificação da veracidade do que foi pesquisado.
- **Consulta de valores:** Foi consultado em sites especializados em orçamento para se ter uma estimativa de quanto custa a automatização de uma residência.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se faz uma reforma, adição de um cômodo, uma área de lazer ou até mesmo uma piscina, se tem em mente que, para fazer melhorias há um custo, esta, por sua vez, dependendo do tipo, pode dispendir milhares de reais. Porém, a intervenção de certo trará mais conforto e satisfação. Com a automação não é diferente, e para obtê-la há um custo, que muitas vezes não chega ao valor de outros tipos de obras, como afirmam Alves e Mota (2003):

Na realidade, é consensual considerar-se que uma casa inteligente não é mais dispendiosa do que uma casa tradicional, levando em conta que o investimento em tecnologia orça entre 2% e 10% do valor total da casa, sendo normalmente inferior ao custo da cozinha ou da construção de uma pequena e simples piscina descoberta (ALVES; MOTA, 2003, p.13).

Na busca por fornecedores que oferecem orçamentos para automação residencial, foi constatado um consenso entre os valores apresentados.

Tanto Habitissimo (2021) quanto Bass (2017), empresas especializadas em automação residencial, levantam uma estimativa de que para se automatizar uma casa, o custo seria a partir de R\$ 6 mil, podendo ultrapassar os R\$ 30 mil dependendo dos sistemas escolhidos. Porém, nesse último valor está inclusa uma completa automação que contempla sistema de segurança, iluminação, climatização, combate a incêndio, *home theater*, persianas,

eletrodomésticos entre outros.

Entretanto, ao se levar em conta que a residência já possui eletrodomésticos, e que não haja a necessidade de uma casa inteiramente automatizada, os valores necessários reduzem bastante. Deste modo, uma opção pertinente seriam kits de automação com valores bem acessíveis.

Como um exemplo, um kit que possui três tipos de módulos, um é responsável por conectar os outros módulos na rede *Wi-Fi*, e é considerado o “cérebro”. O outro é o responsável por automatizar televisões, condicionadores de ar, sistema de som, persianas elétricas e qualquer dispositivo que possua um controle remoto que utiliza infravermelho. E por fim, o módulo que é inserido nos interruptores da casa, este pode ligar e desligar qualquer eletrodoméstico ou iluminação da residência, podendo controlar até dois circuitos independentes (HOUSEASY, 2021).

Os valores orçados para um kit como o citado acima, que conta com um módulo de controle *Wi-Fi*, dois módulos para controlar qualquer equipamento que se utiliza de um controle remoto via infravermelho e quatro módulos capazes de acionar ou desligar até oito circuitos da residência, custa R\$ 539,90 (HOUSEASY, 2021).

Com este equipamento, pode-se, por exemplo, controlar a iluminação de 6 cômodos, programar o ar-condicionado para ligar 10 minutos antes de se chegar do trabalho e programar a cafeteira para ligar e passar o café pouco depois de acordar. Este é apenas um exemplo simples da variedade de possibilidades que esse kit pode proporcionar.

Há também módulos similares, constituído de uma placa com oito canais para comandar oito circuitos através do *Wi-Fi*. Esse tipo de dispositivo pode ser encontrado por R\$ 571,00. (REDGTECH, 2021). No entanto, este modelo requer a necessidade da conexão de todos os cabos dos circuitos à placa, inclusive o cabo de rede. Deste modo, o usuário terá que passar todo o cabeamento dos circuitos até o local onde será instalada a placa. Há de se observar que nem sempre o mais caro é o melhor, também deve se levar em conta a topologia do sistema e a forma de instalação. Em suma, se tudo não for bem planejado, há o risco de o sistema sair mais caro do que deveria.

Há também a possibilidade da aquisição de alguns componentes separadamente. Por exemplo, os relés inteligentes, que podem ser encontrados por R\$ 48,00 cada. Dessa forma, compra-se a quantidade

desejada para que a automação possa ser realizada aos poucos.

Outro dispositivo interessante e de fácil acesso são as tomadas inteligentes. Estas, por sua vez, são tomadas conectadas ao *Wi-Fi* que, como os relés inteligentes, têm a capacidade de acionar ou desligar qualquer aparelho plugado, seja por comando de voz ou pelo celular. Além disso, podem monitorar seu o consumo de energia em tempo real, sendo de fácil instalação, em que basta pluga-lo em uma tomada comum (NOVADIGITAL, 2021). Este tipo de tomada pode ser encontrado facilmente no comércio eletrônico ao valor de R\$ 78,99 cada (MERCADO LIVRE, 2021).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES**

Uma casa confortável pode ser considerada o desejo de consumo de quase todo ser humano. A Automação Residencial está diretamente atrelada ao conforto, ou seja, quanto mais automatizada a residência, mais confortável ela será.

Como foi mostrado, pôde-se constatar que a pessoa tem a opção de automatizar sua residência em diversos níveis, e o grau de satisfação, por se tratar de um sentimento individual, torna esse conceito um tanto subjetivo.

Levando-se em consideração o poder aquisitivo da classe média, que representa parte significativa da população brasileira, estima-se que a automação residencial poderia estar presente na maioria dos lares. Não a automação em seu maior nível, mas a que atende aos anseios mínimos através dos kits apresentados, ou até mesmo um ou dois dispositivos adquiridos individualmente.

Deste modo, com o tempo, pode-se automatizar uma residência aos poucos, da mesma forma com que se dispõe de fazer uma obra, a qual vai se desenvolvendo com o tempo até chegar ao resultado pretendido. Chegando à conclusão de que automatizar uma residência, depende mais de vontade do que de condição financeira.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, J. A.; MOTA, J. Casas Inteligentes. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico, 2003. 144 p.

AMAZON. amazon: ajuda, 2012-2021. Página de ajuda. Disponível em:

<<https://www.amazon.com.br/gp/help/customer/display.html?nodeId=201602230#nav-top>>.

AURESIDE, Casa “inteligente” é cada vez mais realidade. Aureside, 2021. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/noticias/casa--inteligente--e-cada-vez-mais-realidade>>..

AURESIDE, Como mensurar o mercado de Casas Inteligentes e Conectadas?. Aureside, 2020. Disponível em: <<http://plataformaconectar.blogspot.com/2020/08/como-se-situa-o-brasil-no-mercado.html>>.

BASS. Bass: Automação Residencial Preço: Saiba Quanto Custa Viver no Futuro, 2017. Página de preços. Disponível em: <<https://bassautomacao.com.br/automacao-residencial-preco/>>.

CEZAR, E. R. da S. A domótica criando conforto e segurança. Revista Ubiquidade. São Paulo, v. 3, n. 2, p. 20-29, jul a dez., 2020. Disponível em: <<https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaUbiquidade/article/view/1674/1499>>.

GOOGLE. Google: ajuda, 2021. Página de ajuda. Disponível em: <<https://support.google.com/chromecast/answer/7071794?co=GENIE.Platform%3DAndroid&hl=pt-BR>>.

HOUSEASY. Houseeasy: produtos, 2021. Página de produtos. Disponível em: <[https://www.loja.houseeasy.net/?gclid=Cj0KCQjwv5uKBhD6ARIsAGv9a-w0Du9Jq4xr0tXoFxrF8Dco88Jf6kG0jzgDWKtboSj\\_YjsLEqH7\\_34aAn48EALw\\_wcB](https://www.loja.houseeasy.net/?gclid=Cj0KCQjwv5uKBhD6ARIsAGv9a-w0Du9Jq4xr0tXoFxrF8Dco88Jf6kG0jzgDWKtboSj_YjsLEqH7_34aAn48EALw_wcB)>.

JESUS, K. de. Aplicação de Internet das Coisas (IoT) na agricultura de precisão. 2021. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso. ( Bacharelado ) – Unidade Universitária de Posse da Universidade Estadual de Goiás, Posse, 2021.

JUNIOR, S.L.S.; FARINELLI, F.A. DOMÓTICA - Automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2019. 295 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530055/>>.

LIMA, F. S. de. A Automação e sua evolução. 2003. 3f. Trabalho – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

MALEK, K. Techtudo: Todos os comandos de voz que a siri do iPhone é capaz de compreender, 2017. Página de artigos. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/listas/2017/08/todos-os-comandos-de-voz-que-a-siri-do-iphone-e-capaz-de-compreender.ghtml>>.

MARTINS, B. de A.; NEVES, T. G. L. Avaliação e modelagem da cobertura de sinal WiFi em ambientes do tipo auditório de eventos. 2020. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso. ( Graduação ) – Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

MARTINS, M. V.; GUERRA, L. T. B. Assistente virtual pessoal voltado à prevenção do suicídio. Texto Livre: Linguagem e Tecnologia, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 216–237, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/24387>>. Acesso em: 3 jun. 2021.

MERCADOLIVRE. Mercadolivre: lista, 2021. Página de procura. Disponível em: <<https://lista.mercadolivre.com.br/tomada-wifi-novadigital>>. Acesso em: 13 de ago. de 2021.

MORAIS, I. S. et al. Introdução a Big Data e Internet das Coisas (IoT). Porto Alegre: SAGAH, 2018. 183 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595027640/>>. Acesso em: 21 abr 2021.

NOVADIGITAL. Novadigital: produtos, 2021. Página de produtos. Disponível em: <<https://www.novadigitalsmart.com.br/produtos/tomada-inteligente-wk-br>>. Acesso em: 14 de ago. de 2021.

OLIVEIRA, G. F.; ALVES, M. C. O. DOMÓTICA: substituição da fiação de retorno nas instalações elétricas por cabeamento de dados e sistemas microcontrolados. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA FATEC SERTÃOZINHO. 2., 2019, Sertãozinho. Anais... Sertãozinho: FATEC, 2019. p. 391-403.

PESSOA, M. S. P.; SPINOLA, M. M. Introdução à Automação para Cursos de Engenharia e Gestão. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 328 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153257/>>.

REDGTECH. Redgtech: produto, 2021. Página de produtos. Disponível em: <<https://redgtech.com.br/produto/cloud-08-canais/>>.

SYSTEM ITS, Internet das Coisas: entenda o que é e veja exemplos de suas aplicações. Medium, 2017. Disponível em: <<https://medium.com/system-it-solutions/internet-das-coisas-o-que-e-exemplos-b82855d1a969>>.

THB. THB: produto, 2021. Página de produtos. Disponível em: <<https://thbtecnologia.com.br/produto/sonoff-basic-r2-automatizador-1-ch-bivolt/>>.

## **DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE EM UMA EDIFICAÇÃO DE ENCOSTA**

Indyara Cristina Ribeiro Lyrio<sup>1</sup>, Iury Paulino Rodrigues de Oliveira<sup>1</sup>, Tiago Silva de Oliveira<sup>1</sup>,  
Rafael de Paula Cosmo<sup>2</sup> Isadora Potiguara Gotardo <sup>2</sup> e Otávio Gaigher Simões<sup>2</sup>

1 – Acadêmicos do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Multivix.

2 – Professor Orientador da Faculdade Multivix .

### **RESUMO**

Manifestações patológicas na construção civil são desvios daquilo que é admitido como condições normais ou esperadas, que conflitam com a integridade ou comportamento habitual de edificações e suas partes. O objetivo do presente artigo é realizar um diagnóstico de patologias causadas pela umidade por meio de um estudo de caso em uma edificação de encosta na cidade de Vitória – ES. A metodologia adotada consistiu em utilizar mecanismos de investigação e inspeção, com intuito de levantar informações que agregam ao diagnóstico das patologias observadas. Para isso, foi realizado um levantamento fotográfico das manifestações patológicas decorrentes de umidade nos locais de ocorrências, apresentando assim, soluções técnicas para minimizar ou mesmo sanar os problemas detectados.

Palavras-Chave: Manifestações patológicas, Edificação de encosta, Umidade.

### **INTRODUÇÃO**

O estudo de manifestações patológicas nas construções delimita-se em analisar a ocorrência de falhas e defeitos da variação do que se considera o equilíbrio pré-existente ou idealizado. Uma vez estudadas as fontes dos vícios, é possível evitar que a ocorrência de problemas patológicos se torne algo comum nas edificações (DO CARMO, 2003).

Cánovas (1988), afirma que a Patologia das Construções não é uma ciência moderna, uma vez que a presença de problemas nas primeiras construções realizadas pelo homem primitivo já era relatada, como constata-se pelo Código de Hamurabi.

Todavia, mesmo apresentando uma durabilidade considerada boa, edificações não possuem uma vida útil infinita. Além disso, há diversos fatores que influenciam, tanto de forma direta quanto indireta, para a redução desta vida útil (SCHEIDEGGER; CALENZANE, 2019).

Ripper e Souza (1998) explicam que os problemas deflagrados durante o ciclo de vida de edificações, podem ser causados tanto por envelhecimento natural dos materiais quanto por acidentes ocorridos durante o seu uso. Desse modo, é relativamente importante para a vida útil da construção o seu uso adequado. Uma vez que ações contraditórias às

indicadas podem resultar em pequenas patologias, que conseqüentemente, evoluem, comprometendo assim, a qualidade da obra.

Contudo, a obra está submetida às ações de diversos agentes externos, como por exemplo o calor, umidade, ação de ventos, sobrecargas, dentre outros, os quais irão, com o passar do tempo, produzir sua fadiga e aparecimento de problemas em seus elementos construtivos. Klein (1999) ainda expõe a má qualidade da mão de obra como favorecimento do surgimento de patologias.

Mediante aos aspectos citados e dentro da temática para a engenharia relacionando com patologias, tem-se umidade como sendo “qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado” (KLEIN, 1999).

Perez (1988), ainda afirma que a umidade nas construções apresenta uma alta dificuldade a ser corrigida. Essa dificuldade se dá principalmente em decorrência à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas.

Não obstante, o surgimento de problemas associados à umidade nas edificações, portam um grande desconforto e degradam a construção de forma considera rápida, além de apresentar soluções financeiramente elevadas.

O conhecimento da causa que gerou o problema é importante para que se possa prescrever a terapêutica adequada para o problema em questão, uma vez que se tratarmos os sintomas sem eliminar a causa, o problema tende a se manifestar novamente (DO CARMO, 2003).

Nesse contexto, a necessidade de conhecer manifestações patológicas no ramo da engenharia civil, com ênfase na umidade, torna-se algo essencial e indispensável, de modo a amenizar danos futuros.

Assim, o presente artigo se propõe em investigar a ocorrência de patologias causadas pela umidade, por meio de um estudo de caso em uma edificação de encosta na cidade de Vitória – ES, buscando trazer soluções com intuito de minimizar ou até mesmo sanar os problemas identificados.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O termo patologia significa estudo de doenças em origem grega, e tem como principal objetivo explicar os procedimentos que levaram ao surgimento de uma doença ou de algum de seus sintomas. Na construção civil, pode surgir a presença de

manifestações patológicas que ocorrem nas estruturas das edificações e que, se não tratadas, comprometem a segurança da construção e também de seus residentes. Bolina (2019, p. 8) complementa que:

A patologia das construções é a ciência que procura, de forma sistêmica, estudar os defeitos incidentes nos materiais construtivos, componentes e elementos ou na edificação como um todo, buscando diagnosticar as origens e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico, além das suas formas de manifestação. Por outro lado, os problemas nem sempre são identificados de forma imediata e interpretados de modo legível e evidente. É necessário adotar, em alguns casos, processos e sequências de inspeções cuidadosas e bem definidas, fundamentos em análises apoiadas em ensaios de diferentes tipos para se chegar a uma conclusão fidedigna e verdadeira que promova a remediação mais adequada à imperfeição instalada. A patologia das construções também estabelece a definição e o procedimento de técnicas, métodos, ensaios e processos de avaliação e análise das anomalias.

Segundo o autor, patologia e manifestação patológica possuem significados distintos. Uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de deflagração, enquanto a patologia, conforme o mesmo explica, é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.

Segundo Pereira (2019, p. 2), o processo construtivo de uma edificação depende de uma série de processos, que podem resultar em falhas dos mais variados tipos, gerando custos para recuperação e, em alguns casos, riscos mais graves que comprometem a segurança da edificação. Essas falhas podem ser cometidas ainda durante a fase de planejamento e/ou execução de uma edificação, devido à má utilização do usuário ou também devido à falta de cuidados e de manutenção periódica. A respeito do planejamento e execução de uma obra, Oliveira (2013, pag. 23) afirma que:

A patologia na execução pode ser consequência da patologia de projeto, havendo uma estreita relação entre elas; isso não quer dizer que a patologia de projeto sendo nula, a de execução também o será. Nem sempre com projetos de qualidade desaparecerão os erros de execução. Estes sempre existirão, embora seja verdade que podem ser reduzidos ao mínimo caso a execução seja realizada seguindo um bom projeto e com uma fiscalização intensificada.

O autor ressalta que uma obra de construção civil necessita de um bom planejamento prévio, acompanhada de uma execução de qualidade, não abrindo brechas

para o surgimento de mecanismos de degradação que, eventualmente, possam comprometer a vida útil e a durabilidade de uma edificação.

De acordo com as fundamentações de Souza e Ripper (1998, p. 24), muitas falhas na fase do projeto ocorrem devido a elementos projetados inadequadamente, falta de compatibilização entre as estruturas, especificação inadequada de materiais, detalhamento insuficiente ou errado, erros de dimensionamento, entre outros. No entanto, na etapa de execução, as patologias que surgem, na maioria das vezes, são relacionadas à qualidade da mão de obra, à falta de treinamento e à qualificação insuficiente dos operários.

As manifestações patológicas ocorrem também, em alguns casos, devido à falta de conduta adequada pelos usuários, conforme afirma Pina (2013, p. 44):

Muitas manifestações patológicas começam a manifestar-se após a ocupação do imóvel, ou seja, danos causados pelo próprio usuário, por falta de costume de ler o manual da edificação que é ou deveria ser oferecida pelas construtoras aos usuários. Maioria dos problemas são causadas na hora de fazer limpeza, ou seja, o uso de produtos de limpeza inadequados que reagem com os materiais empregados e também pelo uso inadequado dos equipamentos.

O autor cita exemplos de procedimentos, principalmente de limpeza, que normalmente são adotados por usuários e que podem causar danos à edificação, como: limpeza de calhas, limpeza de entupimentos, limpeza de fachada e instalação de antenas. O último se dá pelo furo da laje, facilitando a infiltração.

Podemos ainda citar outro cuidado essencial para evitar que problemas maiores surjam na edificação, que diz respeito às manutenções preventivas. A respeito disso, Villanueva (2015, p. 17) relata que a importância da manutenção para a conservação do desempenho da edificação é inegável, é impossível manter desempenho da edificação acima do limite aceitável sem que haja intervenções de manutenção periodicamente.

Portanto, a patologia na construção civil existe para explicar as causas da degradação de uma edificação, indicando principalmente a causa-origem, e cada causa é cabível a um determinado responsável. Scheidegger e Calenzani (2019) descrevem o responsável a depender da origem de um mecanismo de deflagração:

Se ocorridas na fase de realização do projeto, é cabível ao projetista. Ocorrentes por erros na construção ou escolha de materiais, são direcionadas ao construtor ou engenheiro e, por fim, se relacionadas à inadequação de

utilização ou manutenção da obra, fica de responsabilidade do proprietário/usuário.

Podemos citar ainda alguns desses mecanismos, são eles: trincas, rachaduras, fissuras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas, corrosões, oxidações, entre outros.

### **1. Principais manifestações patológicas causadas pela umidade**

A umidade pode ser representada como a quantidade de vapor de água presente num determinado espaço. Tratando-se de construção civil, a umidade pode ser caracterizada como algo úmido ou sutilmente molhado, presente em diversos elementos que compõe uma edificação.

Quando se introduzem questões relacionadas à umidade nas edificações, estas sempre trazem consigo grande desconforto, além de degradar muito rapidamente a construção, conforme é abordado a seguir por Montecielo (2016, p. 2 apud Verçoza, 1991):

A umidade não é apenas uma das causas de patologia, ela age também como um intermédio para que grande parte de outras patologias em construções aconteçam. A umidade é o fator primordial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. As manifestações patológicas podem ocorrer em diversas partes das edificações, como piso, parede, laje, teto e fachadas.

Os autores ainda relatam os problemas gerados mediante a presença dessas manifestações patológicas, tais como prejuízos de caráter funcional da edificação, e também incômodo aos moradores podendo influenciar em casos extremos, além dos custos para o tratamento e recuperação da edificação.

#### **1.1 Manchas**

Pode-se dizer que, juntamente com as fissuras, as manchas são uma das manifestações patológicas que mais ocorrem dentro e fora de uma habitação popular, originadas mediante as infiltrações sofridas pela edificação e pela umidade. Essas manchas podem surgir por conta de alguns fatores, sendo os principais a chuva e capilaridade.

Com relação à chuva, o principal motivo para o surgimento das manchas é a facilidade de infiltração e de percolação através das fissuras, trincas e rachaduras. Na capilaridade, segundo Verçoza (1991) as manchas surgem principalmente a partir da utilização de materiais porosos, como tijolos e argamassas, que apresentam canais capilares, permitindo que a água ascenda do solo e penetre no interior das edificações.

Levando em consideração as colorações das manchas, Bauer (2008, p. 92) complementa:

As manchas podem se apresentar com colorações diferenciadas, como marrom, verde e preta, entre outras, conforme a causa. Os revestimentos frequentemente estão sujeitos à ação da umidade e de microrganismos, os quais provocam o surgimento de algas e mofo, e o conseqüente aparecimento de manchas pretas ou verdes.

A manifestação patológica que se observa na Figura 1 ocorre com frequência, tanto internamente quanto externamente. Seu surgimento é devido a umidade, que é criada quando a água não encontra barreiras que a impeça, causando manchas nas edificações, desvalorizando e comprometendo a segurança da estrutura.

Figura 1 – Manchas presentes numa edificação



Fonte: Oliveira, 2013

### **1.2 Mofo e bolor**

São fungos que se formam na estrutura, normalmente de coloração verde ou preta. Esses fungos se desenvolvem em ambientes úmidos, escuros e que não possuem muita ventilação, entretanto, também podem ser avistados em paredes externas. A respeito dos fatores que levam ao surgimento de mofo ou bolor, Stuckert (2016, p. 6) afirma que o

surgimento e crescimento de bolor está relacionado com a presença de água e ar decorrentes de infiltração, condensação do vapor de água, umidade de obra, umidade proveniente do solo e vazamentos, podendo ocorrer o desenvolvimento de fungos.

Além dos problemas estruturais causados por essa manifestação patológica, como a degradação de um material, a estética da edificação também fica comprometida, e em alguns casos, perdendo o seu valor comercial, como é observado na figura abaixo.

Figura 2 – Parede com mofo



Fonte: Marques, 2021

### **1.3 Eflorescência**

São composições salinas, normalmente de coloração branca, que se formam na superfície das alvenarias, principalmente em paredes e tijolos, transferidas de seu interior pela umidade. Segundo Stuckert (2016, p. 6), essa patologia altera a estética dos acabamentos, pois além das manchas, ela pode provocar deslocamento do revestimento e da pintura. A respeito das causas que originam a eflorescência, ela é causada por três fatores, conforme relata Souza (2008, p. 41):

A eflorescência é originada por três fatores, que possuem o mesmo grau de importância. São eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície. Todos os três fatores devem existir e, caso algum deles não esteja presente, não haverá a formação desta patologia. Alguns fatores externos também ajudam para que este tipo de manifestação patológica ocorra, tais como: a quantidade de solução que irá aflorar; o aumento do tempo de contato que atua na solubilização de maior teor de sais; a elevação de temperatura, a qual aumenta a velocidade de evaporação e gera um favorecimento na solubilização dos sais; e fechando, a porosidade dos elementos, permitindo que esta migração da solução para a superfície ocorra.

O autor relata que é inevitável a presença de sais solúveis nas alvenarias, tendo em vista que os materiais utilizados durante a execução da obra possuem esses sais ou produzem ele durante os processos de cura. Para essa manifestação patológica, a solução mais adequada para o seu tratamento é também a redução da absorção de umidade, além da utilização de materiais com baixo teor de sais solúveis. A figura demonstra o surgimento de eflorescência nos pisos de uma residência.

Figura 3 – Pisos com eflorescência



Fonte: Souza, 2008

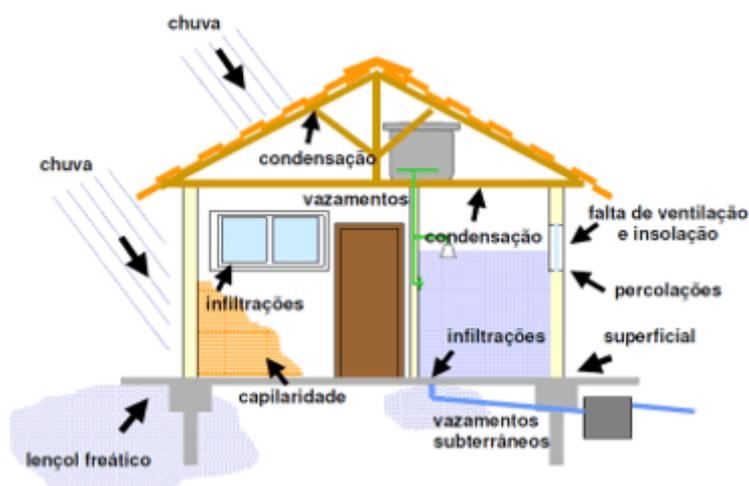
## **2. Origem e causas das manifestações patológicas devido à umidade**

Os problemas relacionados à umidade não raramente são encontrados nas construções civis e podem se originar em diversos elementos das edificações, sendo eles

pisos, fachadas, elementos de concreto, parede, entre outros. Tal afirmação é fundamentada por Verçoza (1991, p.149).

Entre os defeitos mais comuns das construções encontra-se a penetração de água ou a formação de manchas de umidade. [...] E o pior é que a umidade é a causa ou o meio necessário para a grande maioria das patologias em construções. Ela é indispensável para o aparecimento de mofo, eflorescências, ferrugem, perda de pinturas, de rebocos e até causa de acidentes estruturais.

Figura 4 – Ação da umidade sobre a edificação



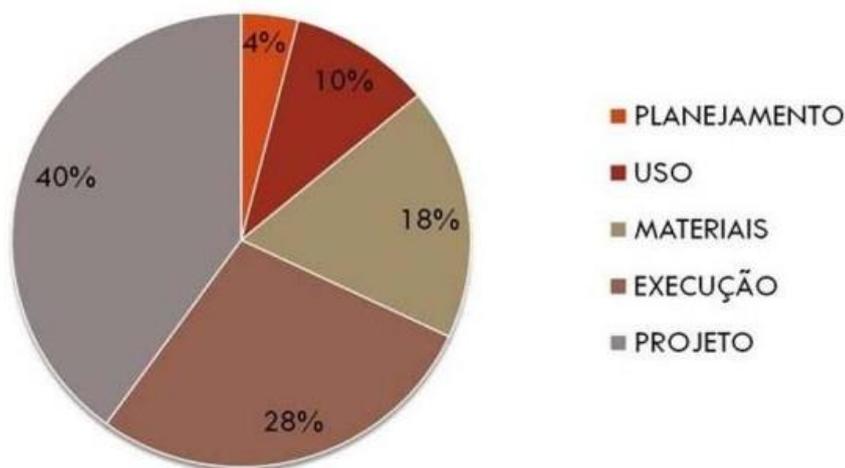
Fonte: Adriana D. B. Lage, 2012

A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991).

Conforme Verçoza (1991), as manifestações patológicas relacionadas à umidade nas construções são:

- Originadas por capilaridade;
- Originadas por chuvas;
- Originadas no momento da construção;
- Originadas por vazamentos hidráulicos;
- Originadas pelo efeito de condensação.

Gráfico 1: Comparativo das origens das manifestações patológicas de umidade



Fonte: Adaptado de Helene, 2003

Assim, compreende-se que é indispensável que os projetistas tenham muita atenção para que se alcancem resultados positivos, quando tiverem suas obras executadas não terão problemas evitando transtornos futuros (HELENE, 2003).

Segundo VERÇOZA (1991) e KLEIN (1999), a origem da umidade no momento da execução da construção é oriunda da água utilizada em materiais da obra, como, por exemplo a água, a qual permanece nos poros dos materiais, utilizada na confecção de concretos, argamassas e pinturas.

Em se tratando da umidade por capilaridade, os autores citados anteriormente, expõem que umidade oriunda de vazamentos hidráulicos é de difícil identificação do local e de sua correção, pois vazamentos desse tipo estão encobertos pela própria construção, sendo assim necessários a utilização de técnicas e equipamentos para sua visualização.

A umidade ascensional é definida por Alfano et al. (2006) como um fluxo de água no sentido vertical direcionado para cima em uma parede vertical, assim a origem da umidade por capilaridade é bastante comum em edificações de encosta e em construções estabelecidas abaixo do lençol freático, a qual ocorre pela ascensão da umidade pelo solo e atinge alturas diversas.

A umidade oriunda da chuva normalmente está ligada à absorção de umidade das áreas mais atingidas por essa água, como, por exemplo, os telhados, paredes e terraços

da construção que não estejam bem impermeáveis. Segundo Machado (2019, p. 8), a chuva é uma das maiores causadoras de umidade, tendo os fatores de direção e a velocidade dos ventos importantes, a intensidade da precipitação, e o conjunto todo de umidade tanto da região como dos materiais.

A umidade originada pelo efeito de condensação é oriunda de uma forma diferente das outras mencionadas anteriormente, pois a água se encontra no ambiente e se instala na superfície da estrutura afetada, o que não mais a classifica como infiltrada (SOUZA, 2008, p.10).

O autor relata que a condensação é a formação de água nos tetos e paredes devido ao contato do vapor com superfícies frias no interior das habitações. Pontes (2018, p. 32 apud Coccarelli, 2019) relata que a sua maior incidência é no inverno, quando as habitações estão normalmente mais quentes no seu interior que o lado de fora. Segundo a autora, nas estações frias, a condensação ocorre devido ao uso de alguns vaporizadores de ar.

### **3. Métodos de correção e tratamento dessas manifestações patológicas**

É evidente que a solução mais indicada para a recuperação de uma edificação é a realização periódica de manutenção, seja preventiva ou corretiva, quando for necessário. Afinal, assim como a saúde humana necessita de cuidados e acompanhamentos, o mesmo ocorre com as edificações que necessitam de vistorias periódicas para um bom funcionamento (PEREIRA, 2019, p. 8). De acordo com a autora, uma manutenção realizada de forma frequente pode evitar problemas graves para a edificação como a sua ruína e, ao comparar com a saúde humana, percebe-se o quanto essas manutenções são importantes e essenciais para a vida útil da estrutura.

É bem comum que ocorra o surgimento de manifestações patológicas decorrentes de uma má manutenção ou, em alguns casos, causadas pelo próprio usuário. Entretanto, algumas dessas manifestações são causadas por conta da umidade, gerando problemas para a edificação e também para as pessoas que nela habitam.

Um das principais técnicas utilizadas para áreas sujeitas a infiltração e umidade é a impermeabilização, que de acordo com a NBR 9575/2010, é o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da

umidade. A aplicação dessa técnica é de suma importância, pois além de evitar danos irreversíveis para a estrutura, também evita o prejuízo financeiro que será gasto para o tratamento desses danos, conforme complementa Exterckoetter (2018, p. 20):

A impermeabilização se faz uma das etapas mais importantes na construção, devendo ser tratada com a devida atenção por parte dos engenheiros, construtores, arquitetos e projetistas. O ato de impermeabilizar uma superfície, impedindo que a água ou qualquer fluido atravessasse essa área ou objeto, propicia uma eficiente proteção aos diversos elementos de uma obra sujeitas às ações das intempéries, permitindo a habitabilidade e funcionalidade da edificação, evitando, também, o aparecimento de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com infiltração de água.

São vários os produtos impermeabilizantes existentes, cada um com sua qualidade, desempenho, origem e métodos de aplicação. Para a escolha do impermeabilizante adequado, é necessário um estudo aprofundado de suas características, conhecendo todos os parâmetros técnicos, físicos e químicos. A variedade de produtos é tão vasta que existe um tipo de produto para cada indicação de local a ser impermeabilizado.

Os produtos impermeabilizantes podem ser divididos em dois conjuntos, os rígidos e os flexíveis. De acordo com a NBR 9575/2010, os impermeabilizantes rígidos são definidos como conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas a movimentação do elemento construtivo.

Já os impermeabilizantes flexíveis, de acordo com a norma, são os conjuntos de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo. Para ser caracterizada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico.

O primeiro conjunto engloba materiais como argamassa impermeável e polimérica, além dos cristalizantes. Enquanto o segundo, diz respeito às mantas e membranas, seja acrílica ou asfáltica. Cada um desses produtos possui sua própria especificação e também métodos de aplicação.

Para exemplificar, um dos procedimentos com esses produtos que pode ser adotado é a utilização de impermeabilizante cimentício de base acrílica semiflexível. Segundo Exterckoetter (2018, p. 7), esse impermeabilizante refere-se a uma argamassa

de cimento modificada com polímeros, formulada especialmente para impermeabilização de elementos de concreto ou alvenaria. Esse produto é desenvolvido para uma impermeabilização rápida em locais com pouca movimentação da estrutura. A tabela abaixo detalha como deve ser realizada a aplicação desse impermeabilizante.

Tabela 1 – Processos da utilização do impermeabilizante

<b>Passo</b>	<b>Procedimento de Recuperação da Umidade Ascendente</b>
1	Remoção do reboco da parede a uma altura de 0,50 metros acima da umidade apresentada.
2	Realização de reparos em nichos e falhas de concretagem na estrutura ou na alvenaria.
3	Execução de uma camada de regularização na alvenaria.
4	Aplicação da primeira demão de impermeabilizante na superfície.
5	Aplicação da segunda demão de impermeabilizante na superfície.
6	Aplicação da segunda demão de impermeabilizante na superfície.
7,8 e 9	Reexecução (chapisco, reboco e pintura) da parede.

Fonte: Exterckoetter, 2018

Produtos como o informado acima são bastante úteis para a impermeabilização de áreas submetidas à umidade constante, sendo bastante eficazes contra problemas de umidade e mofo em rodapés e paredes. Existem outras formas de impermeabilização, como a da viga de baldrame, que costuma ser uma solução viável contra a umidade que vem do solo, conforme aborda Pereira (2019, p. 13):

Ao impermeabilizar a base, cria-se uma barreira de proteção que bloqueia a umidade que vem do solo e impede que ela danifique as paredes da estrutura. O custo da impermeabilização representa de 1% a 2% do custo da obra, enquanto os gastos para corrigir os problemas advindo da ausência de impermeabilização, podem ser muito mais elevados dependendo do caso.

As vigas baldrame são elementos de suma importância para a estrutura, tendo em vista que a mesma impede que as paredes sejam erguidas em contato direto com o solo, ou seja, sua impermeabilização deve ser realizada a fim de evitar que a umidade do solo danifique os elementos de uma edificação.

Levando em consideração as manifestações patológicas que a umidade pode causar, existem procedimentos que podem ser utilizados para o tratamento das mesmas. Montecielo (2016, pag. 3) explica como realizado o tratamento de mofo e bolor:

Lavar toda área afetada com escova de aço ou pano e uma mistura de água sanitária e água potável na proporção 1:1; deixar a solução agir por aproximadamente 4 (quatro) horas; lavar com água a fim de eliminar resíduos de água sanitária; repetir a operação até a eliminação total do mofo; em áreas externas o uso do hidrojateamento é recomendado; deixar secar e repintar.

O procedimento indicado pela autora é também válido para as outras manifestações patológicas, como a eflorescência. De acordo com Souza (2008, p. 42), no caso da eflorescência, o que se deve fazer na maioria dos casos é usar uma escova de aço para limpar o local, lavando com bastante água abundante. O autor ainda alerta para a utilização de produtos químicos, que podem ser utilizados, porém com um estudo prévio antes de sua aplicação.

Esses procedimentos podem ser utilizados pelo próprio usuário da edificação, tendo em mente as consequências que podem ser geradas caso ocorra a aplicação de um produto ou procedimento de forma errada. Na maioria dos casos, os produtos impermeabilizantes são mais eficazes e também mais seguros, apesar de serem mais caros.

## **METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA**

O presente artigo tem como objetivo realizar uma pesquisa de caráter exploratório, de patologias ocasionadas por umidade, adotando como um estudo de caso uma edificação de encosta.

Desse modo, utiliza-se uma abordagem classificada como descritiva, pois apresenta o propósito de analisar, interpretar e descrever as patologias relacionadas à umidade presentes em uma edificação, além de abordar de maneira qualitativa e parcialmente quantitativa tais patologias existentes.

Segundo Hyman (1967), uma pesquisa descritiva relata características de determinada população ou fenômeno, apontando maneiras de ocorrência, interpretações e avaliações na aplicação de determinados fatores ou simplesmente dos resultados já existentes dos fenômenos.

Contudo, Lüdke e André (1999) afirmam que uma pesquisa não seria somente quantitativa, pois na escolha das variáveis, o pesquisador estaria operando com aspectos qualitativos.

Assim sendo, o artigo propõe um estudo preliminar qualitativo, adotando métodos e modelos de análise de problemas, fazendo uso de tipologias e conceitos coletados durante a revisão bibliográfica, aplicando a metodologia básica para resolução de problemas apresentadas a seguir na Figura 5.

Figura 5 – Metodologia para resolução de problemas



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

Dentro de tal conceito amplo, os dados qualitativos incluem também informações não expressas em palavras, tais como pinturas, fotografias, desenhos, filmes, vídeo tapes e até mesmo trilhas sonoras (TESCH, 1990).

A coleta de dados presente nesse trabalho foi realizada através de visitas técnicas ao local de estudo, adotando todas as medidas técnicas e de segurança.

A edificação em análise, está localizada na escadaria Nossa Senhora da Guia de acesso à Av. Leitão da Silva, no bairro Jaburu, em Vitória – ES, ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Localização da edificação



Fonte: Rede Amor e Compaixão, 2021

Essa edificação foi construída com o intuito de ser residencial, mas em julho de 2019 foi convertida em uma organização não governamental, a Rede Amor e Compaixão, onde é realizado diversos cursos que promovem a qualificação profissional dos moradores da localidade, além de realizar um trabalho de reforço escolar com as crianças.

No entanto, por se tratar de uma edificação localizada em uma escadaria e em uma região de encosta, como apontadas nas Figuras 7 e 8 abaixo, manifestações patológicas relacionadas à umidade vem se tornando algo frequente, o que justifica o estudo, a fim de tratá-las, buscando uma qualidade de utilização dessa edificação para os usuários da mesma.

Figura 7 – Escadaria Nossa Senhora da Guia



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

Figura 8 – Área de encosta



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

Mediante as patologias identificadas e através de deduções das hipóteses causadoras, parte-se para possíveis alternativas de intervenção geradas a partir do diagnóstico.

A primeira etapa desse estudo é a de pesquisa bibliográfica, captando informações e dados a respeito de manifestações patológicas, com a intenção de entender suas causas, riscos e as soluções para o devido tratamento. A segunda etapa será realizada em campo, através de um levantamento de dados das patologias detectadas. Esse levantamento será realizado através da captura de imagens das anomalias encontradas nas residências, cujo objetivo é identificá-las, entender qual o grau de gravidade para a estrutura e indicar a solução mais adequada para o seu reparo.

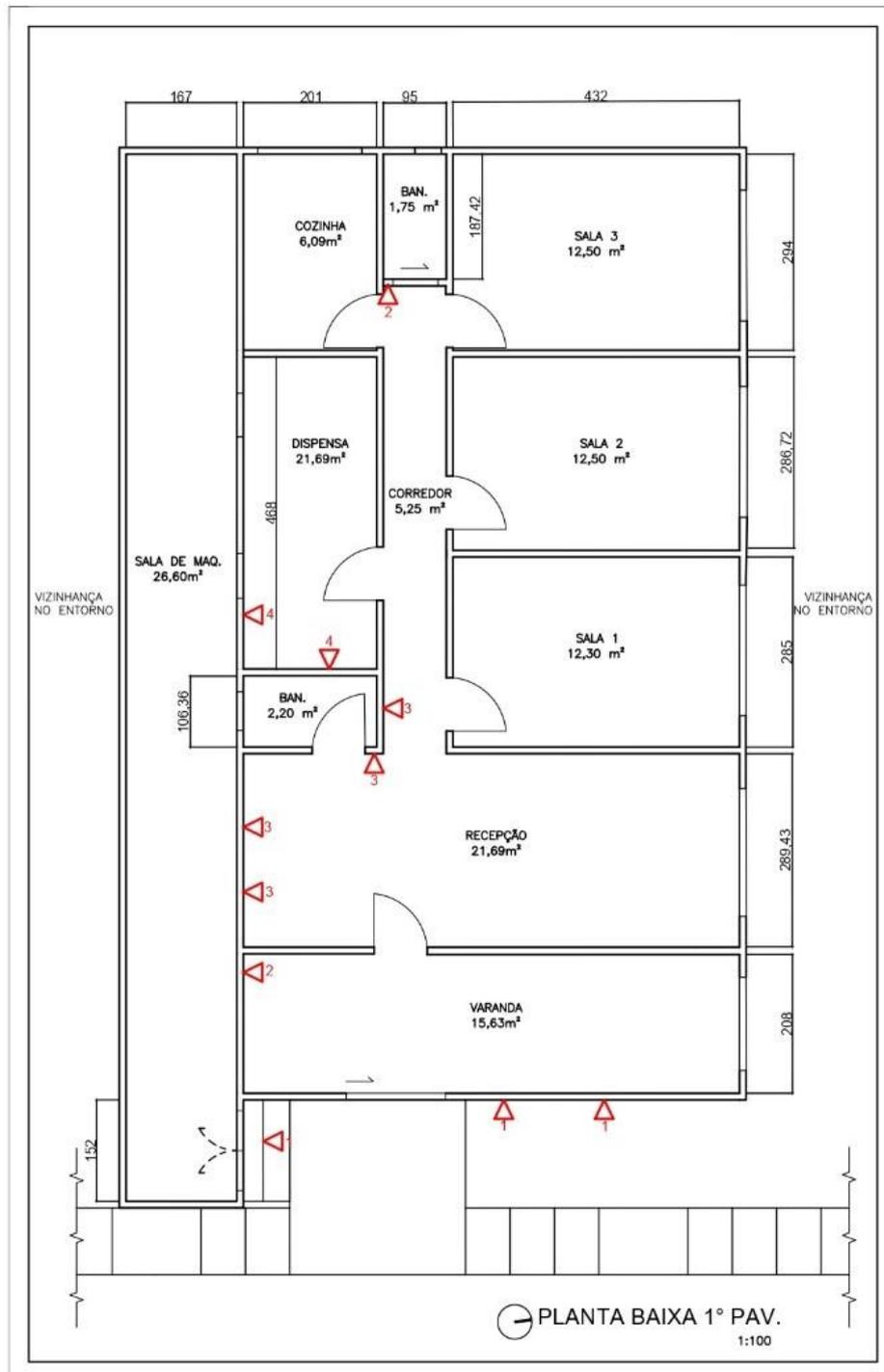
Todavia, apresentar um estudo sobre as manifestações patológicas oriundas de umidade viabiliza o questionamento de melhores técnicas, métodos e produtos a serem empregados nas edificações que apresentem características semelhantes à essa edificação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os problemas patológicos existentes e diagnosticados, atingiu uma porção considerada relevante, fazendo-se necessário uma intervenção corretiva para que não se agrave, aumentando assim, a vida útil da edificação.

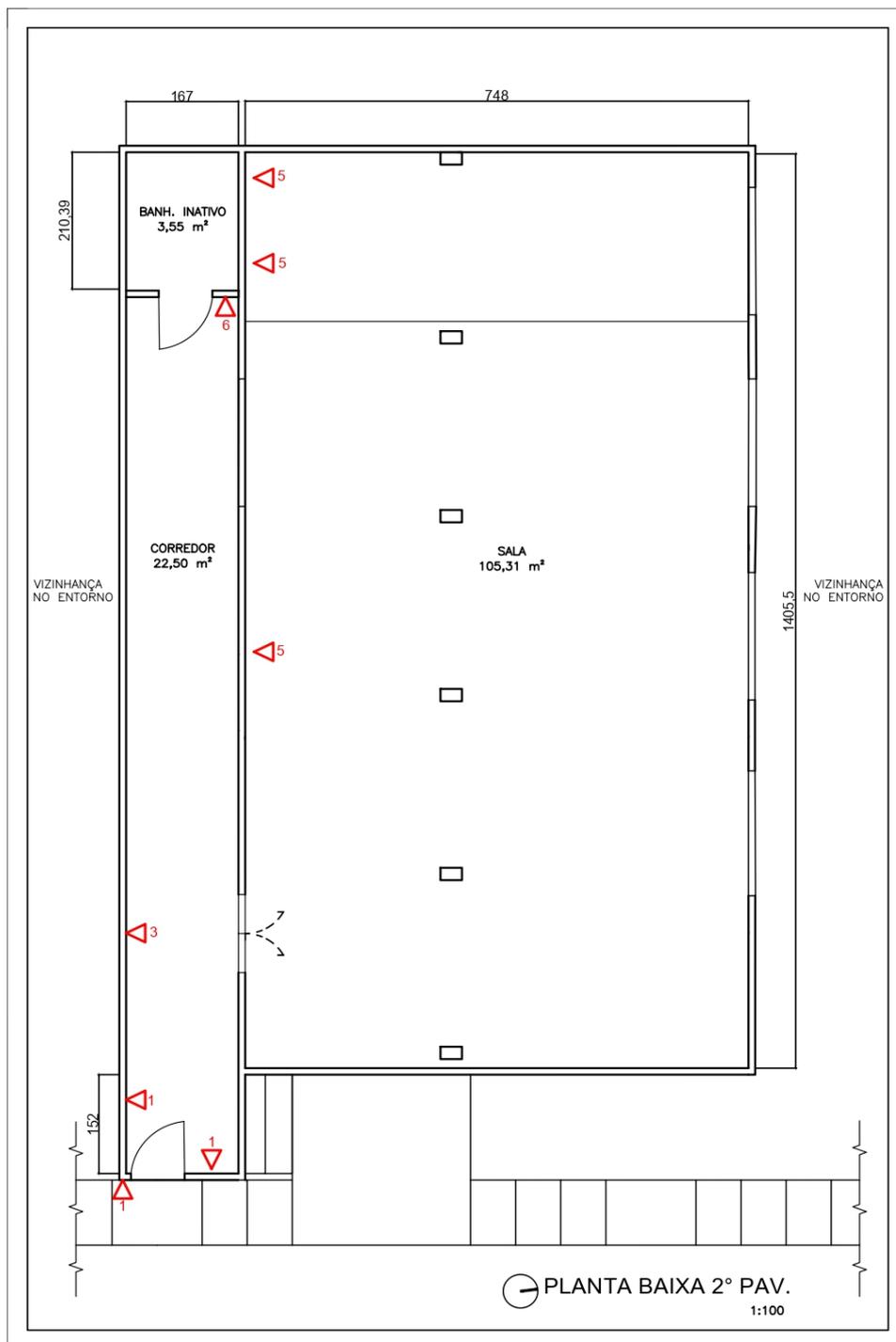
A seguir, nas Figuras 9 e 10, mostra-se uma representação da planta baixa dos dois pavimentos dessa edificação em estudo, apontando os locais das patologias encontradas, a fim de verificar se há um padrão dessas manifestações patológicas em locais diversos no imóvel.

Figura 9 – Planta baixa do primeiro pavimento da edificação



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

Figura 10 – Planta baixa do segundo pavimento da edificação



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

Mediante a esse mapeamento, foram detectados padrões de patologias provenientes de umidade, a ser tratados nos subtítulos a seguir, seguindo a numeração indicadas nas plantas baixas.

### **1. Manchas e mofos em decorrência à umidade por intemperismo**

Umidade por intemperismo é causado pela infiltração da água da chuva na fachada ou telhado do imóvel. As principais causas apontadas para esse tipo de umidade nessa edificação são fissuras e a falta de impermeabilização no local, destacando que a fachada da construção está em contato com decidas d'água, conforme apontado na Figura 11.

Figura 11 – Decida d'água ao lado da edificação



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

As manifestações patológicas diagnosticadas nessas localizações externas são manchas e mofos. Indicados nas Figuras 12, 13 e 14.

Figuras 12,13 e 14 – Manchas e mofos em áreas externas



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

### **1.1 Tratamento de manchas e mofos em decorrência à umidade por intemperismo**

Para esse tipo de patologia, recomenda-se projetar beirais, ressaltos, molduras e outros detalhes arquitetônicos, para impedir a formação da lâmina de água contínua na fachada. Outro fator importante é a impermeabilização eficiente, já que sua aplicação tem como objetivo proteger a edificação.

### **2. Desagregamento de tintas e rebocos devido a infiltrações**

De acordo com Freire (2012), desagregamento é uma manifestação patológica onde ocorre o descascamento em que, junto com a película de tinta, sai também parte do reboco e costuma ficar esfarelado por baixo.

Essa patologia ocorre devido a alcalinidade do cimento em presença da umidade, que nesse caso ocorre devido a infiltrações e que reage com acidez ao contato de algumas resinas.

Nessa edificação pode-se observar o desagregamento na parede da varanda, observado na Figura 15, e na parede em contato com o banheiro, conforme a Figura 16.

Figura 15 – Desagregamento tintas na parede da varanda



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

Figura 16 – Desagregamento tintas na parede em contato com banheiro



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

### **2.1 Tratamento de desagregamento de tintas e rebocos devido a infiltrações**

No caso do desagregamento de tintas e rebocos devida à infiltração, a solução mais eficiente é a eliminação do contato entre parede e o solo úmido.

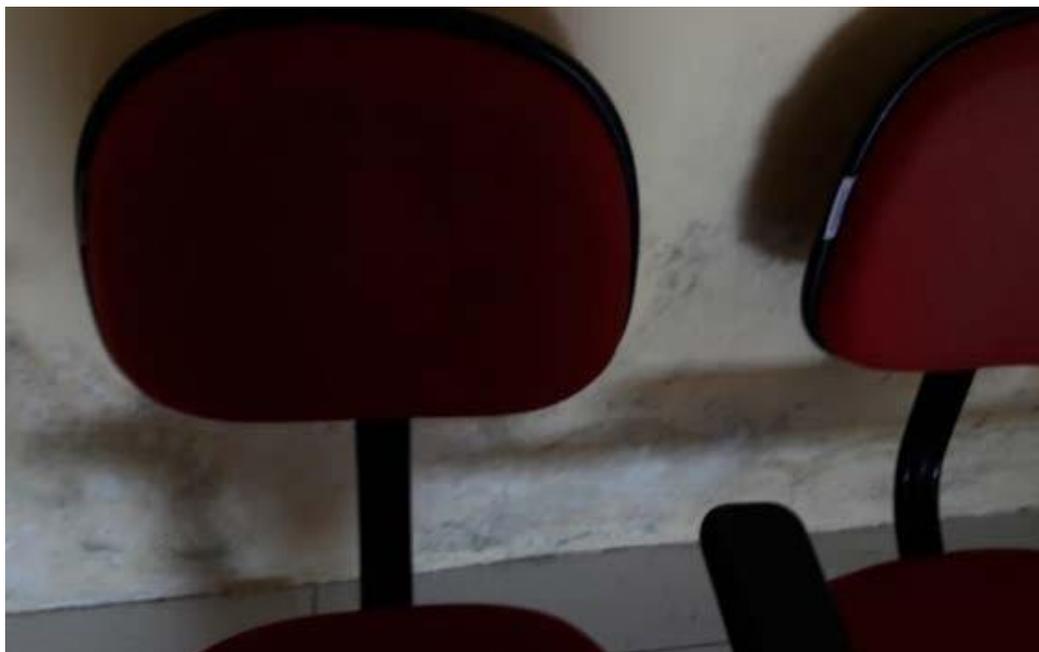
Para isso, recomenda-se a utilização de argamassas impermeabilizantes. Deve-se remover todo o revestimento da parede e aplicá-las diretamente na alvenaria em ambos os lados, externo e interno (RAMOS, 2015).

### **3. Mofos e bolores devido à capilaridade**

Segundo Franco (2015), se paredes tiverem uma parte enterrada, em contato com o solo úmido, está criado o caminho para a entrada da umidade pela força capilar exercida pelos poros que naturalmente existem nos componentes que constituem a alvenaria.

Na edificação em estudo, observa-se a presença de mofos e bolores devido à capilaridade na parede da área da recepção, parede essa que tem parte enterrada externamente, devido ao desnível da sala de máquinas. Apresentados a seguir, na Figura 17.

Figura 17 – Mofo na parede da área da recepção



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

### **3.1 Tratamento de mofos e bolores devido à capilaridade**

Umidade devido a capilaridade, deve ser evitado, isolando e afastando a parede do solo úmido durante a sua execução através de colocação de drenos, como brita ou geotêxtil. No entanto, no caso da edificação em estudo, devemos tratar essa manifestação patológica, sendo necessário retirar os revestimentos para executar o devido tratamento.

Cortopassi (2015), declara que no caso das paredes, após retirar toda a argamassa de reboco úmida, é necessário aplicar cimento polimérico em toda a região para impedir que a umidade chegue até nova massa, que será aplicada só quando a superfície ficar bem seca.

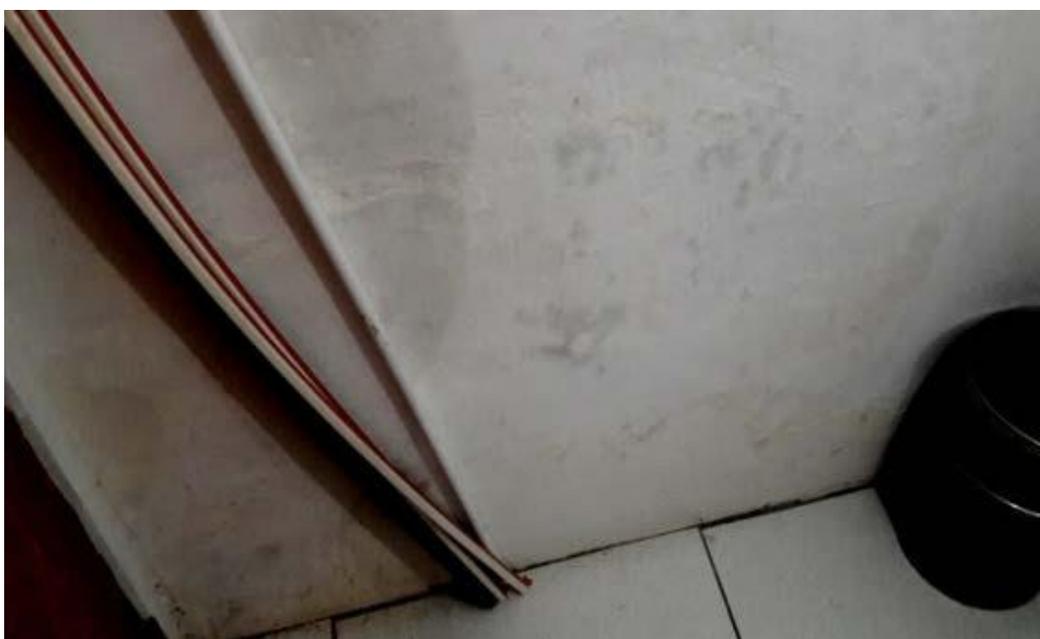
Pezzolo (2015), complementa afirmando que também podem ser adotados sistemas pré-fabricados de drenagem pela face interna das paredes com pequena espessura (entre 3 e 8 mm), que permitem a execução de argamassa ou massa corrida diretamente sobre o mesmo, impedindo desta forma a passagem da umidade.

#### 4. Manchas em decorrência a infiltrações

Segundo Hussein (2013), umidade de infiltração, que é a passagem de umidade da parte externa para a parte interna, através de trincas ou da própria capacidade de absorção do matéria.

Conforme na Figura 18, observa-se manchas na parede que está em contato com o banheiro. E por ser considerado área molhada e não apresentar impermeabilização, a umidade do banheiro, que muitas vezes também é reflexo que condensação, infiltra na parede trazendo umidade e conseqüentemente a presença de patologias, que neste caso são manchas.

Figura 18 – Manchas na parede em contato com banheiro



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

##### 4.1 Tratamento de manchas em decorrência a infiltrações

Para se tratar manchas oriundas de infiltração é necessário entender primeiro até onde elas se estendem: se estão apenas na cobertura de tinta, se expandem até o reboco, ou ainda se já atingiram a alvenaria.

No caso da edificação em estudo é necessário tratar primeiro a impermeabilização do banheiro para que não se agrave a patologia diagnosticada. Logo depois é recomendável a utilização de lixa d'água para tentar retirar as manchas de infiltração. Depois, aplicar outra demão de tinta por cima para que o local fique igual à parede. O

ideal é usar um impermeabilizante por baixo da tinta, para garantir que o problema naquela área não se repita.

### **5. Mofos e bolor em decorrência a infiltrações por fissuras**

Lottermann (2013), afirma que o aparecimento de manchas, mofos, fungos e bolores nas construções são em grande parte, consequência ou uma extensão da patologia de infiltração.

Com o aparecimento de trincas e fissuras, torna-se mais fácil a infiltração da água, e que posteriormente se agrava em uma patologia, como é o caso também desse edificação.

Na Figura 19, onde indica a localização do banheiro inativado na parte do segundo pavimento, observa-se a ocorrência dessas fissuras e que por sua vez, nas Figuras 20, 21 e 22, indica a presença de mofos e bolor em decorrência da infiltração causada pela mesma.

Figura 19 – Fissuras na parede do banheiro inativado do segundo pavimento



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

Figura 20 – Mofo em parede do segundo pavimento



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

Figuras 21 e 22 – Mofo em parede do segundo pavimento



Fonte: Imagem registrada pelos autores, 2021

### **5.1 Tratamento de mofo e bolor em decorrência a infiltrações por fissuras**

Para tratar o mofo, é necessário diagnosticar e cuidar da causa do mesmo. Uma vez que se tratarmos os sintomas sem eliminar a causa, o problema tende a se manifestar novamente (DO CARMO, 2003).

Para o fechamento de fissuras e trincas, recomenda-se a utilização de selas trincas, seguindo alguns passos:

- 1º - Abrir levemente a trinca / fissura, limpando-a bem para retirar a poeira resultante e detritos;
- 2º - Selar toda a superfície da trinca/fissura com o produto adequado;
- 3º - Em trincas com aberturas de aproximadamente 2mm, recomenda-se aplicar uma tela de poliéster com 5cm de largura sobre a extensão da trinca ou junta de dilatação sobre a primeira demão do sela trincas ainda fresco, para que a mesma cole sobre o produto. Após secagem, aplicar mais uma demão do mesmo, cobrindo toda a tela de poliéster, dando acabamento fino;
- 4º - Em trincas profundas, usar um limitador de profundidade do tipo isopor ou espuma.

Já para o tratamento dos mofos, é necessário seguir os procedimentos citados abaixo:

- 1º - Escovação da superfície;
- 2º - Banho com uma solução de água potável e sanitária, deixando agir por 30 minutos;
- 3º - Enxaguar a região com água potável, aguardar a secagem completa;
- 4º - Iniciar a pintura.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES**

As manifestações patológicas causadas pela umidade é um dos grandes impasses enfrentados pela construção civil, tendo em vista que esses problemas estão presentes durante todo o ciclo de vida de uma edificação. Além de serem um vício por serem recorrentes, esses problemas também possuem um grau elevado de complexibilidade para a sua correção, impactado diretamente a estrutura e também aqueles que nela habitam.

O surgimento das manifestações patologias pode ocorrer ainda na fase de projeto de uma obra, dessa forma, é de suma importância corrigir os erros na fase inicial. A falta

de impermeabilização ou ainda a sua realização de forma errada também é um dos fatores causadores. Como a umidade afeta alvenarias em geral, conforme é observado nas imagens da residência investigada, uma boa impermeabilização é a solução mais adequada a ser tomada, visto que esse procedimento é uma das etapas mais importantes na execução da obra para se evitar possíveis problemas causadas pela umidade, pois tem a finalidade de proteger a edificação de diversos problemas patológicos provenientes da infiltração de água.

Conforme ilustrado, a residência investigada possui falhas em sua estrutura devido a umidade proveniente de infiltração e também por estar situada ao lado de uma encosta. Para esta situação, foi orientado e informado para os responsáveis pela estrutura os métodos e procedimentos que devem ser realizados para o tratamento dessas manifestações patológicas, como a impermeabilização através de produtos específicos produzidos e testados para esses tipos de anomalias estruturais, além de métodos caseiros que podem ser utilizados com conhecimento para não danificar mais ainda a área afetada.

A umidade é um fator que incomoda a estrutura em toda sua vida útil, desde o começo do projeto até a sua entrega, seja pela utilização errada de materiais durante a execução ou pela infiltração de água em períodos chuvosos. Cabe aos responsáveis pela execução ter um planejamento e controle dos materiais utilizados, além de uma impermeabilização que seja realizada de forma convincente, a fim de proteger a edificação dessas manifestações patológicas que a degradam e a danificam.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, p. 5. 2010.

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de Construção - 5ª edição, Vol. 2 – Rio de Janeiro : LTC, 2008. Disponível em: <https://www.slideshare.net/juniorgestao/materiais-de-construo-volume-2-bauer-5-edio>

BOLINA, Fabricio Longhi. Patologia de estruturas / Fabrício Longhi Bolina, Bernardo Fonseca Tutikian, Paulo Roberto do Lago Helene. - São Paulo :Oficina de Textos, 2019. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=g-bEDwAAQBAJ&printsec=frontcover>

CÁNOVAS, M. F. Patologia e Terapia do Concreto Armado. 1ª edição, Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. São Paulo: Ed.Pini, 1988.

CORTOPASSI, Renato Salles. Impermeabilização, drenagem e instalaçõesde

proteção evitam umidade ascendente. Brasília, 2015. Disponível em:  
< <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver/13303>>. Acesso em out.2021.

DO CARMO, Paulo Obregon. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

EXTERCKOETTER, Dórotty. Manifestação da patologia de umidade ascendente: estudo de caso da recuperação de uma residência unifamiliar, criciúma/sc. Santa Catarina: Criciúma, 2018. Disponível em:  
<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/6493/1/DorottyExterckoetter.pdf>>.

FRANCO, Luiz Sérgio. Umidade na parede: Saiba como evita-las. São Paulo, 2015. Disponível em:  
< <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver/13303>>.

FREIRE, Adriana de Andrade. Patologias da pintura: Saiba como evita-las. Minas Gerais, 2012. Disponível em:  
< <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-da-pintura-saiba-evita-las/6272>>. Acesso em out.2021.

HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de campo mourão - pr. Campo Mourão, 2013.

HELENE, P. R. L. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.

HYMANN, Hebert. Planejamento e análise da pesquisa: princípios, casos e processos. Rio de Janeiro: Lidaador, 1967.

KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LAKATOS, Eva e Marconi, Marina. Metodologia do Trabalho Científico. SP : Atlas, 1992.

LOTTERMANN, A.F. Patologias em estruturas de concreto: Estudo de caso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2013

LÜDKE, Menga; André, Marli D. A. A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1999.

MARQUES, Natany Silvério. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCASIONADAS PELA UMIDADE: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES EM RIO VERDE – GOIÁS. Goiás: Rio Verde, 2021. Disponível em:  
<[https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1575/3/tcc\\_Natany%20Silv%C3%A9rio%20Marques.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1575/3/tcc_Natany%20Silv%C3%A9rio%20Marques.pdf)>.

MONTECIELO, Janaina. PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES. Rio Grande do Sul: Cruz Alta, 2016.

Disponível em: <<https://bityli.com/jA5xcN>>. Acesso em: out.2021.

OLIVEIRA, Daniel Pereira. LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>>. Acesso em: out.2021.

PEREIRA, Leticia Paiva. IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS E METODOLOGIA DE ANÁLISE: Estudos de Casos em Projetos de Financiamento do Programa Minha Casa Minha Vida. Minas Gerais: Varginha, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1264/1/Let%C3%ADcia%20Paiva%20Pereira.pdf>>. Acesso em: out.2021.

PEREZ, A. R. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988.

PEZZOLO, Virginia. Impermeabilização, drenagem e instalações de proteção evitam umidade ascendente. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver/13303>>. Acesso em out.2021.

PONTES, Bianca Roriz. PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES EM UNIDADES HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GOIÁS. Goiás: Anápolis, 2018. Disponível em: <[http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/70/1/2018\\_1\\_TCC\\_Bianca%20Roriz%20Pontes.pdf](http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/70/1/2018_1_TCC_Bianca%20Roriz%20Pontes.pdf)>. Acesso em: out.2021.

PINA, Gregório Lobo de. Patologias nas Habitações Populares. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>>. Acesso em: out.2021.

RAMOS, Demetrius da Rocha. Umidade na parede: Saiba como evita-las. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver/13303>>. Acesso em out.2021.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori, CALENZANI, Carla Lorencini. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 05, pp. 68-92. Março de 2019.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. - São Paulo : Pini, 1998. Disponível em: <https://lucasmonteirosite.files.wordpress.com/2017/08/vicente-custc3b3dio-e-thomaz-ripper-patologia-recuperacao-e-reforco-de-estruturas-de-concreto.pdf>

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias Ocasionalmente pela Umidade nas Edificações. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2008. Disponível em:

<[https://minascongressos.com.br/sys/anexo\\_material/63.pdf](https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf)>. Acesso em: out.2021

STUCKERT, Thaisa Carneiro. *Patologias em Habitações de Interesse Social*. Paraíba: João Pessoa, 2016. Disponível em: <<https://bityli.com/Gip6QA>>. Acesso em: out.2021.

TESCH, Renata. *Qualitative research: analysis types and software tools*. Basingstoke; The Falmer Press, 1990

VERÇOZA, E. J. *Patologia das Edificações*. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.

VILLANUEVA, Marina Miranda. *A Importância da Manutenção Preventiva para o bom Desempenho da Edificação*. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013451.pdf>>.

## ESTUDO SOBRE DESCARTE DE PAINÉIS SOLARES DANIFICADOS

Marcos de Souza Neves<sup>1</sup>, Kennedy Tavares Lirio<sup>1</sup>, André dos Santos Cardoso<sup>1</sup>  
Daniele Drumond Neves<sup>2</sup>, Eberte Valter da Silva Freitas<sup>2</sup> e Brunna Oliveira Guimaraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Mestre – Professora Multivix – Serra

### RESUMO

O crescimento na quantidade de instalações de painéis solares para a geração de energia elétrica representa um movimento sustentável, no entanto esse aumento também resulta na geração de novos resíduos que antes não tinham tanta incidência. Conseqüentemente, surgem, naturalmente, questionamentos sobre o destino desses resíduos, considerando esse crescimento. Portanto, a presente pesquisa visa responder à seguinte questão: como é realizado o descarte das placas solares não conformes de empresas que instalam painéis solares na região da Grande Vitória e Norte do Espírito Santo? Logo, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar como as empresas, responsáveis pela instalação de painéis solares fotovoltaicos, realizam os descartes das placas não conformes nas regiões do Espírito Santo. Neste trabalho foram aplicadas as metodologias de pesquisa aplicada, quali-quantitativa descritiva e pesquisa de campo, que envolveram as etapas de seleção das empresas, aplicação do questionário, tratamento dos dados e análise quali-quantitativa. Quanto aos resultados, observou-se que mais de 84% das empresas relataram que o principal motivo de ocorrência de danos às placas solares é o transporte e 46% das organizações afirmaram manter em estoque as placas danificadas em suas instalações. Portanto, ficou evidente que o descarte dos resíduos de placas solares em empresas especializadas, quando ocorre, não é realizado de forma similar entre os instaladores respondentes. Constatou-se, ainda, que uma parte considerável (61,54%) não tem orientação ou conhecimento sobre boas práticas de descarte, e, em alguns casos, mesmo com essas recomendações disponíveis, elas não são seguidas, o que pode causar sérios impactos negativos ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** energia solar; painel solar; sustentabilidade; descarte de resíduos.

### ABSTRACT

The growth in the number of solar panel installations represents a sustainable movement for the electrical energy generation, however this increase also results in the generation of new waste that was not so common before. Consequently, questions naturally arise about the destination of this waste, considering its growth. Therefore, this research aims to answer the following question: how is the disposal of non-conforming solar panels done by companies that install solar panels in the Greater Vitória and Northern Espírito Santo region? Thus, this research had the general objective of analyzing how companies, responsible for installing photovoltaic solar panels, do the disposal of non-conforming panels in the regions of Espírito Santo. In this work, applied research, quali-quantitative descriptive research and field research methodologies were applied, which involved the stages of selecting companies, application of the questionnaire, data processing and quali-

quantitative analysis. Regarding the results, it was observed that more than 84% of companies reported that the main reason for damage to solar panels is transportation and 46% of organizations stated that they keep damaged panels in stock at their facilities. Therefore, it was evident that the disposal of solar panel waste in specialized companies, when it occurs, is not carried out in a similar way among the responding installers. It was also found that a considerable number (61.54%) do not have guidance or knowledge about good disposal practices, and, in some cases, even with these recommendations available, they are not followed, which can cause serious negative impacts on the environment.

**Keywords:** solar energy; solar panel; sustainability; waste disposal.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observou-se um crescimento considerável na expansão da geração de energia solar, com destaque para o ano de 2023, que apresentou o maior aumento na capacidade de geração de energia fotovoltaica. Juntamente com outras fontes de energias renováveis, a energia solar soma 83,79% de toda a matriz elétrica brasileira (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2023).

A Aneel (2022) afirma que nos últimos anos, o Brasil se posicionou entre os países com os maiores índices de produção de energia sustentável, registrando um aumento de 29% na produção de energia solar somente em 2022 (ANEEL, 2022). No país, mais de 20 mil empresas atuam nesse setor de energia e o crescimento de instalações residenciais com placas fotovoltaicas é notável (PORTAL SOLAR, 2021).

Vale ressaltar que a ampliação da produção da energia solar é considerada um ponto positivo para a sociedade. No entanto, como em qualquer outra fonte de energia, é importante se atentar que quanto maior a demanda de instalação de painéis solares, maior é a quantidade de resíduos gerados para descarte (FTHENAKIS, 2018). Por isso, é necessário que as empresas considerem e se preocupem com os impactos ambientais ocasionados por essa energia, de forma que não prejudique o meio ambiente (FTHENAKIS, 2018).

Estima-se que, no ano de 2030, atinja-se em torno de 2 milhões de toneladas de resíduos de placas solares a serem descartadas, e em 2050, aproximadamente 78 milhões de resíduos de placas (IRENA, 2016).

Conforme os dados publicados em 2016 pelo *International Renewable Energy Agency* (IRENA), 550 mil toneladas de módulos fotovoltaicos serão descartados até 2050. Esses dados apresentados são alarmantes, porque o Brasil passará a ser o maior produtor de resíduo proveniente de sistemas fotovoltaicos, ou seja, a produção de energia limpa vai crescer ainda mais e, conseqüentemente, a geração de resíduos sólidos também

crescerá (IRENA, 2016). Logo, compreende-se que todo esse processo é um resultado do aumento tanto na fabricação quanto no número de instalações do sistema (IRENA, 2016).

Portanto, Ghizoni (2016), Tonholi (2021) e Zamarchi (2020) declaram que apesar dessa energia ser sustentável, para que ela se torne assim, na prática, é preciso exigir das empresas ações para mitigar os impactos ocasionados pelo acúmulo dos resíduos gerados nos processos, desde a fabricação até a distribuição e instalação.

Com isso, o presente estudo visa responder a seguinte questão: como é realizado o descarte das placas solares não conformes de empresas que instalam painéis solares na região da Grande Vitória e Norte do Espírito Santo?

Partido disso, procurou-se analisar as seguintes hipóteses: h1) o instalador de placas solares devolve o produto que não está conforme e repassa para uma empresa terceirizada, a fim de que o descarte seja feito da forma adequada; h2) o volume de placas que hoje são geradas pode se multiplicar quando alguns fatores são considerados, como as placas danificadas depois de instaladas ou que são de baixa qualidade.

Assim, o presente trabalho possui como objetivo geral analisar como as empresas, responsáveis pela instalação de painéis solares fotovoltaicos, realizam os descartes das placas não conformes nas regiões da Grande Vitória e Norte do Estado do Espírito Santo.

Como objetivos específicos, a pesquisa pretende: i) realizar um questionário com os proprietários da empresa, a fim de entender como os materiais descartados, por motivos de avarias, são destinados; ii) identificar como é realizado o tratamento e a destinação dos painéis solares não conformes; e iii) averiguar como as empresas, hoje, estão fazendo para minimizar os impactos ambientais causados pelas placas solares que não são usadas por motivos de avarias.

Trata-se de uma pesquisa relevante, uma vez que, conforme cresce a procura por painéis solares, há um aumento correspondente nesse mercado, o que, conseqüentemente, intensifica a quantidade de resíduos gerados. Assim, torna-se necessário maximizar os locais destinados ao descarte desses resíduos e, por conseguinte, é preciso buscar formas eficientes para sua destinação, a fim de minimizar os impactos ambientais.

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa aplicada (quanto à natureza), pesquisa quali-quantitativa (quanto à abordagem), pesquisa descritiva (quanto aos objetivos), pesquisa de campo (quanto aos procedimentos) e questionário (quanto aos instrumentos).

Segundo Paranhos e Rodolpho (2014, p. 24), a pesquisa aplicada “é o levantamento de conhecimentos necessários para a utilização em situações práticas empregadas em problemas reais”. Fleury e Werlang (2017, p. 11) complementam que esse método tem o objetivo de “criar uma visão geral de um determinado fenômeno ou de uma dada condição; gerar novas ideias; ou conhecer os fatos básicos que circundam uma situação”.

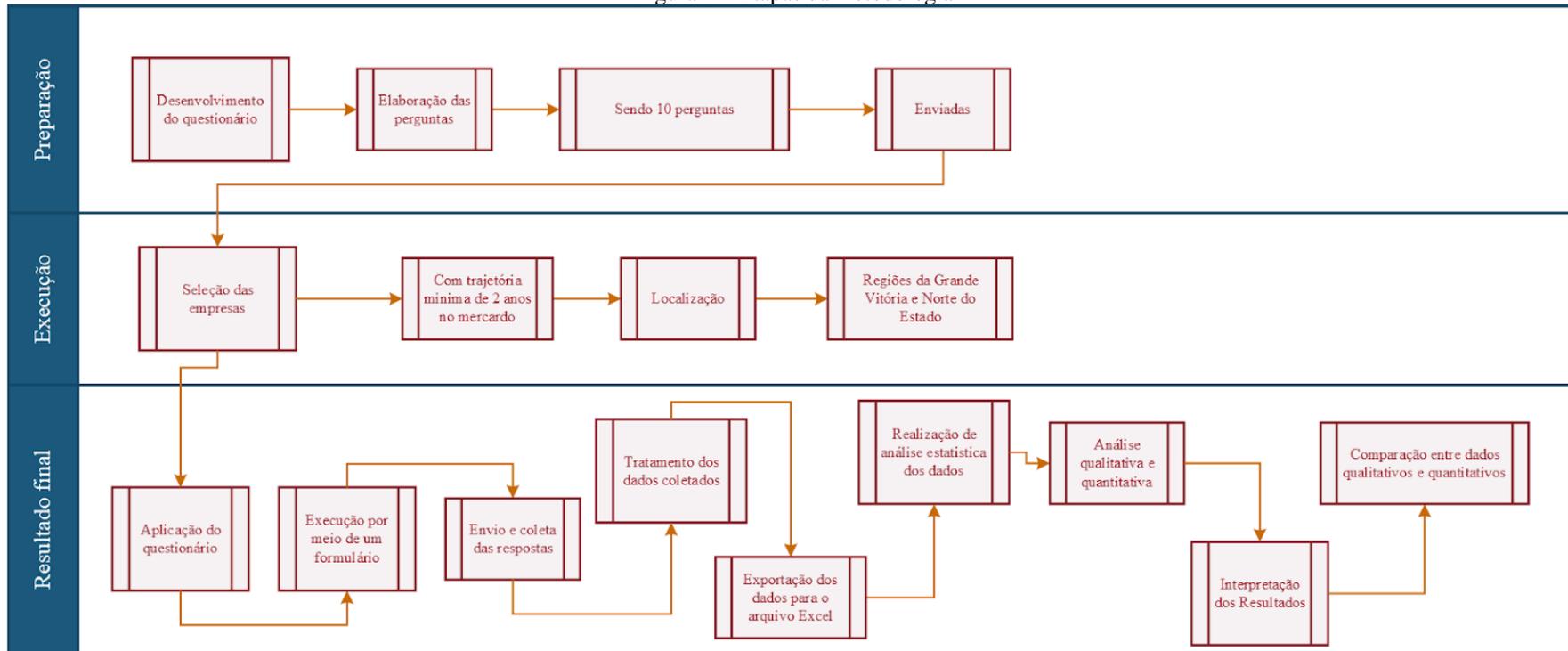
González (2020, p. 162) afirma que a pesquisa qualitativa serve para “capturar, coletar e registrar informações que sirvam de base para a emissão de julgamentos, tomada de decisões, apresentação de argumentos, formulação de críticas, identificação de discrepâncias, proposição de soluções para problemas, etc”.

Reis Neto, Silva e Gil (2019, p. 49) dizem que “pesquisas quantitativas, de modo geral, partem de hipóteses que, por sua vez, são deduzidas de teorias (ainda que de médio alcance)” e também auxiliam na determinação dos indicadores (MUSSI *et al.*, 2019).

E, por fim, na pesquisa de campo, Lakatos e Marconi (2021) destacam que esse tipo de pesquisa possui a finalidade de observar os fatos e fenômenos e coletar os dados, a fim de analisá-los. Com isso, Oliveira *et al.* (2016) acrescentam que com esse método é possível vivenciar o objeto que está sendo estudado.

Portanto, a realização do estudo foi executada por meio das seguintes etapas descritas na Figura 1:

Figura 1 – Etapas da metodologia



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Como evidenciado acima, a coleta de dados foi realizada mediante a aplicação de um questionário estruturado (Apêndice A), com 09 perguntas fechadas e 01 semiaberta. Tais perguntas tratam sobre o perfil de cada empresa, sobre a demanda das empresas que instalam os painéis e os principais problemas identificados.

Para concluir o questionário, as perguntas finais foram relacionadas diretamente com o objetivo da pesquisa, focando nas ações que as empresas tomam, com o intuito de minimizar os impactos dos resíduos gerados durante todo o processo, desde a aquisição do produto até as atividades de instalação das placas solares.

Para o estudo foram consideradas 13 empresas com uma trajetória de, no mínimo, 2 anos no mercado, sediadas nas regiões da Grande Vitória e Norte do Estado do Espírito Santo. O contato foi realizado através do WhatsApp, onde foi enviado o questionário do Google Forms, durante o período de 25 de abril de 2024 a 24 de maio de 2024.

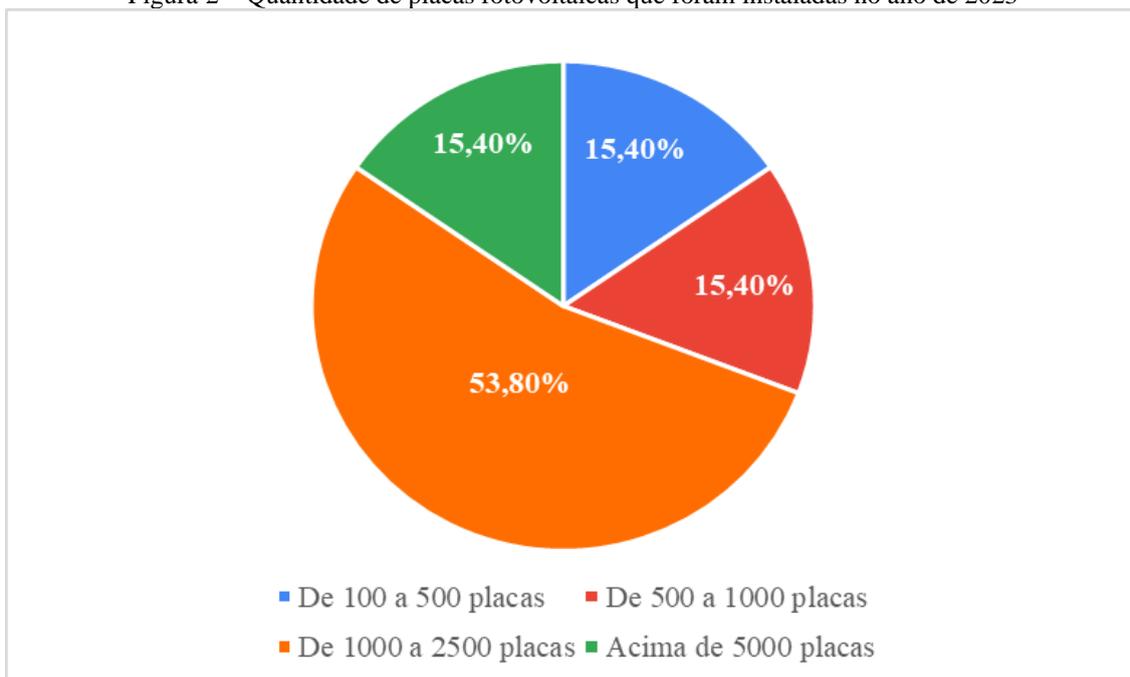
A coleta de dados foi realizada utilizando métodos de pesquisa qualitativa e quantitativa. Para o tratamento dos dados, estes foram exportados para o *software* Microsoft Excel, onde foram analisados e apresentados. Em seguida, os dados foram interpretados, permitindo a comparação e análise entre os dados qualitativos e quantitativos da pesquisa.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, foram apresentados os dados obtidos após a aplicação do questionário, com o intuito de analisar como as empresas responsáveis pela instalação de painéis solares fotovoltaicos de diferentes regiões do Espírito Santo realizam os descartes das placas defeituosas. Embora o questionário contenha dez perguntas, seis delas contextualizam sobre a empresa do ponto de vista social, demográfico e mercadológico. As quatro perguntas restantes, destacadas nesta seção (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6), estão alinhadas diretamente com o objetivo proposto deste trabalho.

Portanto, a Figura 2, abaixo, mostra a quantidade de placas solares que foram instaladas somente no ano de 2023 por essas 13 empresas (pergunta 4):

Figura 2 – Quantidade de placas fotovoltaicas que foram instaladas no ano de 2023

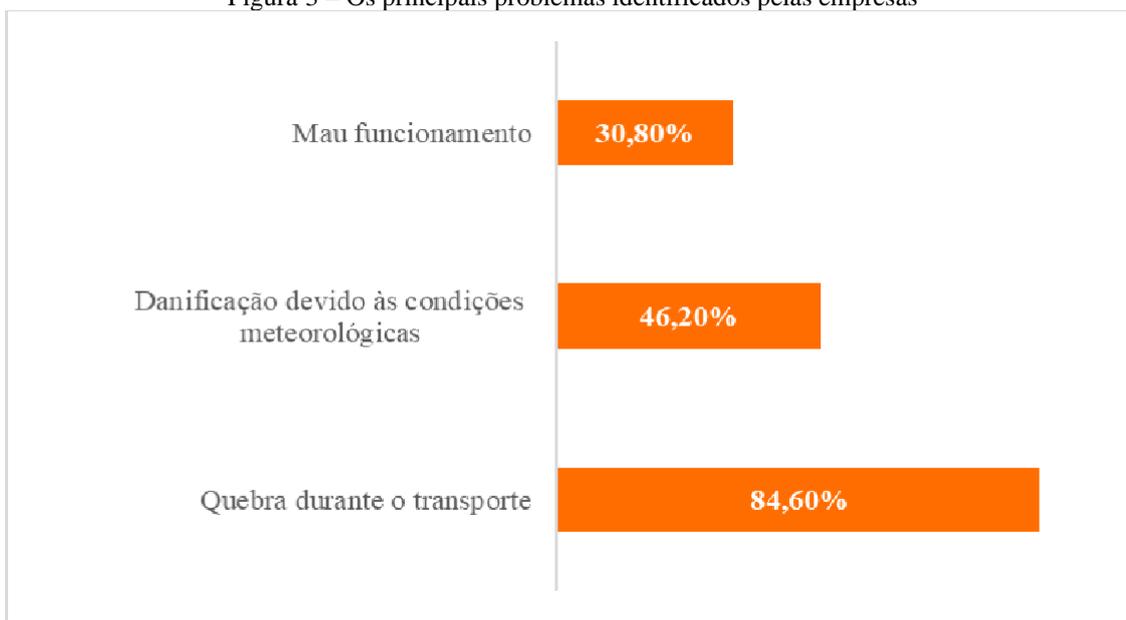


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Como evidenciado na Figura 2, acima, 53,80% dos respondentes afirmaram instalar entre 1.000 e 2.500 placas solares, e 15,40% das empresas relataram ter instalado mais de 5.000 placas. Com esse resultado, observa-se que o setor de energia fotovoltaica está crescendo em ritmo acelerado: o Estado do Espírito Santo atingiu a marca 31,8 mil sistemas de energia fotovoltaica instalados em todos os seus municípios (ABSOLAR, 2023). Em âmbito nacional, 2023 foi o ano com o maior crescimento na capacidade de energia solar no Brasil, superando o ano de 2022. Em 2022, houve um aumento de 2,5 Gigawatts (GW) na produção, enquanto nos primeiros nove meses de 2023, esse aumento já alcançou 3 GW (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2023).

Na sequência, a Figura 3 aponta os principais problemas identificados pelas empresas (pergunta 6), como evidenciado abaixo:

Figura 3 – Os principais problemas identificados pelas empresas



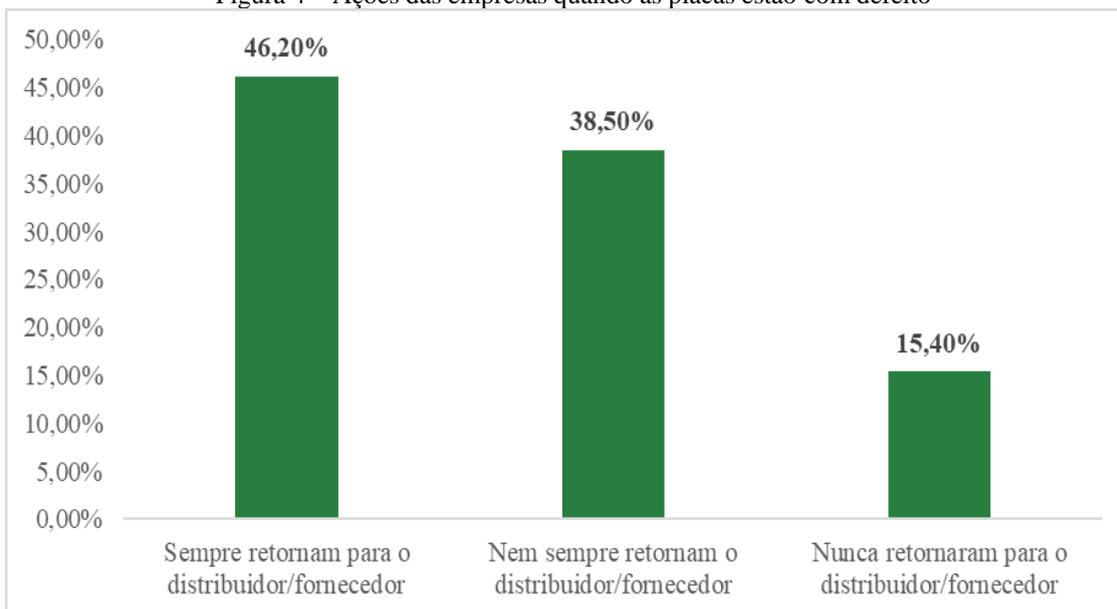
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Pode-se analisar que a maior parcela dos problemas que ocorrem nas empresas é quanto à quebra durante o transporte, representando um defeito enfrentado por 84,60% das empresas. Outras anomalias citadas foram quanto aos danos devido às condições meteorológicas, apontado por 46,20% das organizações e quanto ao mau funcionamento relatado por 30,80% das empresas. Destaca-se que os problemas podem ser acumulativos, permitindo que mais de uma situação de desvio seja reportada pela mesma empresa. Por essa razão, foi permitido que os respondentes selecionassem mais de uma opção.

É importante destacar que todos esses problemas ocorridos trazem impactos significativos para o meio ambiente, visto que eles aumentam a quantidade de resíduos gerados, caso não sejam descartados adequadamente (TAO; YU, 2015).

Com isso, a Figura 4 apresenta o resultado das ações tomadas pelas empresas junto aos fornecedores/distribuidores, quando identificam alguma placa solar apresentando qualquer problema (pergunta 8):

Figura 4 – Ações das empresas quando as placas estão com defeito



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Evidenciou-se que 46,20% das empresas retornam as placas defeituosas ao distribuidor/fornecedor. Por outro lado, 38,50% das empresas, esporadicamente, tomam uma dessas duas ações, indicando que a destinação ainda não está clara. Quando somados os 15,40% das empresas que não retornam as placas para o distribuidor/fornecedor, observa-se que 53,90% das placas defeituosas têm uma destinação inadequada ou desconhecida. Portanto, vale ressaltar que esses dados são alarmantes, já que essa porcentagem total é maior do que a das organizações que retornam as placas para os distribuidores/fornecedores, refletindo diretamente na forma como as empresas ainda tratam os resíduos.

Para que todo o processo de reciclagem seja viável, é importante que as organizações envolvidas, ou seja, fabricantes, distribuidores, instaladores e sociedade estejam comprometidos com as práticas sustentáveis e com um objetivo em comum: cuidar do meio ambiente (PORTAL SOLAR, 2023).

Um estudo realizado por Murthy e Ramakrishna (2022) aponta que, para que isso ocorra, é preciso implementar práticas legais e conscientizar os *stakeholders* a incluírem, em sua formalização, tecnologias que ajudem as empresas a realizarem a destinação correta dos resíduos e, com isso, alcançarem um futuro ecologicamente correto.

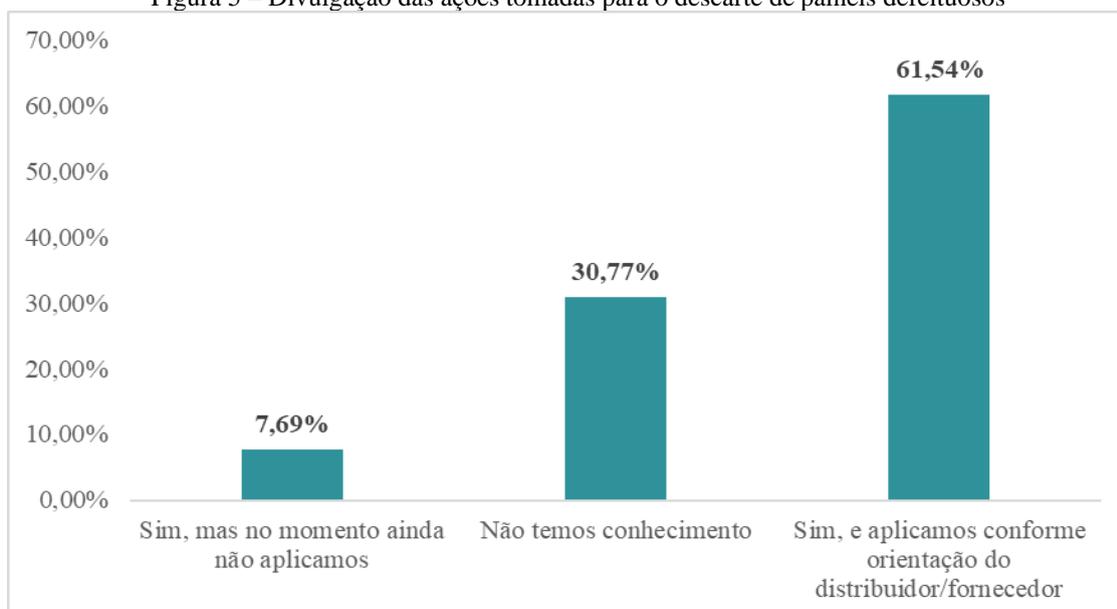
Maia e Varella (2022) afirmam que essas tecnologias têm o intuito de buscar métodos para gerir os resíduos, que cada vez mais desafiam os meios e recursos tradicionalmente usados. Exemplos dessas tecnologias incluem o uso da logística reversa,

a reciclagem e o programa do Método 3R's (reduzir, reciclar e reutilizar), cujo principal objetivo é minimizar o desperdício e a geração de lixo, considerados dois grandes efeitos negativos que o mundo enfrenta atualmente (BONELLI, 2010).

Tonholi (2021) reforça, portanto, que as ações tomadas hoje irão refletir no futuro. Com o surgimento desse volume de resíduos proporcional à produção, distribuição e instalação atuais, é importante utilizar os métodos adequados para mitigar as consequências ocasionadas pelo acúmulo desses resíduos no meio ambiente (TONHOLI, 2021).

Assim, a Figura 5 tratou sobre divulgação, conhecimento e aplicação (ou não) de práticas de descarte das placas solares quando estas apresentam alguma anomalia (pergunta 9):

Figura 5 – Divulgação das ações tomadas para o descarte de painéis defeituosos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Salienta-se que com 61,54% de adesão, a maioria das empresas conhecem e aplicam orientações de seus fornecedores para o descarte das placas com anomalias. Por outro lado, 30,77% não têm qualquer conhecimento de orientações ou procedimentos de descarte para estes painéis. Já 7,69% dos respondentes admitiram que apesar de terem conhecimento, por algum motivo, ainda não conseguem seguir as orientações de descarte recebidas do fornecedor.

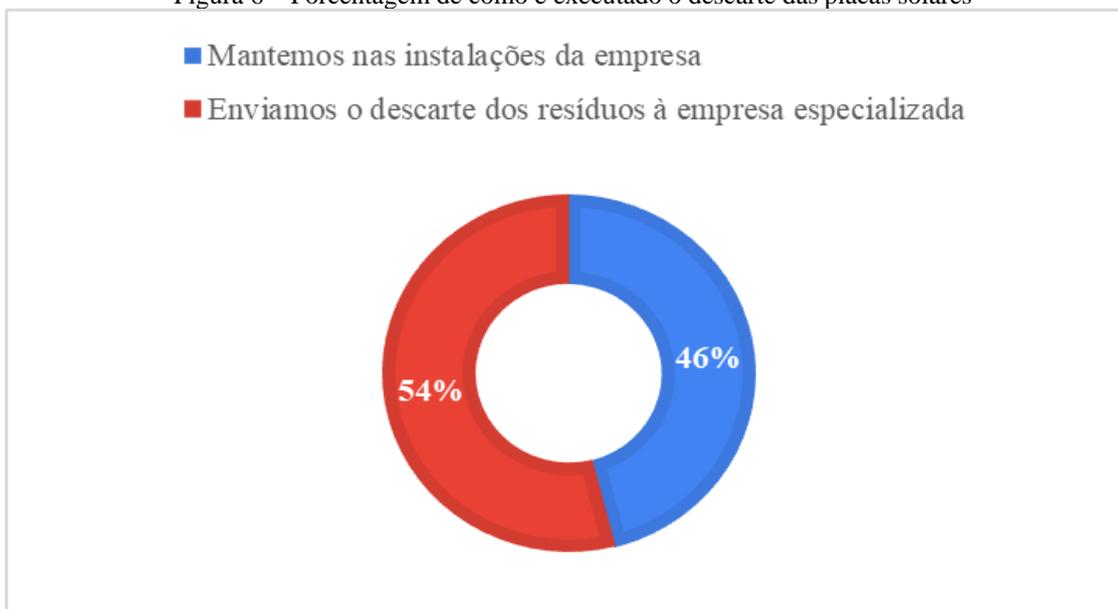
De acordo com o projeto de Lei nº 3784, de 2023, que está tramitando no Senado, haverá alteração na lei nº 12.305 de agosto de 2010, obrigando os fabricantes,

importadores e fornecedores de painéis fotovoltaicos a implementar a logística reversa (SENADO, 2023). Essa e outras ações podem reduzir o percentual de empresas sem conhecimento de descarte adequado (30,77%), desde que todos os setores contribuam para o processo.

Outro ponto importante a ser ressaltado é que um produto ou um serviço fornecido por uma empresa sustentável traz credibilidade ao negócio, gera valor e, ao mesmo tempo, influencia outras empresas, principalmente as concorrentes, a adotarem essas práticas. Isso pode atrair clientes que preferem consumir produtos de empresas que adotam medidas sustentáveis (BRAGA; MOURA, 2015).

Por fim, a Figura 6, a seguir, mostra como é feito o descarte das placas e seus componentes (pergunta 10):

Figura 6 – Porcentagem de como é executado o descarte das placas solares



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir da figura supracitada, observou-se que 46% das empresas respondentes mantêm em suas instalações, por algum motivo, estoque de peças ou componentes que apresentam algum defeito. Em contrapartida, 54% afirmaram que realizam a segregação e o descarte desses materiais por meio de uma companhia de coleta, que se encarrega do destino final dos resíduos.

À vista disso, enfatiza-se que quando as organizações acumulam resíduos provenientes do processo de instalação dos sistemas fotovoltaicos, onde 46% preferem manter esses resíduos nas suas instalações, isso pode parecer uma prática contrária às

práticas sustentáveis. No entanto, essa decisão pode significar uma tentativa de recuperação desses dispositivos para sua operacionalidade por parte das empresas instaladoras, aproveitando componentes íntegros, ou ainda para a formação de volume para envio para outros centros, inclusive de reciclagem.

Isso também evidencia a ausência de uma legislação específica para a reciclagem de painéis solares no Brasil, o que favorece a falta de padrão para o seu descarte. No entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010 pela Lei nº12.305/10, incentiva a logística reversa de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) e estabelece metas para evitar a destinação desses resíduos aos lixões (AZEVEDO, 2024).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que os objetivos e as hipóteses traçadas inicialmente foram alcançadas. Isso foi demonstrado por meio da realização do questionário, que apontou que a maior parte das empresas raramente retornam com as placas solares para o fornecedor/distribuidor ou então não retornam nunca, fator, este, que deve ser considerado como preocupante para os impactos ambientais.

Ademais, ficou evidente que os problemas mais recorrentes com as placas estão relacionados à quebra durante o transporte, mau funcionamento e condições meteorológicas, visto que há redução da geração de energia. Com isso, ficou explícito, também, que o descarte das placas solares, em sua maioria (54%), é feito de maneira que os resíduos sejam separados e enviados à uma empresa terceirizada, e a minoria (46%) mantém o produto não conforme na empresa. Ressalta-se que, por mais que a maioria (54%) faça o descarte correto, a parcela da minoria (46%), ainda sim, é considerada alta, o que pode ser suficiente para prejudicar, significativamente, o meio ambiente.

Por conseguinte, constatou-se que pouco mais de 61% dos respondentes conhecem e aplicam as orientações fornecidas pelas empresas distribuidoras, caso as placas solares estejam não conformes e sejam descartadas. No entanto, os resultados também revelaram que quase 39% das empresas não têm conhecimento sobre o assunto e/ou não destinam os resíduos de forma que aplique boas práticas de descarte, o que é considerado, mais uma vez, uma preocupação ambiental.

Logo, salienta-se que os resultados mostraram como as empresas estão lidando com os impactos ambientais ocasionados pelo descarte das placas solares devido às

avarias. É importante ressaltar que o percentual da minoria dos respondentes pode ser considerado relativamente grande, visto que, com o passar do tempo, esses números podem se multiplicar na mesma velocidade do crescimento da oferta e demanda de energia limpa, resultando em uma quantidade de resíduos que tornará os custos de qualquer processo altíssimos. Por isso, é crucial que as empresas saibam como fazer o descarte correto e realizar a destinação temporária desses resíduos.

Ao final do estudo, no ramo de acadêmicos de Engenharia de Produção, foi possível compreender que a preocupação com o impacto ambiental está cada vez mais presente nas práticas empresariais e, por isso, é fundamental que os esforços voltados à sustentabilidade continuem na mesma proporção de crescimento pela procura por energia sustentável.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se realizar uma pesquisa direcionada para os fabricantes das placas e componentes, abordando questões relacionadas a políticas de reciclagem e ações para mitigar os impactos ambientais. Outra proposta a ser executada é realizar um estudo dirigido às empresas locais que tratam dos resíduos e avaliar se eles oferecem serviços relacionados ao descarte de componentes usados na geração de energia solar e qual tipo de gerenciamento de resíduos utilizam.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. Geração de energia solar mais que dobra no ES em um ano, 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/geracao-de-energia-solar-mais-que-dobra-no-es-em-um-ano/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

ANEEL. Novas usinas em operação ampliam em 347,2 MW a oferta de geração em março, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/novas-usinas-em-operacao-ampliam-em-347-2-mw-a-oferta-de-geracao-em-marco>. Acesso em: 05 jun. 2023.

AZEVEDO, J. Reciclagem de painel solar: como é feita?, 2024. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/reciclagem-de-painel-solar/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BONELLI, C. M.C. Meio ambiente, poluição e reciclagem. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

BRAGA, C. O. S.; MOURA, A. S. S. Protocolo verde: a realidade da sustentabilidade ambiental nas instituições financeiras no Brasil. *In: JORNADA INTERNACIONAL POLÍTICAS PÚBLICAS*, 7., 2015, São Luís. Anais [...]. São Luís, 2015.

FLEURY, M. T. L.; WERLANG, S. R. C. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. [s.l.]: FGV, 2017.

- FTHENAKIS, V. M. E. L. P. A. *Electricity from sunlight: photovoltaic systems integration and sustainability*. 2. ed. [s.l.]: Hoboken, 2018.
- GHIZONI, J. P. *Sistemas fotovoltaicos: estudo sobre reciclagem e logística reversa para o Brasil*. 77 f. 2016. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- GONZÁLEZ, F. E. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. *Revista Pesquisa Qualitativa*. São Paulo, v. 8, n. 17, p. 155-183, 2020.
- IRENA. *End-of-life management: solar photovoltaic panels*, 2016. Disponível em: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA\\_IEAPVPS\\_End-of-Life\\_Solar\\_PV\\_Panels\\_2016.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf). Acesso em: 13 jun. 2023.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. *Técnicas de pesquisa*. 9. ed. [s.l.]: Atlas, 2021.
- MAIA, A. G. F.; VARELLA, F. K. de O. M. Potencial de conservação de energia a partir do descarte de módulos fotovoltaicos no Brasil. *Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica*, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 66-76, 2022.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Brasil bate recorde de expansão de energia solar no ano de 2023: com construção de usinas fotovoltaicas e eólicas, matriz elétrica brasileira chega a 83,79% de fontes renováveis*, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- MURTHY, V.; RAMAKRISHNA, S. A review on global e-waste management: urban mining towards a sustainable future and circular economy. *Sustainability*, [s.l.], v. 14, p. 1-18, 2022.
- MUSSI, R. F. de F.; MUSSI, L. M. P. T.; ASSUNÇÃO, E. T. C.; NUNES, C. P. *Pesquisa quantitativa e/ou qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades*. *Revista Sustinere*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 414-430, 2019.
- OLIVEIRA, J. C. P. de; OLIVEIRA, A. L. de; MORAIS, F. de A. M.; SILVA, G. M. da; SILVA, C. N. M. da. O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coleta de dados: vantagens e desvantagens do seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 3., 2016, [s.l.]. Anais [...]. [s.l.]: CONEDU, 2016. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO\\_EV056\\_M D1\\_SA13\\_ID8319\\_03082016000937.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_M D1_SA13_ID8319_03082016000937.pdf). Acesso em: 15 jun. 2023.
- PARANHOS, L. R. L.; RODOLPHO, P. J. *Metodologia da pesquisa aplicada à tecnologia*. 1. ed. São Paulo: Senai-SP Editora, 2014.
- PORTAL SOLAR. *A importância da reciclagem de equipamentos de energia solar*, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/tecnologia/equipamentos-fv/a-importancia-da-reciclagem-de-equipamentos-de-energia-solar>. Acesso em: 01 jun.

2024.

PORTAL SOLAR. Cerca 5,4 mil novas empresas do setor solar devem surgir no País em 2021, segundo Portal Solar, 2021. Disponível em:

<https://www.portalsolar.com.br/noticias/negocios/empresas/cerca-5-4-mil-novas-empresas-do-setor-solar-devem-surgir-no-pais-em-2021-segundo-portal-solar>. Acesso em: 09 jun. 2023.

REIS NETO, A. C. dos; SILVA, W. N. da; GIL, A. C. Utilização de teorias na fundamentação de pesquisas na área de marketing. *Gestão & Regionalidade*, [s.l.], v. 35, n. 103, p. 25-56, 2019.

SENADO. Projeto de Lei nº 3784, de 2023, 2024. Disponível em:

<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/158987>. Acesso em: 05 jun. 2024.

TAO, J.; YU, S. Review on feasible recycling pathways and technologies of solar photovoltaic modules. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, [s.l.], v. 141, p. 108-124, 2015.

TONHOLI, F. Ciclo de vida de painéis fotovoltaicos: recuperação do vidro como alternativa ao descarte. 2021. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

ZAMARCHI, G. S. Análise exploratória da sustentabilidade de tecnologias aplicadas na produção de painéis fotovoltaicos sob a ótica da economia circular. 63 f. 2020. TCC (Graduação de Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

### Parte A – Perguntas sobre a empresa

1- Onde a sua empresa está localizada?

Grande Vitória                       Sul do Estado                       Norte do Estado

2- Qual o porte da sua empresa?

Pequeno porte     Médio porte     Grande porte

3- Há quanto tempo a sua empresa está no mercado?

Entre 2 a 4 anos                       Entre 8 a 10 anos                       Entre 5 a 7 anos

Acima de 10 anos

### Parte B – Perguntas sobre a demanda da empresa que instala os painéis

4- Aproximadamente, quantas placas fotovoltaicas foram instaladas no ano de 2023?

- ( ) De 100 a 500 placas                      ( ) De 2.501 placas a 5.000 placas  
 ( ) De 501 a 1.000 placas                    ( ) Acima de 5.001 placas  
 ( ) De 1.001 a 2.500 placas

5- Em comparação com o ano de 2022, qual a porcentagem de crescimento nas instalações de placas solares no ano de 2023?

- ( ) Até 10%                                      ( ) Entre 11% a 30%                      ( ) Entre 31% a 50%  
 ( ) Entre 51% a 70%                          ( ) Acima de 80%

### Parte C – Perguntas sobre os problemas identificados

6- Quais são os problemas mais recorrentes nas placas solares? **Marque os 3 principais e, se houver outros problemas, aponte quais são na alternativa “outros”.**

- ( ) Quebra durante o transporte  
 ( ) Mau funcionamento  
 ( ) Baixa qualidade do produto  
 ( ) Danificação devido às condições meteorológicas  
 ( ) Outros \_\_\_\_\_

7- Quantas placas recebidas do distribuidor e/ou fornecedor apresentaram problemas nos últimos 02 anos?

- ( ) Até 10 placas                                      ( ) Acima de 51 placas  
 ( ) De 11 a 30 placas                                ( ) De 31 a 50 placas

8- Placas que apresentaram problemas, retornam para o distribuidor/fornecedor?

- ( ) Sempre retornam para o distribuidor/fornecedor  
 ( ) Nem sempre retornam o distribuidor/fornecedor  
 ( ) Nunca retornaram para o distribuidor/fornecedor

9- A distribuidora e/ou fornecedor dos componentes como placas solares e inversores utilizados, divulgam as ações que devem ser tomadas caso seja necessário o descarte? Ou seja, há alguma orientação das empresas distribuidoras no momento da compra?

- ( ) Sim, mas no momento ainda não aplicamos  
 ( ) Sim, e aplicamos conforme orientação do distribuidor/fornecedor

( ) Não temos conhecimento

10 - Como é feito o descarte das placas e componentes (placas e inversores) com defeito?

( ) Descarte em lixo comum, para coleta pelo sistema público

( ) Mantemos nas instalações da empresa

( ) Realizamos a segregação e enviamos o descarte dos resíduos à empresa especializada

## FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL POR MEIO DO SISTEMA FOTVOLTAICA

Rodolpho Gomes Cardozo<sup>1</sup>

Otávio Gaigher, Eberte Valter da Silva Freitas e Vladimir Cypreste Romanelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Elétrica

<sup>2</sup> Mestre – Docente Multivix

### RESUMO

Neste trabalho, foi abordado o contexto da produção da eletricidade recorrendo o uso da fonte solar de energia. A prioridade em proteger o meio ambiente cria a necessidade de produzir energia limpa com o menor impacto possível, e uma solução para esse problema é utilizar a energia produzida pela luz solar de células solares fotovoltaicas. O método empregado foi de caráter bibliográfico, natureza básica com abordagem qualitativa e pesquisa exploratória alinhado a um estudo de caso, tendo como exemplo uma residência na cidade de Ibirapu-ES. O resultado é que com economia alcançada e produção de energia solar, a aquisição de um sistema fotovoltaico tem ainda a vantagem de produzir energia renovável sem fornecimento de ruído ou gases poluentes. Esses fatores auxiliam na redução do impacto ambiental. Portanto, conclui-se que, com o mínimo de impacto ambiental e de forma sustentável tornou-se o principal objetivo e entre as alternativas, destaca-se o fornecimento de energia elétrica da radiação solar por meio da funcionalidade celular.

**Palavras-chave:** Energia solar fotovoltaica; energia renovável e elétrica; matriz energética; módulos fotovoltaicos.

### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, um dos principais problemas à difusão dos painéis fotovoltaicos em setores de consumo residenciais e comerciais ainda é o elevado investimento inicial, especialmente maior na construção da infraestrutura de produção (SILVA, 2019).

O propósito de usar fontes de energia renováveis tem tomado grandes proporções, em virtude disso, ela não causa impactos no meio ambiente, juntamente com um clima econômico e favorável. A energia solar fotovoltaica, por exemplo, não traz custos mensais, como uma

conta de energia enviada pelas concessionárias de energia elétrica (ARAÚJO; LUCENA SANTOS, 2023).

O sistema consiste em um plano para implementar um gerador de energia com painéis solares ligados à rede da responsável autorizada por fornecer eletricidade. Com a instalação, que serve para produzir energia fotovoltaica, o impacto na queda é contrário que era antes, onde a relação de custo é invertida (diminui o custo ao longo prazo). Ademais, em qualquer momento é possível ativar a energia solar desligando o abastecimento de energia eletrificada, deste modo, economizar no total da conta de energia (PORTAL SOLAR, 2014 e 2023).

Os locais em se utilizam de sistema de segurança, do qual necessita permanecerem conectadas durante todo o dia, o gasto energético energia acaba sendo mais elevado. Com o aproveitamento de energia solar, esse consumo pode ser reduzido, não prejudicando o sistema e nem as pessoas envolvidas. Além disso, o emprego desse tipo de energia acarreta benefícios ambientais, pois não causa impactos ambientais, além de proporcionar ao usuário descontos financeiros ou alguma natureza de gratificação no cálculo da energia elétrica (ALVES, 2019).

De forma resumida, há vantagens em usar energia solar, tantos ambientais quanto econômicos. Assim, é importante compreender de que forma a energia fotovoltaica ajuda no controle de energia. Para abastecer sistemas de segurança, as vantagens são de que, mesmo que ocorram cortes de energia elétrica por meio das concessionárias, seja por motivos que forem o sistema de segurança quando a alimentação for feita mediante a energia solar fotovoltaica, o sistema permanecerá operando sem cortes, o que não prejudica a segurança da residência ou mesmo de um prédio comercial (CECHIN, 2010).

Considerando isso, gerar eletricidade de forma sustentável, ou seja, sem causar poluição ou prejudicar o ecossistema, dessa forma, em busca por conhecimentos tecnológicos e razões que contribuem positivamente para o ecossistema torna-se uma medida eficaz para reduzir os impactos de impurezas e socioambientais. Assim, será apresentada a contribuição necessária no para âmbito acadêmico, sem querer esgotá-lo, uma breve reflexão do tema, pois a pesquisa o assunto deixa clara a real demanda em buscar alternativas que possam fornecer explicações sobre as energias renováveis e fotovoltaicas (DI LASCIO; FAGUNDES, 2009).

O trabalho justifica-se, portanto, pela necessidade de aprofundar as discussões sobre o assunto visando contribuir socialmente e academicamente com reflexões sobre a relevância do investimento em energias renováveis, na qual ocasiona consequências significativas em benefícios ambientais, pois não causa impactos ambientais. A energia produzida pelo sol, nos últimos anos, a Associação Brasileira de Eletricidade Solar relatou um aumento na energia

gerada pelo sol. Em seu Infográfico no ano de 2023, a evolução da fonte solar passou de 8MW(Megawatts) em 2012 para 34.228 MW em 2023 (ABSOLAR, 2023).

Portanto, os objetivos do trabalho são demonstrar as vantagens da energia renovável fotovoltaica como um sistema potencial no processo de viabilidade financeira na aplicação de painéis de energia solar, bem como ressaltar a importância econômica do sistema de energia fotovoltaica como essencial abastecimento na aplicabilidade nas placas em teto residencial.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ENERGIA RENOVÁVEL FOTOVOLTAICA**

Consoante os estudos de Fadigas (2012), uma indicação inicial para o avanço dos resultados da pesquisa pelo surgimento fotovoltaico é atribuída ao francês Alexandre Edmond Becquerel, quanto à descoberta, em 1839, com relação à energia solar e o poder de ser convertida em energia elétrica. Ele guiou experiências científicas usando um eletrodo iluminado e mergulhado no eletrólito.

Até hoje são criadas pesquisas sobre a produção de elementos fotovoltaicos, com o objetivo de garantir maior eficiência, sem violar o meio ambiente. Com o advento de novas tecnologias, é possível compreender a relevância do sol como uma fonte de aquecimento, existência, carga potência de energia e até mesmo eletricidade (ALVES, 2019).

O tipo de energia mais utilizado atualmente é alcançado com auxílio da concessionária, ou seja, a energia que as usinas hidrelétricas produzem se utilizam da potência da água na eminência da produção de energia. É renovável, entretanto, ela pode causar alterações ambientais, como por exemplo, impactos na fauna, na flora e no lugar em que se encontra o tanque com água. Além de aumentar os níveis dos rios, e ocorrer o alagamento das várzeas (GOUVEIA, 2016).

A oposição no emprego deste tipo de energia a outros recursos energéticos tem vencido potência quando se trata do progresso sustentável de energia elétrica. Essa magnitude se deve ao fato dessas estruturas serem silenciosas. Outra grande vantagem da aplicabilidade sistemas fotovoltaicos é a diminuição no valor da montagem produtiva e econômica de energia (ALVES, 2019).

Observa-se um significado crescimento no tocante ao consumo humano de energia, o emprego de tal tecnologia é uma alternativa sustentável para evitar danos ambientais, pois, o aproveitamento da extração de fontes de energia fóssil, como o petróleo, por exemplo, prejudica o biossistema, a queima desse material contribui negativamente para a

intensificação do efeito estufa, para a contaminação atmosférica e derretimento das calotas polares (MATAVELLI, 2013).

O desenvolvimento de energia fotovoltaica é considerado há muito tempo uma fonte energética tecnológica, sustentável e limpa, com base na energia renovável mais abundante e extensivamente disponível no planeta – o sol – suas aplicações são diversas e podem ser implementadas em praticamente todos os locais, como os comércios, moradas e manufaturas no campo, ou seja, qual for o lugar onde haja abundância da radiação solar (EPE, 2021).

Devido à competitividade da engenharia fotovoltaica, as fontes solares ampliaram significativamente seu envolvimento no setor energético brasileiro, que atualmente é considerado um domínio rentável do País. Na geração distribuída, os custos dos painéis solares estão se tornando mais competitivos em termos de tarifas das concessionárias de energia elétrica, o que mostra grandes perspectivas no Brasil, à semelhança de outros países (BEZERRA, 2023).

## 2.2 COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

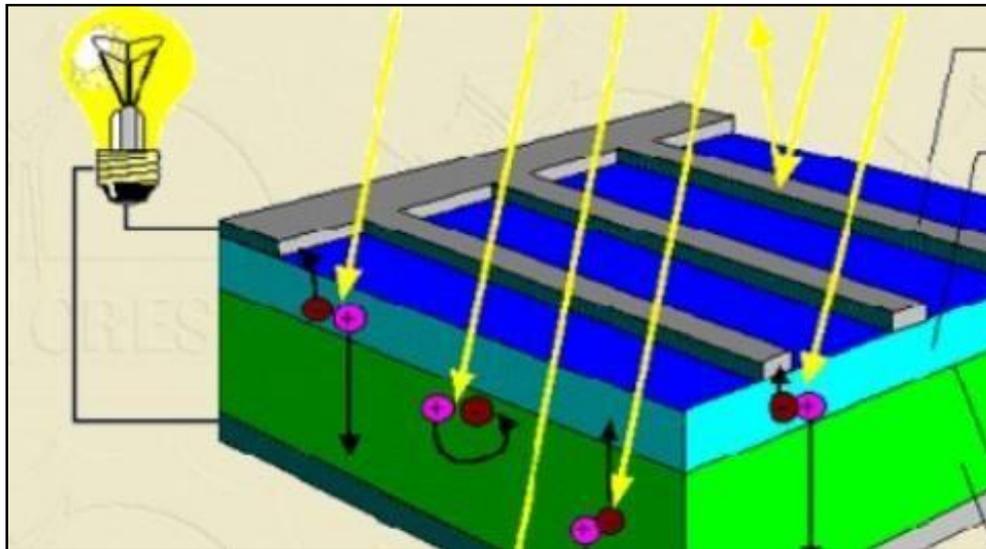
### 2.2.1 Células Fotovoltaicas

O silício (Si) é o material mais empregado predominantemente na produção de células solares, material esse denominado como semicondutor, baterias amplamente utilizadas na indústria de microeletrônica, as usinas fotovoltaicas consistem em duas metades deste semicondutor, cada uma passando por processo de dopagem e combinando com outros materiais para alterar sua estrutura eletrônica. Assim, metade deles se torna negativo (deixando elétrons) e a outra metade torna-se positiva (falta de elétrons). Há um arranjo no ponto de contato entre os dois lados (junção P-N) de uma superfície elétrica, que impossibilita a entrada de elétron passe pelo lado negativo da cruz e chegue à outra metade positiva. Por intermédio do efeito fotovoltaico, ocorre a formação de uma disparidade de voltagem entre os dois eletrodos em virtude da transferência de elétrons, que são gerados a partir de diferentes faixas (CEMIG, 2012).

A aplicação mais comum é eletricidade solar e energia solar térmica. A produção de energia fotovoltaica está vendo um crescimento significativo no mercado impulsionado em parte pelas regulamentações dos serviços públicos e pelos incentivos governamentais em alguns estados. Em 2017 a energia fotovoltaica representava apenas 0,0008 % da capacidade total instalada no Brasil (RELLA, 2017), em 2019 atingiu 1,45 % (EMPRESA DE

PESQUISA ENÉRGICA, 2020). A Figura 1 exibe o processo como a energia é adquirida ao converter diretamente a luz em eletricidade, por intermédio do processo fotovoltaico.

**Figura 1** – Células Fotovoltaicas



Fonte: Fadigas (2012).

De acordo com autora Fadigas (2012) por meio da comunicação externa os elétrons são carregados distantes da célula para fins práticos. Cada elétron que sai da célula é suplantado por outro elétron responsável por transferir a carga. Conseqüentemente, intercorre o convertimento de energia elétrica por intermédio da utilidade de painéis fotovoltaicos e radiação elétrica direcionada.

Conforme definido pela norma NBR-10899:2013, módulos fotovoltaicos são totalidades de células fotovoltaicas que são eletricamente interligadas, geralmente em série, encapsuladas materiais que garantem maior resistência mecânica e resistência às intempéries, mas permite a entrada de luz e ajuda a arrefecer. Facilitando o acesso com outros módulos e sua permanência em sua conformação, a fim de propagar energia elétrica. Portanto, as células mais utilizadas são à base de silício monocristalino (m-Si), policristalino (p-Si) ou amorfo (a-Si).

### **2.2.2 Inversor Fotovoltaico DC/AC**

O inversor solar é responsável por estabelecer a ligação à rede e ao gerador fotovoltaico e os sistemas elétricos CA ou carga CA. Sua principal função é converter o sinal CC do gerador fotovoltaico em um sinal CA e ajustá-lo à frequência e ao ponto de conexão elétrica da rede por meio da rede à qual está plugado. Inversores específicos da aplicação são

usados para diferentes finalidades do sistema unido à rede e são diferenciados como (inversores de rede) e sistemas autônomos (inversores autônomos) (PORTAL SOLAR, 2014-2023).

Em um sistema fotovoltaico ligado à rede, o inversor é acoplado à rede elétrica de serviço elétrico diretamente ou instalação. Com uma conexão direta, a eletricidade gerada é injetada diretamente na infraestrutura comunitária. Ao conectar-se ao sistema interno do edifício a energia gerada é primeira consumida no prédio e depois a energia restante é fornecida à rede pública (ALVES, 2019). Esses dispositivos são capazes de compatibilizar a tensão e a frequência com a rede elétrica da empresa à qual o sistema está plugado.

Segundo o INMETRO (2011), os inversores destinados à utilização em sistemas fotovoltaicos devem possuir formas senoidais puras, com eficiência acima de 85% entre 50% e 100% de distorção harmônica total no nível de potência nominal (THD) inferior a 5 %, independente da potência operacional. Observa-se na Figura 2 o sistema de inversor Fotovoltaico associado à rede, de acordo com o Portal Solar (2014-2023).

**Figura 2**– Sistema de inversor conectado à rede



Fonte: PORTAL SOLAR (2014-2023).

**1 - Painel Fotovoltaico** - Os painéis solares fotovoltaicos detêm da aptidão ao transmutar a luz solar em eletricidade, e estabelece a corrente contínua. Organizar vários painéis solares pode criar iluminação pública. O mesmo se aplica as coberturas e fachadas de edifícios residenciais, comerciais e industriais, incluindo outros usos para os adquirentes.

**2 – Inversor** – Assim, ao contrário da maioria dos dispositivos eletrônicos que usam CA, os inversores solares convertem CC em CA de forma que essa energia possa ser empregada em dispositivos de consumo. Esses dispositivos são capazes de compatibilizar a tensão e a frequência com a rede elétrica da empresa à qual o sistema está correlacionado.

**3 - Painel de ordenação** – Nesse caso, a energia elétrica provocada pelas células fotovoltaicas localizadas nos painéis é transmitida e depois convertida pelo inversor para o painel de distribuição local – no qual o sistema está instalado – para que a energia a ser utilizada seja disseminada.

**4 - Aparelhos elétricos** - A energia construída pelo sistema ON-Grid vem aos dispositivos elétricos e eletrônicos vinculado à tomada. E esses dispositivos utilizarão energia fotovoltaica para funcionar automaticamente.

**5 - Medidor de energia bidirecional** - A função do medidor bidirecional é monitorar a energia utilizada pela rede, assim como a energia inserida na rede. Ocorrência o sistema produz menos energia elétrica do que a consumida atualmente, a rede pública fornecerá automaticamente o necessário para evitar qualquer falta de energia ao consumidor. No sentido oposto e complementar, o sistema garante que o excesso de energia seja nutrido na rede elétrica da concessionária, produzindo maior potência solar que o indispensável hoje. Assim, neste exemplo, o medidor bidirecional registrará essa energia e o consumidor / produtor irá desfrutar de um excedente em sua conta de energia mensalmente.

### 2.2.3 Controlador de Cargas

Os controladores de carga trabalham estabelecendo uma ligação com os módulos fotovoltaicos, carga consumidora e os bancos de baterias. Monitora o nível de energia armazenado na bateria, por meio da análise de pressão, para se evitar sobrecarga (OVELHA, 2017). Observa-se na Tabela 1 abaixo as suas principais características:

**Tabela 1** – Características para o bom funcionamento de cargas

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS PARA O BOM FUNCIONAMENTO DE CARGAS
Retratar um gasto interno atenuado;
Eficiência recomendável, entre 96% e 98%;
Desconectar as baterias do consumo em casos de uma descarga extensa;
O carregamento deve ser realizado em altas tensões;
A tensão de ruptura dos componentes semicondutores deve ser no mínimo duas vezes a tensão do gerador solar aberto;
Cobertura ajustada para caso de sobre tensão;
Deve encontrar-se em um local abrigada.

**Fonte:** Adaptado de Ovelha (2017).

Os sistemas OFF-Grid, são conhecidos como estruturas separadas ou como não-rede. Essas organizações operam de forma automática, ou seja, não funciona simultaneamente com a rede elétrica convencional. As Figuras 3 e 4 exemplificam um sistema OFF-Grid e o diagrama correspondente em relação à carga utilizada.

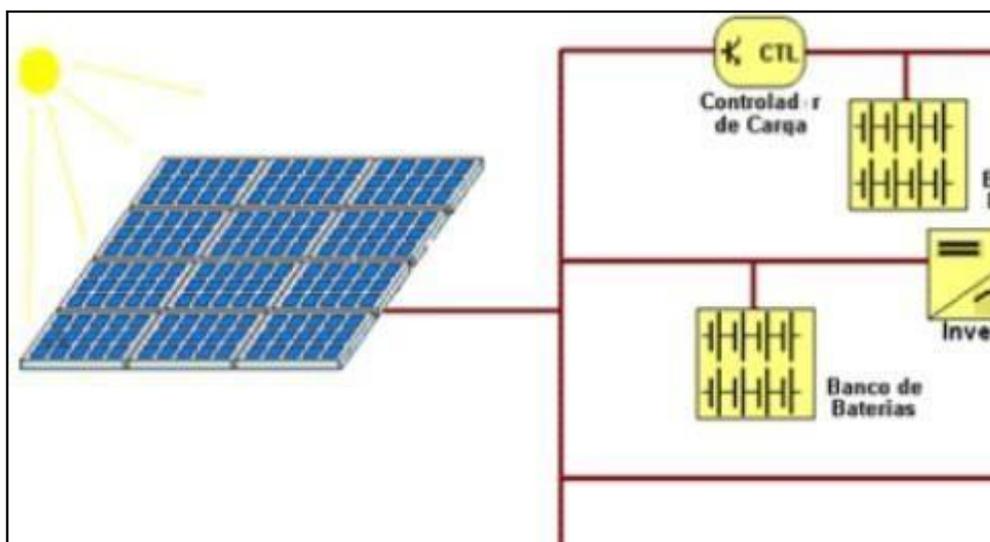
**Figura 3** – Sistema solar Off-Grid



Fonte: Portal Solar (2014-2023).

Assim, os sistemas fora da rede podem ser usados em regiões extremas sem rede elétrica ou onde não é transparente o provimento de energia, exemplos de aplicações destes sistemas incluem zonas rurais, quintas, parques de estacionamento e praias.

**Figura 4** – Esquema de sistemas fotovoltaicos com base na carga executada



Fonte: Adaptado do CRESESB (2013).

**Carga CC sem armazenamento** - Aqui, a energia elétrica é utilizada para gerar energia a partir de equipamentos CC. Um exemplo de tal aplicação é um sistema de bombeamento de água com uma bomba acoplada a um motor CC.

**Carga CC com armazenamento** - Quando se deseja usar dispositivos elétricos com corrente contínua, independentemente de a energia solar estar sendo gerada ao mesmo tempo. Sempre que for viável, é recomendado que a energia elétrica seja conservada em baterias. Um dispositivo é usado na supervisão da carga e descarga da bateria. Este equipamento é denominado controlador de carga, cuja principal função é evitar danos à bateria por carga excessiva ou descarga considerável.

**Carga CA sem armazenamento** - O princípio de funcionamento dessa carga é similar ao princípio funcional da carga CC. Porém, a diferença é que a carga se alimenta por energia CA, assim, é necessário empregar um inversor entre o gerador solar e a carga. Um exemplo desse uso é o aplicação de energia solar empregada em sistema fotovoltaico.

**Carga CA com armazenamento** - Para alimentar equipamentos CA, é essencial um inversor. A função deste mecanismo é converter corrente interrupta por uma alternada, transformando, por exemplo, a tensão em corrente contínua de 12 V para 127 V numa corrente alternativa.

### 2.3 VIABILIDADE FOTOVOLTAICA

Ao definir todas as questões negativas que cercam a expansão de energia elétrica, a luz solar tem sido certa possibilidade praticável, para tanto, para realizar tal transformação de energia solar em eletricidade, é utilizado no processo o silício. Entretanto, embora muito sustentável, a aplicabilidade de placas fotovoltaicas como fonte de energia, é uma tecnologia acessível a um público pequeno, de forma geral, devido ao seu custo elevado (MATAVELLI, 2013).

Devido às suas características, o Brasil possui um imenso potencial para a geração de energia solar predominantemente “na maior parte do ano”, principalmente na região nordeste do país, o que deixa o País com certa vantagem em relação aos demais países no aplicação de energia fotovoltaica (BRAGA, 2008, p. 46). Segundo a afirmação do autor, a inquisição elétrica no Brasil é alta e aumenta em função da oferta disponível de créditos no mercado que contribui para a aquisição de produtos elétricos em maior número e quantidade, e conseqüentemente eleva o gasto de energia elétrica.

Uma importante contribuição para que os gastos com energia elétrica doméstica sejam mitigados é a aplicabilidade de energia solar. Neste caso, utilizar tal energia para o desempenho funcional dos mecanismos seguros, sendo que, tais sistemas ficam ligados e acionados 24 horas por dia, o que demanda um consumo de energia considerável, se utilizado para o abastecimento do mesmo a energia solar, o gasto com concessionárias seria menor, para além da proteção ambiental (MATAVELLI, 2013).

Pensando no sistema de segurança residencial, a função da energia fotovoltaica, pode ser extremamente importante, para quando há cortes de energia eletrificada, assim, o sistema de energia solar pode ser acionado para que o sistema de segurança continue a funcionar sem interrupção (CABRAL; VIEIRA, 2012).

Diante disso, Braga (2008) ressalta que é preciso ainda que a energia solar fotovoltaica receba incentivo para sua utilização, além disso, é necessário investimento por parte das indústrias, para que o valor aquisitivo desse material possa torna-lo mais atingível a toda a população. Utilizar a energia de fonte renovável tem sido uma alternativa mais sustentável, já que a degradação do meio ambiente aumenta progressivamente. Para o autor supracitado, portanto, converter a energia solar mediante células fotovoltaicas tem sido viável e recomendável.

Há circunstâncias significativas a serem levadas em conta. O autoconsumo amplia a concorrência no mercado (em termos de preços dos sistemas solares), contribuindo assim para a sua transformação, porque proporciona o surgimento de novos serviços mais adaptados às demandas dos clientes. Finalmente, a aplicabilidade da energia solar para o consumo próprio tem potencial para fornecer eletricidade economicamente competitiva aos consumidores. Protegendo-os das flutuações dos preços da energia (OVELHA, 2017).

### **3 METODOLOGIA**

Toda pesquisa precisa seguir uma proposta metodológica, sendo assim, classifica-se o trabalho como pesquisa bibliográfica da literatura, por ser este estudo baseado em artigos científicos, obras monográficas e revistas literárias, além de portais eletrônicos da organização estudada.

Nesse seguimento, a natureza da pesquisa foi básica, com o propósito de identificar, selecionar e analisar as informações apuradas sobre a temática, as buscas de materiais e conhecimentos tiveram como pilares a SCIELO e Google Acadêmico com obras que possuíam relação com a temática, baseado nas das palavras-chave “Energia solar

fotovoltaica”, “Energia renovável e elétrica”, “Matriz energética” e “Módulos fotovoltaicos”, e análises baseadas em documentos, artigos acadêmicos e estudos relacionados à legislação brasileira.

Para a realização deste trabalho, foram feitas duas coletas de dados. A princípio a coleta de dados amostrais para este trabalho acadêmico foi feita por meio dos artigos apurados durante a pesquisa e um estudo de caso, onde o interesse foi dirigido na implementação do sistema de energia solar fotovoltaico com o foco na viabilidade econômica como alternativa principal.

### 3.1 OBJETO DO ESTUDO DE CASO

Na eminência do desdobramento do estudo de caso, foi escolhida uma moradia no Município de Ibirapu-ES contendo 3 moradores que consomem em média de 805 Kwh/mês, levou em consideração os meses de janeiro de 2022 a janeiro de 2024 o custo médio foi de R\$ 20.000,00. Observa-se a imagem da residência depois da implantação das placas na Figura 5.

**Figura 5** – Imagem da residência após a implantação das placas de energia solar



**Fonte:** Própria dos autores (2024).

O método da pesquisa estudo de caso foi descritivo-exploratório com abordagem quantitativa, considerando é responsável por descrever a população, situação ou fenômeno de que trata o estudo de caso. O presente trabalho usou esse tipo de pesquisa para mostrar informações no fator econômico após as placas serem instaladas na residência.

Na apresentação, organização das ferramentas e abordagens que auxiliam essa pesquisa, o marco inicial do caminho em direção ao avanço da investigação foi o desdobramento bibliográfico de uma estratégia para identificar as bibliografias coletadas por

ordem de relevância para o estudo. Foram discutidas as principais abordagens acerca da necessidade de adotar a implantação das placas de energia solar voltaica, de forma a propiciar melhores elucidacões para as categorias interessadas.

Em muitas áreas do conhecimento, o estudo de caso é uma estratégia de especulacão amplamente utilizada, inclusive, na engenharia elétrica. Trata-se de uma investigacão detalhada de um fenômeno específico em seu contexto real, por meio de uma análise profunda e sistemática de variedades fontes de dados, incluindo entrevistas, observacões, documentos e registros (POTTMAIER, 2022).

Segundo a autora supracitada, este tipo de método é uma ferramenta valiosa para a pesquisa, uma vez que permite investigar problemas e soluçoes em um contexto real, contribuindo para a evoluçao de novas tecnologias e práticas mais eficazes e sustentáveis. Além disso, o estudo de caso pode ser utilizado para avaliar a efetividade de soluçoes já implementadas, no caso da investigacão da utilizacão da energia solar fotovoltaica na residênciã em Ibiracũ.

Para aprimoramento das informacões necessárias no levantamento e organizacão de dados na pesquisa de estudo de caso, foi adotada uma estratégia baseada em apuracão nas contas de energia anteriores à implantacão do sistema abordado aqui nesse estudo e um questionário com 5 (cinco) perguntas básicas destinadas à pessoa responsável pela família, as quais serão respondidas logo abaixo, sendo elas:

- 1- Atualmente quantas pessoas residem aqui?
- 2 – Qual o valor em médio era do consumo de energia antes das instalaçoes das placas de energia solar?
- 3 – E hoje, quanto é o consumo de energia?
- 4 – Qual foi o valor investido na implantacão das placas?
- 5 – Porque optou pela energia solar fotovoltaica?

A procura por alternativas para reduzir custos elétricos está presente na vida de todo mundo, seja ele residencial ou profissional. No mercado residencial atual, uma oportunidade de investimento para reduzir esses custos é a utilizacão de mini ou micro-geraçao de energia elétrica por meio de um sistema de energia solar fotovoltaica, embora exija um investimento significativo no curto prazo, pode se tornar interessante no futuro (DALFIOR; SANTOS; SOUZA, 2016).

Assim, baseado nas perguntas apresentadas ao residente pesquisado, a resposta para a pergunta acerca de quantas pessoas vivem na residênciã, a resposta foi que 5 (cinco) pessoas

residiam na morada, sendo os pais, filhos e avô. Quanto à pergunta a respeito do valor médio do consumo de energia antes das instalações das placas de energia, a pessoa responsável pelas respostas respondeu o valor de médio de 805 kWh/mês, e a seguir ressaltou com relação à economia com as contas nos dias de hoje, o consumo é o mesmo gerado, devido a implantação da energia solar, a energia gerada para rede e a mesma que o consumo, onde isso fez uma redução na minha conta de luz chegar a mínima que é o cobrado de 100Kw/mês pela concessionária, que e em média R\$130,00 (o valor era em média de R\$530,00 de consumo anteriormente do sistema de energia fotovoltaica. Hoje, a redução é de 300,00 na conta de luz).

No que diz respeito ao investimento aplicado na implementação das placas, a resposta foi de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais). Logo, ao ser questionado quanto à opção pela energia solar fotovoltaica, a resposta recebida foi a de era a que se aplicava na situação, devido o alto consumo de energia e pelas instalações de novos cômodos no imóvel e equipamentos eletrodomésticos, vi a necessidade da implantação da energia fotovoltaica. Além da economia gerada, o fator impacto ambiental foi importante na decisão, por viverem em uma área rural com muitas florestas ao redor, foi significativa na determinação, já que refletir em energia autossustentável e que administre o mínimo impacto ambiental contribui para o avanço de novas tendências geração de manufaturas.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

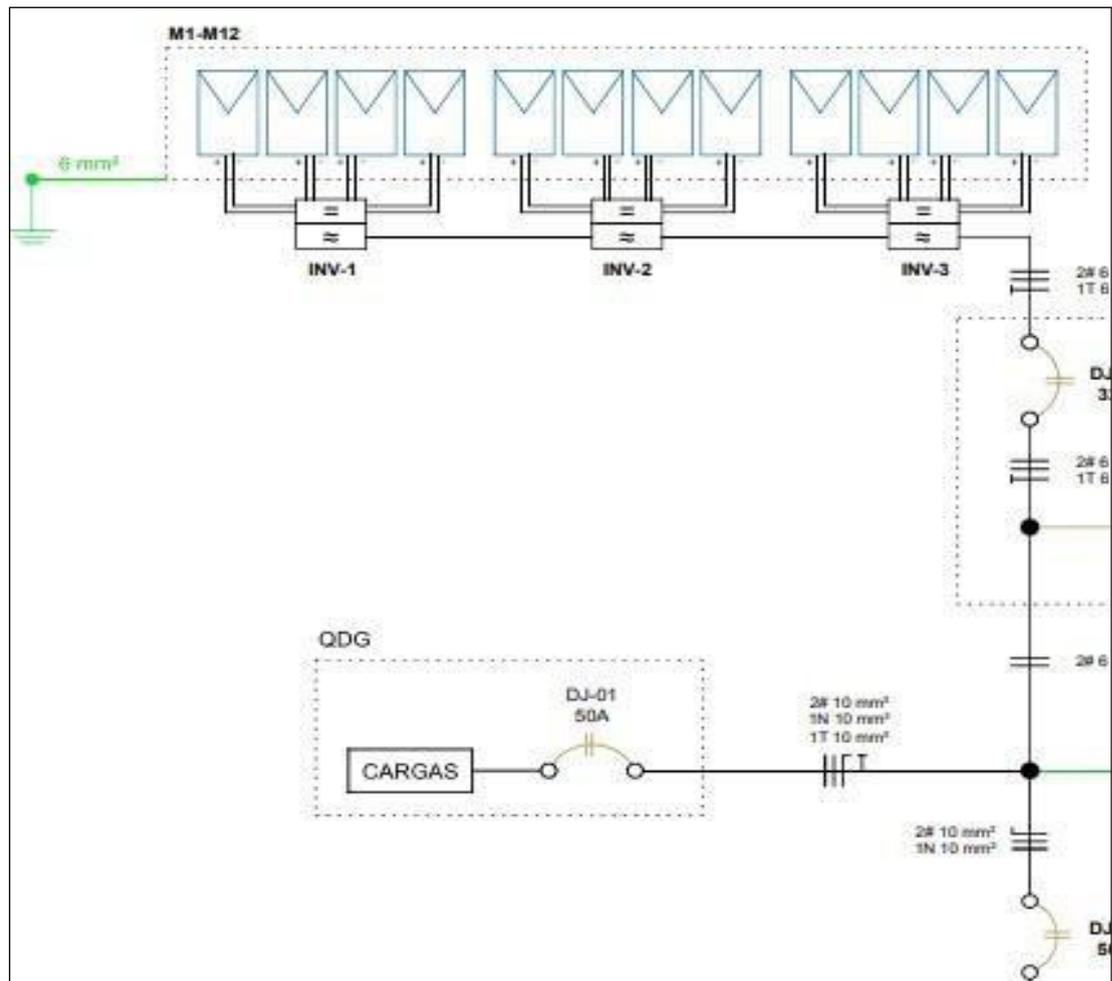
A produção de energia solar pode resultar em economia de até 90%, em média, ou seja, é uma opção melhor do que economizar dinheiro de forma fixa. Portanto, uma instalação segura e aparelhos eficazes, é possível realizar um alto investimento no longo prazo.

As vantagens após a implantação das placas de energia fotovoltaica e entre as características do sistema fotovoltaico encontradas neste estudo estão a rápida instalação de painéis solares sem supervisão recorrente. Em média, a instalação residencial pode ser executada em 2 a 3 dias.

A residência teve o sistema de energia solar implantado em janeiro de 2022. Logo será apresentado todo o processo de microgeração fotovoltaica com a seguinte configuração: 3 arranjos de 4 módulos fotovoltaicos; sendo a potência instalada de 6,66 kWp; potência máxima injetada de 6 kWp; 12 módulos Elgin 555 W instalados sobre o telhado.

Observa-se a Figura 6 o diagrama UNIFILAR.

**Figura 6** – Diagrama UNIFILAR



Fonte: Autores (2024).

A seguir serão apresentados as descrições gerais e dados do sistema em formato de tabelas.

**Tabela 2** – Descrição do ITEM, TAG do sistema aplicado na implantação

ITEM	TAG	DESCRIÇÃO
1	INV-1 / INV-2 / INV-3	Micro Inversor ELGIN-2000
2	DJ-1	Disjuntor Bipolar 50A
3	DJ-2	Disjuntor Bipolar 50A
4	DJ-3	Disjuntor Bipolar 32A
5	DPS	DPS CLAMPER U <sub>c</sub> 275V – Imáx 20 kA – In 10kA
6	M1-M12	Módulos Fotovoltaicos ELG555 – M72HAE
7	QDG	Quadro de Distribuição Geral

Fonte: Autores (2024).

**Tabela 3** – Descrição dos Dados do Inversor

<b>DADOS DO INVERSOR</b>	
Quantidade de Inversores	03
Potência atribuída	2.000 W
Tensão Nominal	220 W
Corrente Máxima de Saída	9,6 A
Rendimento	96,5%
Frequência Nominal	60 Hz
Fabricante	ELGIN
Modelo	ELGIN - 2000
Nº Registro INMETRO	002713 - 2021

**Fonte:** Autores (2024).

**Tabela 4** – Descrição dos Dados dos Módulos

<b>DADOS DOS MÓDULOS</b>	
Potência máxima	555 W
Tensão potência máxima	42,27 V
Corrente potência máxima	13,13 A
Tensão circuito aberto (CA)	50,30 V
Corrente curto circuito (CC)	13,98 A
Eficiência	21,48 %
Fabricante	ELGIN
Modelo	ELF555 – M72HAE
Nº Registro INMETRO	006741 / 2022

**Fonte:** Autores (2024).

**Tabela 5** – Descrição dos dados do Arranjo Fotovoltaico

<b>DADOS DO ARRANJO FOTOVOLTAICO</b>	
Número de arranjos	3
Número de Módulos conectados no INV-1	4
Número de Módulos conectados no INV-2	4
Número de Módulos conectados no INV-3	4
Número total de Módulos conectados no INV	12

**Fonte:** Autores (2024).

**Tabela 6** – Características técnicas do empreendimento

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO</b>	
Geração Híbrida	Não possui
Potência instalada	6,66 kWp
Potência máxima gerada	6 kWp
Potência média injetada	805 kWh/mês
Tensão nominal	220 Vca
Fator de potência	1
Área total da residência (m <sup>2</sup> )	30

**Fonte:** Autores (2024)

Uma placa de advertência foi colocada no local, após a instalação, junto ao padrão de eletricidade, perto da caixa de aferição/atenção, conforme a imagem apresentada abaixo. Essa placa é confeccionada no tamanho de 25x18 cm, com espessura mínima de 2 mm, na cor amarela e com letras pretas, o material é de PVC (policloreto de vinilo) com aditivo resistente a raios UV (ultravioleta). Veja a Figura 7.

**Figura 7** – Placa de advertência do PERIGO

**Fonte:** Imagem retirada na internet

A respeito do aterramento elétrico, foi instalado na edificação malhas de aterramento no esquema TT (terra terra), caso a resistência de terra seja menor que  $10\Omega$ , conforme ABNT NBR 5410:2004, nenhuma violação será cometida, mesmo em solo seco. A composição da instalação foi de 1 haste de 2,5 metros com seção de 5/8" e cabos de cobre com seção de 6 mm<sup>2</sup> enterradas no solo abaixo da estrutura, garantindo a qualidade do aterramento. Os terminais fixos conectam o invólucro do módulo ao cabo de aterramento.

No que concerne ao funcionamento, no período que houver a presença de luz solar, os módulos fotovoltaicos irão captar a luz, gerar energia elétrica em corrente contínua e o inversor a transformará em alternada na frequência de 60hz. E quando a energia elétrica gerada pelo sistema seja superior ao consumo, o inversor possibilitará o fluxo da energia

excedente para a rede da EDP. Caso contrário, se a energia elétrica consumida for em maioria que a energia gerada pelo sistema, o inversor permitirá que a energia da concessionária supra a demanda (PORTAL SOLAR, 2014-2023).

## 5 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados uma vez que foram demonstradas, por meio das pesquisas literárias as vantagens da energia renovável fotovoltaica como um sistema potencial no processo de viabilidade financeira na aplicação de painéis de energia solar, bem como ressaltar a importância econômica do sistema de energia fotovoltaica como essencial abastecimento na aplicabilidade nas placas em teto residencial.

Todo processo de instalação de energia em qualquer residência tem suas vantagens e desvantagens. Segundo a Lei 14.300/2022 a obrigação de fornecer um compromisso de cumprimento fiel (GCF) é requerida dos presentes em conectar centrais de minigeração com potência instalada de 500 kWh ou mais.

A vantagem é a geração da própria energia. As tarifas de energia são compensadas ao gerar a energia para a rede (sendo paga só a tarifa mínima), isso faz com que a energia enviada para rede será utilizado no momento onde não pode ocorrer a geração, neste caso a noite.

As desvantagens, após a Lei citada anteriormente, acerca do início do ano de 2023, as desvantagens é que quando e gerada a energia é enviada para a rede os encargos tarifários não serão mais compensados. Ou seja, se for gerado 100 kWh e enviar para a rede os 100 kWh gerado não valerem necessariamente os 100 kWh, pois uma parcela ficará para a concessionária.

O resultado foi satisfatório, uma vez que empregar como resultado a transformação energia solar em energia elétrica, recorrendo o aplicamento de células fotovoltaicas, tem sido muito viável e recomendável antes da nova Lei 14.300/2022. Devido a essa mudança deve-se fazer um estudo com detalhes precisos para confirmar se é viável ou não fazer um investimento tão alto em energia fotovoltaica, visto que o retorno obtido será menor.

Ao considerar com que intensidade e complexo esse sistema contribui com a natureza ecológica e no que discerne ao socioambiental de crescimento desequilibrado, o engenheiro, assim como cidadão, deve orientar suas escolhas na busca de soluções que levem ao crescimento sustentável com a finalidade de aperfeiçoar o bem-estar e condições melhores na vida das pessoas.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5410:2004. Instalações elétricas de baixa tensão. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/23327/nbr5410-instalacoes-eletricas-de-baixa-tensao>. Acesso em: 21 de jan. 2024.

ABNT NBR 10899:2013<sup>a</sup>. Energia solar fotovoltaica – Terminologia. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/8242/nbr10899-energia-solar-fotovoltaica-terminologia>. Acesso em: 24 de jan. 2024.

ABSOLAR – Assoc. Bras. Energia S. Fotovoltaica. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico>. Acesso em: 15 de jan. 2024.

ALVES, Marliana O. Lage. Energia solar: estudo geração energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. 2019. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2019>. Acesso em: 15 de jan. 2024.

ARAÚJO, Francisco José Costa; LUCENA SANTOS, Priscila Emanuele. O desenvolvimento da energia eólica no Brasil: uma revisão bibliográfica. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 6, p. 2978-2989, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10487/4355>. Acesso em: 03 de fev. 2024.

BEZERRA, Francisco Diniz. Infraestrutura: Energia Solar. Caderno Setorial ETENE, 2023. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/72?author\\_page=1](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/72?author_page=1). Acesso em: 27 de jan. 2024.

BRAGA, Renata Pereira. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e aplicações. Univers Fed. Rio de Jan, 2008. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7372>. Acesso em: 19 de jan. 2024.

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. Viabilidade econômica x viabilidade ambiental uso energia fotovoltaica: abordagem período recente. III Cong. Brasileira Gestão Ambiental. Goiânia, 2012. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-003.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2024.

CECHIN, Andrei. A natureza como limite da economia: contribuição Geogescu Roegen. São Paulo: Editora SENAC, 2010. Disponível em: [http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/01%20TERMODINAMICA%20E%20ADM/A\\_natureza\\_como\\_limite\\_da\\_economia\\_a\\_con.pdf](http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/01%20TERMODINAMICA%20E%20ADM/A_natureza_como_limite_da_economia_a_con.pdf). Acesso em: 21 de jan. 2024.

CEMIG. Alternativas Energéticas. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www.cemig/>. Acesso em: 10 de jan. 2024.

CRESESB. Sistema Geração Fotovoltaica. 2013. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&cid=cse\\_sistema\\_fotovoltaico](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=cse_sistema_fotovoltaico). Acesso em: 18 de janeiro 2024.

DALFIOR, Vanda Aparecida Oliveira; SANTOS, Fabrício Almeida; SOUZA, Carlos Alberto; Energia Solar: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG. Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia, XIII, Rio de Janeiro, RJ, 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

DI LASCIO, Marco Alfredo; FAGUNDES Barreto E. José. Energia, desenvolvimento sustentável para Amazônia rural brasileira: eletrificação de comunidades isoladas. Ministério de Minas e Energia, 2009. Disponível em: [https://agritrop.cirad.fr/567794/1/solucoes\\_energeticas\\_para\\_a\\_amazonia.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567794/1/solucoes_energeticas_para_a_amazonia.pdf). Acesso em: 06 de fev. 2024.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Renova Bio: Biocombustíveis 2030. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/>. Acesso em: 20 de janeiro 2024.

EPE. Balanço Energético Nacional Empresa Pesquisa Energética, 2020. Rio de Janeiro: Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/>. Acesso em: 08 de janeiro 2024.

FADIGAS, Eliane A. F. Amaral. Energ. Solar Fotovolt: Fundam., Conversão, Viabilidade técnico-econômica. GEPEA - Grupo de Energia Escola Politécnica, 2018. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt/document/universidade-de-aveiro/conversao-de-energias-renovaveis/04-energia-solar-fotovoltaica-fundamentos-conversao-e-viabilidade-tecnico-economica-autor-eliane-aparecida-faria-amaral-fadigas/56913278>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

GOUVEIA, Rosimar. Usina Hidrelétrica. Brasil Energia, v.16, n.2, 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/wp-content/uploads/sites/322/2017/11/gabrielaribeirocabralchain.pdf>. Acesso em: 13 de jan. 2024.

INMETRO. Brasil. [S.l.], 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001652>. Acesso em: 10 de janeiro 2024.

LEI 14.300/2022. Alteração da Lei do Programa de Energia Renovável Social (PERS). Da solicitação de acesso e de aumento de potência. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm). Acesso em 10 de novembro 2023.

MATAVELLI, Augusto Cesar. Energia solar: geração energia elétrica utilizando células fotovoltaicas. Universidade de São Paulo. Lorena, 2013. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MEQ13015.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2024.

PORTAL SOLAR. Célula Fotovoltaica. 2014-2023. São Paulo. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/>. Acesso em: 10 de janeiro 2024.

POTTMAIER, Ana W. Mendonça. Metodologia para estudo de caso: livro didático. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/f2ac2854-27f5-49b8-91d2-e648db829a5e>. Acesso em: 04 de fev. 2024.

OVELHA, Rui Miguel R. Val. Projeto, Dimensionamento e Instalação de Solução Fotovoltaica em moradia offgrid. 2017. Tese de Doutorado. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/31733/1/ulfc124090\\_tm\\_Rui\\_Ovelha.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/31733/1/ulfc124090_tm_Rui_Ovelha.pdf). Acesso em: 18 de janeiro 2024.

RELLA, Ricardo. Energia solar fotovoltaica no Brasil. ISSN 2594-7931.2017. Disponível em: <https://www.periodicos.unesc.net/ojs/index.php/iniciacaocientifica/article/view/2937>. Acesso em: 10 de jan. 2024.

SILVA, Luzilene Souza *et al.* Avalia custo benefício utilização energia fotovoltaica. RCT-Rev de Ciência Tecnologia, v. 5, n. 9, 2019. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/5405>. Acesso em: 03 de fev. 2024.

## GESTÃO FINANCEIRA EM PEQUENOS NEGÓCIOS E OS IMPACTOS DA COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Davi Azevedo Marques de Lima<sup>1</sup>, Lucas Mateus Luiz de Brito<sup>1</sup>, Phábulo Damm Lourenço<sup>1</sup>, Cecília Montibeller<sup>2</sup>, Oliveira, Michelle Oliveira Menezes Moreira<sup>2</sup>, Tatiana Oliveira da Silva Campos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Administração

<sup>2</sup> Professor Orientador - Multivix Serra

### RESUMO

O presente estudo analisa a gestão financeira em micro e pequenas empresas (MPEs) no contexto da pandemia de COVID-19 com o objetivo de investigar qual o impacto da gestão financeira no desempenho financeiro e na resiliência de micro e pequenas empresas diante dos desafios durante e após a pandemia de COVID-19. Através de uma abordagem qualitativa, o estudo utilizou a pesquisa bibliográfica e a revisão de literatura para identificar o campo teórico norteador das análises e resultados apresentados. O estudo investigou as principais concepções em relação aos pequenos negócios; apresentou os principais aspectos relacionados à gestão financeira; e analisou nas produções acadêmicas o impacto da gestão financeira no gerenciamento de micro e pequenas empresas no contexto da crise da COVID-19. Os resultados indicam que uma gestão financeira eficiente é positivamente correlacionada com o desempenho financeiro e o crescimento sustentável das MPEs, revelando a importância de aprofundar as investigações sobre as estratégias financeiras adotadas por essas empresas para superar os desafios impostos pela crise da COVID-19. Os achados do estudo sugerem que, diante da relevância crescente da gestão financeira para micro e pequenas empresas (MPEs) no contexto pós-pandemia de COVID-19, os estudos futuros tenham como foco as análises das estratégias financeiras que têm sido mais eficazes para a sobrevivência e crescimento sustentável dessas empresas.

**Palavras-chave:** Gestão Financeira, Micro e Pequenas Empresas, Pandemia Covid-19.

### 1 INTRODUÇÃO

Espera-se que uma gestão eficiente tenha a capacidade de possibilitar que as empresas executem suas operações, identificando a viabilidade econômica e financeira dos negócios de acordo com as tendências do mercado. A gestão

financeira proporciona um controle mais preciso dos desperdícios e a avaliação cuidadosa dos valores, visando evitar investimentos excessivos que poderiam ter impactos negativos no capital das empresas posteriormente (FRISKE; SOARES, 2021).

Por sua vez, o mercado está em constante busca por atender às mudanças nas preferências dos consumidores, exigindo das empresas um esforço contínuo. Isso leva as empresas a empregarem ferramentas e instrumentos que não só visem a satisfação do cliente, mas também a rentabilidade dentro de suas operações comerciais (CAMARGO, 2020), além de auxiliar diretamente nas tomadas de decisões por parte dos administradores.

A administração financeira de uma empresa requer uma vigilância constante de seus resultados, possibilitando uma avaliação contínua do desempenho e a realização de ajustes e correções sempre que necessário. O objetivo primordial da gestão financeira é garantir que a empresa tenha recursos de caixa suficientes para cumprir seus compromissos, ao mesmo tempo em que busca maximizar a riqueza da organização (FERREIRA, 2020).

As micro e pequenas empresas encontram-se em constante evolução desenvolvimento, sobretudo no mercado Brasileiro e na contribuição das mesmas na estruturação da economia brasileira e na oferta de empregos (SEBRAE, 2016). São consideradas Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (MEP) as empresas que se enquadram nas diretrizes propostas pela Lei Complementar n. 123, de 14 de dezembro de 2006, também conhecida como Lei Geral, cuja finalidade é de proteger os pequenos negócios, viabilizando-os a seguirem a Constituição e a geração de empregos e renda. De modo geral, a receita bruta anual das empresas é utilizada como critério para o enquadramento das mesmas em Microempresa, Empresa de Pequeno Porte ou Microempreendedor Individual (SEBRAE, 2016).

Em uma pesquisa realizada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), no mês de março do ano de 2020, direcionada aos pequenos empresários a fim de mapear nos 27 estados brasileiros o impacto causado pela crise decorrente do Coronavírus, constatou-se a queda de 89% do faturamento mensal dos pequenos negócios (SEBRAE, 2020). Dentre os setores, destacam-se o setor de moda, com 74% de queda; o setor de eventos, com 86% de queda e, por fim, o setor de turismo, com registro de 88% de queda do faturamento

durante o período inicial da crise.

Esse contexto destaca a necessidade de explorar instrumentos de gestão focados no acompanhamento e aprimoramento, fundamentais para o bom funcionamento das micro e pequenas empresas. No âmbito das pequenas empresas, embora a literatura reconheça a gestão financeira como um instrumento crucial no planejamento, com grande potencial de contribuição, nota-se que ainda é subutilizada pelos gestores dessa área (MOTERLE; WERNKE; JUNGES, 2020).

A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo na vida financeira de micro e pequenas empresas em todo o mundo. A gestão financeira sempre foi essencial para esses empreendimentos por diversas razões, mas a crise citada ressaltou ainda mais sua importância. Em um cenário onde recursos são limitados e a incerteza econômica é elevada, a capacidade de tomar decisões financeiras fundamentadas pode ser a diferença entre a sobrevivência e o fechamento das portas.

Diante desse contexto, torna-se crucial a realização de estudos e abordagens relevantes sobre a gestão financeira em pequenos negócios, especialmente à luz dos desafios impostos pela pandemia. Compreender como essas empresas estão lidando com os impactos financeiros da COVID-19 e quais estratégias estão sendo adotadas para superar esses desafios é fundamental para fornecer *insights* valiosos e orientações práticas que possam ajudar esses empreendimentos a enfrentar os tempos difíceis e prosperar no futuro.

A pesquisa concentrou-se na análise da gestão financeira eficiente em pequenas empresas, com ênfase nas práticas específicas de controle de custos, análise de fluxo de caixa e planejamento estratégico. A pesquisa aborda como essas práticas são implementadas e correlacionadas com o desempenho financeiro das pequenas empresas, com uma atenção especial para os fatores que contribuem para o crescimento sustentável. A delimitação do tema concentrou-se em proporcionar uma compreensão mais aprofundada do impacto dessas práticas em um contexto empresarial dos pequenos negócios.

Levando em considerações os apontamentos já apresentados, o estudo tem como problema de pesquisa investigar: qual o impacto da gestão financeira no desempenho financeiro e na resiliência de micro e pequenas empresas diante dos

desafios econômicos impostos pela pandemia?

Com a formulação da problemática apontada pelo presente estudo, a hipótese formulada é que uma gestão financeira eficiente, caracterizada pela implementação de práticas de controle de custos, análise de fluxo de caixa e planejamento estratégico, está positivamente correlacionada com o desempenho financeiro e o crescimento sustentável de pequenas empresas.

Diante do cenário apresentado, o objetivo deste trabalho foi investigar qual o impacto da gestão financeira no desempenho financeiro e na resiliência de micro e pequenas empresas diante dos desafios durante e após a pandemia de COVID-19. Como objetivos específicos, o estudo buscou investigar as principais concepções em relação aos pequenos negócios; apresentar os principais aspectos relacionados à gestão financeira; e analisar nas produções acadêmicas o impacto da gestão financeira no gerenciamento de micro e pequenas empresas no contexto da crise da COVID-19.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 OS PEQUENOS NEGÓCIOS: SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA PARA O MERCADO E OS IMPACTOS CAUSADOS PELA PANDEMIA**

A classificação das empresas pode ser determinada com base no tamanho da força de trabalho. As microempresas são definidas por até 9 funcionários, seja no setor de serviços ou comércio, e até 19 funcionários na indústria. Pequenas empresas incluem aquelas com 10 a 49 funcionários em serviços e comércio, ou 20 a 99 funcionários na indústria. Empresas de porte médio são aquelas que possuem de 50 a 99 funcionários em serviços e comércio, ou de 100 a 499 funcionários na indústria. Por fim, grandes empresas abrangem aquelas com mais de 100 funcionários em serviços e comércio, ou mais de 500 funcionários na indústria (SEBRAE, 2016).

Instituída em 14 de dezembro de 2006, a Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte emerge como um elemento essencial na estruturação das diretrizes que contribuem para o desenvolvimento e a ampliação do mercado competitivo das microempresas e empresas de pequeno porte que atuam no Brasil (SEBRAE, 2016), reduzindo assim a informalidade de muitos empreendedores.

A partir da referida legislação, instituiu-se ainda o Simples Nacional que se trata de um regime específico de tributos direcionados aos pequenos negócios, com diminuição de impostos e desburocratização dos processos de cálculos e recolhimentos dessas empresas (SEBRAE, 2016).

No mercado brasileiro, as micro e pequenas empresas estão ganhando crescente reconhecimento no cenário econômico e desempenham um papel fundamental na geração do maior número de empregos formais no país. Este setor tem apresentado, principalmente nos últimos anos, números significativos de crescimento, alinhados aos indicadores de modernização e avanço observados globalmente (MOTERLE; WERNKE; JUNGES, 2020).

Diante das diretrizes apresentadas pela Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte, as empresas caracterizam-se segundo sua receita bruta anual, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Definições e enquadramento de pequenos negócios segundo o critério de receita bruta anual.

	DEFINIÇÃO	RECEITA BRUTA ANUAL
<b>Microempresa</b>	Sociedade empresária, sociedade simples, empresa individual de responsabilidade limitada e o empresário, devidamente registrados nos órgãos competentes, que aufera em cada ano calendário.	igual ou inferior a R\$ 360.000,00
<b>Empresa de pequeno porte</b>	A empresa de pequeno porte não perderá o seu enquadramento se obter adicionais de receitas de exportação, até o limite de R\$ 4.800.000,00.	superior a R\$ 360.000,00 e igual ou inferior a R\$ 4.800.000,00
<b>Microempreendedor individual</b>	É a pessoa que trabalha por conta própria e se legaliza como pequeno empresário optante pelo Simples Nacional. O microempreendedor pode possuir um único empregado e não pode ser sócio ou titular de outra empresa.	igual ou inferior a R\$ 81.000

Fonte: Adaptações de SEBRAE (2016).

As Micro e Pequenas Empresas (MPEs) desempenham um papel crucial na economia brasileira. Contudo, alcançar o sucesso nessas iniciativas representa um

desafio considerável para os empreendedores, pois, em sua maioria, carecem de conhecimentos técnicos em gestão financeira, uma vez que direcionam sua atenção principalmente para a atividade principal do negócio (MOTERLE; WERNKE; JUNGES, 2020).

O cenário atual da economia brasileira e os impactos causados pela crise econômica decorrente do Coronavírus exigem ainda mais dos pequenos negócios o uso de ferramentas de gestão que sejam capazes de alavancar as taxas de sobrevivência das pequenas empresas. O estudo do SEBRAE (2020) realizado no período inicial da referida crise aponta a necessidade do planejamento por parte dos gestores de pequenos negócios para que as empresas sobrevivam mesmo diante de drásticas mudanças do mercado.

Em consonância, Mendonça (et al., 2017) ressalta a importância do planejamento dentro das empresas, independente do porte que ela se enquadre. Para o autor,

[...] a prática do planejamento dentro de uma empresa seja ela micro ou de pequeno porte tem grande significado e importância quanto à eficiência, resultados na produção, lucro e principalmente no que diz respeito a mortalidade da empresa, que ocorre com frequência, grande parte da taxa de mortalidade é ocasionada pela falta de capacitação de seus gestores (MENDONÇA et al. 2017, p. 51-52).

Para Ferreira e outros (2012) entre as principais causas de mortalidade das pequenas empresas encontram-se a falta de experiência do pequeno empresário; falta de estratégias de marketing; a avaliação otimista em relação à situação real do mercado consumidor; e a falta de planejamento, que resulta na má gestão dos negócios, com destaque para a má gestão financeira e a escassez de capital de giro.

De acordo com os estudos do SEBRAE (2020), no contexto pandêmico, as MPE foram o porte de empresa mais impactado pela pandemia de COVID-19. Até agosto de 2020, houve 28.923 perdas de postos de trabalho no estado. As empresas de médio e grande porte, pelo contrário, tiveram um saldo positivo acumulado de 6.560 empregos nesse mesmo período, diminuindo o total de saldo negativo de empregos para 22.363 no estado. Considerando todos os portes, portanto, 100% das demissões a recuperar estavam nos pequenos negócios. Desse modo, nota-se que nesse referido período, as MPEs brasileiras enfrentaram diversos desafios

significativos que afetaram suas operações e sustentabilidade.

Inicialmente, a queda na demanda foi um dos maiores problemas. A redução do consumo, decorrente do isolamento social e das restrições de movimentação, impactou severamente o faturamento das MPEs, resultando em uma diminuição significativa nas vendas (SEBRAE, 2020).

Com a queda no faturamento, muitas MPEs enfrentaram dificuldades financeiras, incluindo problemas para manter o fluxo de caixa, pagar funcionários, fornecedores e cobrir custos operacionais. Embora o governo tenha lançado programas de auxílio financeiro, muitas dessas empresas encontraram barreiras para acessar esses recursos, devido à burocracia, falta de garantias ou desconhecimento dos programas disponíveis (FEIJÓ; ARAÚJO, BRESSER-PEREIRA, 2022).

A necessidade de adaptação ao comércio digital também se mostrou um grande desafio. Empresas que dependiam exclusivamente de vendas físicas tiveram que se adaptar rapidamente ao comércio eletrônico, enfrentando dificuldades com logística, marketing digital e atendimento ao cliente online. Além disso, a manutenção do emprego foi uma preocupação constante. Com a queda nas receitas, as MPEs tiveram dificuldade em manter seus funcionários, resultando em demissões e redução de jornadas de trabalho (SEBRAE, 2020).

Após a pandemia, as MPEs continuaram a enfrentar desafios significativos. A recuperação financeira foi uma prioridade, com a necessidade de reestruturar dívidas acumuladas e restaurar o fluxo de caixa normal. O retorno do consumo também foi um processo lento, especialmente para setores fortemente impactados como turismo, eventos e serviços presenciais (FEIJÓ; ARAÚJO, BRESSER-PEREIRA, 2022).

A inovação e a transformação digital tornaram-se essenciais para se manter competitivo no mercado pós-pandemia, uma vez que as MPEs precisaram continuar investindo em tecnologias digitais e novos modelos de negócios (JÚNIOR et al., 2020; DA SILVA; SILVA; OLIVEIRA, 2021). A competitividade e a sustentabilidade se destacaram como pontos críticos, as MPEs enfrentaram concorrência acirrada e a necessidade de adotar práticas sustentáveis para atender a um mercado cada vez mais consciente.

Os impactos da pandemia nas MPEs foram profundos. Muitos pequenos negócios não conseguiram sobreviver à crise econômica, resultando em um alto número de falências. A pandemia acelerou mudanças no comportamento do consumidor, com uma migração significativa para o comércio online e serviços de entrega, obrigando as MPEs a se adaptarem a esses novos padrões. A necessidade de digitalização impulsionou a adoção de novas tecnologias e ferramentas digitais, mesmo em setores que antes dependiam exclusivamente do comércio físico (SALOMÉ et al., 2021).

A flexibilidade e a resiliência tornaram-se características fundamentais para as MPEs, que desenvolveram maior capacidade de adaptação frente às adversidades, ajustando seus modelos de negócios e práticas operacionais. A crise forçou muitas MPEs a redefinirem suas estratégias de negócios, focando em diversificação de produtos e serviços, parcerias estratégicas e novas formas de atendimento ao cliente (SALOMÉ et al., 2021).

Corroborando a percepção de Ferreira e outros (2012) Moterle, Wernke e Junges (2020) as Micro e Pequenas Empresas (MPEs) consolidaram-se como elementos essenciais na economia brasileira, desempenhando um papel crucial na criação de empregos formais e contribuindo para a distribuição de renda, a arrecadação de tributos e o desenvolvimento de regiões específicas. No entanto, destaca-se que a falta de aprimoramento por parte dos gestores e as dificuldades no domínio de instrumentos gerenciais têm representado obstáculos para o crescimento dessas empresas. Conforme a análise, muitas decisões são tomadas de maneira intuitiva, sem a devida consideração dos demonstrativos contábeis e das informações gerenciais necessárias para embasar as escolhas e conferir solidez ao planejamento. Diante desse contexto, veremos a seguir as principais concepções no que tange à gestão financeira para compreender sua aplicação no contexto das micro e Pequenas Empresas.

## 2.2 GESTÃO FINANCEIRA

Composta por duas áreas distintas, a operacional e a estratégica, a gestão financeira revela-se de extrema importância na administração dos negócios, independentemente do porte da empresa. Isso se deve ao fato de proporcionar aos gestores um controle mais efetivo na execução das tarefas e atividades financeiras,

contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável (MORAES; OLIVEIRA, 2011).

Cabe apontar que a gestão financeira não apenas favorece a previsão de dificuldades futuras, mas também possibilita um planejamento para lidar com as incertezas ao longo do percurso financeiro da empresa, visando o sucesso dos negócios. Vale destacar que a gestão financeira permite ao gestor integrar diversos processos da empresa, refletindo positivamente tanto nos processos operacionais quanto nos resultados estimados. Essa integração promove uma abordagem holística que fortalece a eficiência e a eficácia das operações empresariais. (CAMAROTTO, 2009).

Na perspectiva de Rasoto (2012, p. 127), para o desenvolvimento de uma gestão financeira competente, é necessário estabelecer diretrizes que permitam a análise constante da saúde financeira da empresa a fim de “[...] gerir os recursos financeiros e cuidar da rentabilidade com foco na maximização dos resultados organizacionais”. E é nesse contexto que, com base nos demonstrativos financeiros da empresa, emergem as demonstrações e os indicadores financeiros favorecendo as análises, esquematizações e tomadas de decisões “[...] no sentido de melhorar o faturamento da empresa e alavancá-la no mercado” (RASOTO, 2012, p. 127).

De acordo com Salomé et al. (2021), a administração da gestão financeira emerge como uma das atividades fundamentais no contexto empresarial. Isso ocorre porque é através dos indicadores financeiros que o gestor adquire uma compreensão da situação da empresa, capacitando-o a desenvolver estratégias para atingir os objetivos predefinidos.

Observa-se, conforme apontado por Rasoto (2012), que equilíbrio dos processos de negócios é essencial para que uma empresa funcione de maneira eficiente e, conseqüentemente, atenda de forma eficaz às demandas dos consumidores. Por meio de uma administração financeira adequada, o gestor pode obter uma compreensão clara da situação da empresa, identificando áreas que podem ser aprimoradas. Além disso, ao implementar rotinas integradas, torna-se possível reduzir erros operacionais que têm um impacto direto na produtividade e lucratividade.

Antes da eclosão da pandemia de COVID-19, a gestão financeira já

desempenhava um papel crucial na sobrevivência das empresas, especialmente para as Micro e Pequenas Empresas (MPEs). A partir de 2020, tornou-se ainda mais essencial, desempenhando um papel fundamental ao auxiliar os gestores na compreensão mais profunda do negócio e na tomada de decisões mais seguras (SALOMÉ et al., 2021). É necessário apontar que nesse período as empresas não apenas atentaram-se a necessidade de atender às demandas dos consumidores, mas também de se adaptar às diretrizes para prevenção da COVID-19, adotando medidas de isolamento social para conter a disseminação do vírus, enfrentando a concorrência emergente, estruturando-se para proteger-se contra novas ameaças e, ao mesmo tempo, aproveitando as oportunidades oferecidas pelo mercado para o crescimento (SALOMÉ et al., 2021).

Dessa forma, os indicadores financeiros, além de fornecerem um diagnóstico do estado atual do negócio, também propiciam informações que favorecem um posicionamento estratégico da organização em relação aos impactos de curto e longo prazo das variáveis micro e macroambientais sobre o empreendimento. Essa abordagem torna-se crucial diante das complexidades e desafios introduzidos pelo cenário pós-COVID-19.

### **2.2.1 Demonstrações financeiras**

A implementação da gestão financeira tem início com o preciso registro dos resultados das operações e das condições financeiras da empresa. Esses registros desempenham um papel crucial ao possibilitar análises que servem de alicerce para o planejamento financeiro e para a tomada de outras decisões estratégicas. Essas documentações constituem as reconhecidas demonstrações financeiras (CAMARGO, 2020).

Para Oliveira, Silva e Zucari (2010) as demonstrações financeiras são primordiais para evidenciar a situação econômica dos negócios, possibilitando transparência nas atividades financeiras a ponto de permitir previsões orçamentárias e tomadas de decisões, que em muitos casos decorrem das demandas e situações reais do mercado, refletindo diretamente no bom funcionamento da empresa.

Como dito anteriormente, é com base nos demonstrativos financeiros que ocorrem as análises dos indicadores financeiros e, portanto, as demonstrações

financeiras antecedem os indicadores financeiros sendo responsáveis por fornecer informações para que as análises desses indicadores sejam efetivadas. Em conformidade, Pascalicchio e Bernal (2013), ressaltam que demonstrativos como o Balanço Patrimonial e a Demonstração de Resultados favorecem o conhecimento de dados e informações mais específicas em relação à empresa, tanto no ponto de vista positivo ou negativo, sem dispensar outras informações financeiras que compete ao porte da empresa.

Em suma, as demonstrações financeiras que ganham destaque em toda gestão financeira são: o balanço patrimonial; a demonstração do resultado; a demonstração de fluxo de caixa, entre outros. Para Assaf Neto (2012) são essas demonstrações financeiras que permitem a aplicação dos indicadores financeiros. Em concordância, Matarazzo (2010) indica o Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultado como os principais demonstrativos utilizados para a apuração dos indicadores. No entanto, cabe ressaltar que apesar de se destacarem nesse quesito, existem outros demonstrativos que são capazes de se adequar às necessidades de cada empresa, desde sua gestão até as análises de futuras projeções e ações; situação que se aplica, também, aos indicadores financeiros que veremos a seguir.

### 2.3 INDICADORES FINANCEIROS

Para Rasoto (2012, p. 128), tal como os pilotos de avião necessitam de indicadores para que seu destino de voo seja alcançado, as empresas necessitam ter um “[...] „plano de voo”, o qual deve conter ao menos os indicadores básicos [...] para auxiliar o gestor na verificação da saúde financeira da empresa e de seus impactos na liquidez e rentabilidade empresarial”.

Para Sordi (2005, p.51),

Um dos desafios das organizações [...] é ter indicadores [...] eficientes que tornem as organizações aptas a perceber com rapidez as condições que estão começando a afetar seus processos de negócios e a organização. Dessa maneira as organizações podem realizar quanto antes os ajustes necessários em seus processos de negócios com propósito de obter os resultados esperados.

Para melhor elucidação quanto aos indicadores disponíveis, existe uma divisão em três amplos grupos, são eles: os indicadores financeiros tradicionais: originários da contabilidade financeira, sistemas de custos e

sistemas auxiliares da contabilidade financeira; indicadores não-financeiros tradicionais: coletados fora da contabilidade financeira e seus sistemas auxiliares que relaciona-se com a satisfação dos clientes, com o número de clientes que a empresa possui, com os funcionários, com o volume de vendas, participação no mercado, etc.; e os indicadores não-tradicionais, financeiros e não-financeiros: inexistentes das literaturas mais antigas, presentes apenas nas literaturas recentes, relaciona-se com a qualidade, inovação, retenção de clientes, etc. e os financeiros, com o valor adicionado por funcionário, o modelo do valor econômico agregado, etc. (MIRANDA; AZEVEDO, 2000).

Na compreensão de Pinto Junior (2010, p. 02),

Os indicadores são essenciais ao planejamento e controle dos processos organizacionais, pois constituem a base do planejamento. Estabelecem medidas verificadoras do cumprimento de metas e objetivos e sinalizam o rumo que a organização está seguindo. Assim, facilitam a ação da gerência proporcionando melhor respaldo na tomada de decisão.

Segundo Rasoto (2012) entre os principais indicadores financeiros que as empresas precisam estar atentas estão os indicadores de liquidez, que permitem medir a capacidade da empresa em cumprir corretamente as obrigações já assumidas. Esses indicadores servem como um meio de avaliar se a empresa possui capacidade de honrar com seus pagamentos sejam eles a prazos longos, curtos ou imediatos. Esses índices, portanto, elucidam a situação financeira da empresa em um determinado tempo (MARION, 2015). Para as MPE"s os indicadores de liquidez são ferramentas valiosas para, pois fornecem informações cruciais sobre sua saúde financeira, capacidade de pagamento e resiliência em face de desafios econômicos. Esses indicadores são essenciais para o planejamento estratégico e a tomada de decisões financeiras informadas.

Além disso, são responsáveis por possibilitar uma visão real da situação financeira na qual a empresa se encontra e completa afirmando que "não são índices extraídos do fluxo de caixa que comparam as entradas com as saídas de dinheiro. São índices que, a partir do confronto dos Ativos Circulantes com as dívidas, procuram medir quão sólida é a base financeira da empresa" (MATARAZZO, 1998, p.169).

Os Indicadores de Liquidez são representados pela Liquidez Imediata, Liquidez Seca, Liquidez Corrente e Liquidez Geral. Desse modo, a "Liquidez

Imediata revela a porcentagem das dívidas a curto prazo em condições de serem liquidadas imediatamente” (ASSAF NETO, 2007, p.190). Ou seja, ela representa a capacidade da empresa em cumprir com suas obrigações por meio das suas disponibilidades como saldos em bancos, caixa e demais que forem possíveis de se resgatar de forma imediata, conforme ilustrado na form. (1).

$$\text{Liquidez Imediata} = \frac{\text{Disponível}}{\text{Passivo Circulante}} \quad (1)$$

A Liquidez Seca representa a capacidade da empresa em liquidar seus compromissos de curto prazo por meio de seus ativos circulantes sem fazer uso de seu estoque para tal atividade. A Liquidez Seca é representada conforme a form. (2).

$$\text{Liquidez Seca} = \frac{\text{Ativo Circulante} - \text{Estoque}}{\text{Passivo Circulante}} \quad (2)$$

Já a Liquidez Corrente “indica o quanto existe de ativo para cada R\$1,00 de dívida de curto prazo” (ASSAF NETO, 2007, p. 190). Ela permite a visualização da relação entre o ativo circulante e o passivo circulante. Ainda segundo o autor, “quanto maior a Liquidez Corrente, mais alta se apresenta a capacidade da empresa em financiar suas necessidades de capital de giro” (ASSAF NETO, 2007, p. 191), e é expressa pela for. (3).

$$\text{Liquidez Corrente} = \frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}} \quad (3)$$

Os índices relacionados à Liquidez Geral têm como objetivo identificar se a empresa possui capacidade para liquidar todas as suas obrigações. Para Ferraz, Sousa e Novaes (2017, p. 59) a Liquidez Geral,

Mede a capacidade de pagamento em geral. Possibilita ao analista avaliar a liquidez da empresa em relação ao ativo circulante e realizável ao longo prazo à certa quantidade de obrigações de curto e longo prazo. Quanto maior for o índice, melhor será a situação da empresa. Esse índice de liquidez objetiva a estudar a saúde financeira da empresa no longo prazo.

Segundo Assaf Neto (2007, p.191) a Liquidez Geral “revela a liquidez, tanto a curto como a longo prazo. De cada R\$1,00 que a empresa tem de dívida, o quanto existe de direitos e haveres no Ativo Circulante e no Realizável a Longo Prazo”. Portanto, quanto maior for o resultado, melhor será. Desse modo, a Liquidez Geral

pode ser representada pela form. (4).

$$Liquidez\ Geral = \frac{Ativo\ Circulante + Realizável\ a\ longo\ prazo}{Passivo\ Circulante + Passivo\ Exigível\ a\ Longo\ Prazo} \quad (4)$$

Existem procedimentos que possibilitam a eficácia e o sucesso de um processo de gestão e a obtenção de resultados positivos dos negócios. Nesse sentido, a análise dos indicadores financeiros pode exercer um importante papel dentro das empresas a fim de favorecer o fortalecimento das mesmas, fornecendo informações e dados que podem subsidiar a análise dos processos e a implementação de ações que busquem a melhorias constantes.

São diversos os parâmetros que podem ser utilizados com a finalidade de monitorar o desempenho dos processos de negócio das empresas. Logo, existem vários indicadores que podem ser utilizados para mensurar o desempenho empresarial, cada um com uma função e objetivo específicos. Essa variedade existente faz com que as empresa utilizem vários indicadores de forma simultânea cujo interesse em comum é oportunizar o desenvolvimento da empresa e o alcance dos objetivos de cada uma.

### 3 METODOLOGIA

Para a coleta de dados, o estudo utilizou a pesquisa bibliográfica em livros, periódicos, artigo, sites da internet entre outras fontes. Na concepção de Mattar e Ramos (2021), a pesquisa bibliográfica busca por meio de uma abordagem sistemática identificar, localizar, avaliar e sintetizar informações provenientes de diversas fontes bibliográficas a fim de se obter uma compreensão abrangente do que já foi escrito sobre um determinado tema.

A abordagem adotada nesta investigação caracteriza-se como qualitativa, por propor um modo de análise do objeto que não contempla apenas a quantificação, buscando trabalhar com conceitos, valores, comportamentos e atitudes que não se limitam a uma variável (MATTAR; RAMOS, 2021).

O levantamento bibliográfico, que concentra-se na busca de referências teóricas para investigação do problema de pesquisa e a partir das referências

publicadas fazer as contribuições científicas ao assunto em questão (MATTAR; RAMOS, 2021), concentrou-se na busca e análises de estudos em formato de periódicos, teses, dissertações e outras mídias recuperadas.

A busca foi realizada por meio da utilização de descritores de pesquisa, como a utilização de operadores booleanos nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Cabe apontar que durante a busca, por indicação dos estudos analisados, outros materiais foram consultados. Os descritores utilizados foram “pequenas empresas”, “gestão financeira”, “micro e pequenas empresas” e “pandemia”, sendo aplicados os operadores lógicos e/and e ou/or.

Diante da delimitação metodológica com o estabelecimento do rigor científico dos textos selecionados e da temática proposta, os conteúdos foram elencados no traço temporal de 2020 a 2023, devido o isolamento social que fora organizado mundialmente para conter a disseminação do Covid-19 que teve início no Brasil em meados do mês de março do ano de 2020.

Além do recorte temporal mencionado, os artigos incluídos na revisão bibliográfica foram as publicações em língua portuguesa e os critérios de exclusão foram: a ausência dos termos pesquisados no resumo dos trabalhos; a indisponibilidade de *download* do artigo; a ausência dos descritores de pesquisa e os artigos duplicados.

## CONCLUSÃO

Nota-se que os objetivos específicos e geral foram atendidos, visto que o estudo investigou as principais concepções em relação aos pequenos negócios; apresentou os principais aspectos relacionados à gestão financeira; e analisou nas produções acadêmicas o impacto da gestão financeira no gerenciamento de micro e pequenas empresas no contexto da crise da COVID-19. Também foi constatada como positiva a hipótese do estudo, que era "que uma gestão financeira eficiente, caracterizada pela implementação de práticas de controle de custos, análise de fluxo de caixa e planejamento estratégico, está positivamente correlacionada com o desempenho financeiro e o crescimento sustentável de pequenas empresas", visto

que as análises apontam que a gestão financeira para micro e pequenas empresas (MPEs) ganhou uma importância ainda mais significativa no contexto pós-pandemia de COVID-19.

Os estudos realizados no período de 2020 a 2023 demonstram a relevância desse tema, evidenciando como a pandemia intensificou as fragilidades econômicas dessas empresas e destacou a necessidade de práticas financeiras sólidas para a sobrevivência e crescimento sustentável dessas instituições.

Durante a crise, a queda acentuada no faturamento de vários setores evidenciou a necessidade de um controle financeiro rigoroso e adaptável. As pesquisas indicaram uma redução no faturamento mensal das MPEs, com setores como moda, eventos e turismo sendo especialmente afetados. Esses dados enfatizam a urgência de aprimorar a gestão financeira nessas empresas para enfrentar crises futuras.

Os trabalhos acadêmicos demonstram que, embora a gestão financeira seja reconhecida como um instrumento crucial para o planejamento e a tomada de decisões, ela ainda é subutilizada pelos gestores de MPEs. As práticas de controle de custos, análise de fluxo de caixa e planejamento estratégico são essenciais para garantir a liquidez e a rentabilidade dessas empresas, especialmente em tempos de incerteza econômica.

A literatura destaca que a implementação de indicadores financeiros e demonstrativos financeiros, como o balanço patrimonial e a demonstração de resultados, é fundamental para proporcionar transparência e uma base sólida para a tomada de decisões. Os indicadores de liquidez, por exemplo, são ferramentas valiosas que permitem medir a capacidade de uma empresa em cumprir suas obrigações financeiras, proporcionando uma visão clara da saúde financeira da empresa.

Os estudos realizados após a pandemia indicam que uma gestão financeira eficiente é positivamente correlacionada com o desempenho financeiro e o crescimento sustentável das MPEs. Esse recorte temporal revela a importância de aprofundar as investigações sobre as estratégias financeiras adotadas por essas empresas para superar os desafios impostos pela crise da COVID-19. Tais estudos não apenas fornecem insights valiosos para os gestores, mas também contribuem

para a formulação de políticas públicas e programas de apoio mais eficazes para o setor.

Portanto, a continuidade e expansão das pesquisas sobre a gestão financeira em pequenos negócios, especialmente focando no período pós-pandemia, são essenciais para entender melhor as dinâmicas de sobrevivência e crescimento dessas empresas. Diante da relevância crescente da gestão financeira para micro e pequenas empresas (MPEs) no contexto pós-pandemia de COVID-19, sugere-se que futuras pesquisas aprofundem a análise das estratégias financeiras que têm sido mais eficazes para a sobrevivência e crescimento sustentável dessas empresas. As lições aprendidas com a crise podem servir como base para desenvolver práticas financeiras mais robustas, que ajudem as MPEs a enfrentarem futuros desafios econômicos e a prosperar em um ambiente de negócios cada vez mais competitivo e volátil.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, A. Estrutura e análise de balanço: um enfoque econômico financeiro. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- ASSAF NETO, Alexandre. Finanças Corporativas e Valor. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CAMARGO, Eduardo Scott Franco. Gestão financeira para negócios em alimentação. Editora Senac São Paulo, 2020.
- CAMAROTTO, Márcio Roberto. Gestão de atacado e varejo. Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2009.
- DA SILVA, Isadora Fernandes; SILVA, Mislene Santos; OLIVEIRA, Rossimar Laura. A utilização do marketing digital pelas microempresas de Poá-SP durante a pandemia do COVID-19. Refas-Revista Fatec Zona Sul, v. 7, n. 4, p. 36-52, 2021.
- FEIJÓ, Carmem; ARAÚJO, Eliane Cristina; BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Política monetária no Brasil em tempos de pandemia. Brazilian Journal of Political Economy, v. 42, p. 150-171, 2022.
- FERRAZ, P. S.; SOUSA, E. F.; NOVAES, P. V. C. Relação entre liquidez e rentabilidade das empresas listadas na BMF & BOVESPA. In: ConTexto, Porto Alegre, v. 17, n. 35, p. 55-67, jan./abr. 2017.
- FERREIRA, L. F.F et al . Análise quantitativa sobre a mortalidade precoce de micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo. Gest. Prod., São Carlos, v. 19, n. 4, p. 811-823, dez. 2012.

FERREIRA, Renata. Gestão financeira e finanças corporativas. Editora Senac São Paulo, 2020.

FRISKE, Hadassa Landherr; SOARES, Ana Cristina Beck Serra. Gestão Financeira Através do Fluxo de Caixa: Estudo de Geração de Dados para Tomada de Decisões em Propriedades Rurais/Financial Management Through Cash Flow: Data Generation Study for Decision-Making in Rural Properties. ID on line. Revista de psicologia, v. 15, n. 54, p. 134-149, 2021.

JÚNIOR, Djalma Silva Guimarães et al. Efeitos da pandemia do COVID-19 na transformação digital de pequenos negócios. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 5, n. 4, p. 1-10, 2020.

MARION, José Carlos. Contabilidade Básica. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MATARAZZO, Dante C. Análise Financeira de balanços. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MATARAZZO, Dante Carmine. Análise Financeira de Balanços Abordagem Básica e Gerencial. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTAR, João; RAMOS, Daniela Karine. Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas. Grupo Almedina, 2021.

MENDONÇA, S. A. T. et al. Administração de Empresas em Revista. Vol. 16, nº.17, Curitiba, p. 50-68, 2017.

MIRANDA, L. C.; AZEVEDO, S. G. Indicadores de desempenho gerencial mais utilizados pelos empresários: estudo comparativo Brasil-Portugal. In: Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação Em Administração, 24., 2000, Florianópolis. Anais... Rio de Janeiro, 2000.

MORAES, Rafael Cacemiro de; OLIVEIRA, Wdson de. A importância da gestão financeira nas empresas. UNAR (Centro Universitário de Araras), Revista Científica, v. 5, n. 1, p. 51- 58, Araras, São Paulo, 2011.

MOTERLE, Silvete; WERNKE, Rodney; JUNGES, Ivone. Conhecimento sobre gestão financeira dos dirigentes de pequenas empresas do sul de Santa Catarina. RACE-Revista de Administração, Contabilidade e Economia, v. 18, n. 1, p. 31-56, 2020.

OLIVEIRA, Alessandro Aristides; SILVA, Andréia Regina da Silva; ZUCCARI Solange, Maria de Paula *et al.* A Análise das Demonstrações Contábeis e sua Importância para Evidenciar a Situação Econômica e Financeira das Organizações. Revista Eletrônica Gestão e Negócios. V.1, n.1p.1-13, 2010.

PASCALICCHIO, Agostinho Celso; BERNAL, Paulo Sergio Milano. Gestão de Finanças e Investimentos. São Paulo: Érica, 2013.

PINTO JUNIOR, Roberto Paulo da Silva . A Necessidade de indicadores para Gestão. In: III Seget – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.

RASOTO, Armando et al. Gestão financeira: enfoque em inovação. Curitiba: Aymará Educação, 2012.

SALOMÉ, Fernanda Franciele Sousa et al. O impacto da pandemia do COVID-19 na gestão financeira das micro e pequenas empresas do setor varejista de Cláudio-MG. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, p. e36910615303-e36910615303, 2021.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Boletim de impactos e tendências da Covid-19 nos pequenos negócios. Sebrae: [s.l.], 2020. v. 4. Disponível em:

<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SC/Not%C3%ADcias/Boletim%20Impacto%20Coronavirus%20-%20Novembro%202020%20-%20Final.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Pesquisa com empresários: impactos da covid-19 nos pequenos negócios. SEBRAE, 2020. Disponível em:

<[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/26395e8d6cdfaad19dd180ac3d994b80/\\$File/19406.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/26395e8d6cdfaad19dd180ac3d994b80/$File/19406.pdf)>. Acesso em 03 out. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Sobrevivência das empresas no Brasil: quanto tempo uma empresa é capaz de manter as suas atividades no Brasil?. SEBRAE, 2016. Disponível em: <http://datasebrae.com.br/sobrevivencia-das-empresas/#indice>. Acesso em 20 ago. 2023.

SORDI, José Osvaldo. Gestão por processos: uma abordagem da moderna.

## Marketing de Relacionamento em Pequenas Empresas

Bruno Moreira Machado<sup>1</sup>, Kleyton Teixeira Valadão<sup>2</sup>, Michelle Oliveira Menezes Moreira<sup>2</sup> e Tatiana Oliveira da Silva Campos<sup>2</sup>

1- Acadêmico do curso de Administração de Empresas.

2- Titulação do orientador – Professor Multivix

### RESUMO

O marketing de relacionamento, obriga a organização a traduzir em medidas específicas que realcem os fatores importantes para os clientes aquilo que, genericamente, se refere ao atendimento aos consumidores. Identificar os segmentos de mercado visados e as medidas do êxito da empresa nesse segmento. Identificar os fatores que são importantes na concepção dos clientes é uma exigência do marketing de relacionamento, e a preocupação desses em geral situa-se em torno de quatro categorias: tempo, qualidade, desempenho e serviço. Neste sentido, o atendimento personalizado é uma aliança da qual fideliza o cliente permitindo que a organização ganhe a confiança e a satisfação dos mesmos em troca de resultados surpreendentes. Poucas coisas são tão importantes para uma empresa quanto manter um relacionamento com seus clientes. As ferramentas de gerenciamento de relacionamento com clientes fazem exatamente isso, ajudando a equipe de vendas a registrar comunicações, gerenciar leads e até criar campanhas de marketing.

**Palavras chave:** Diferenciação. Estratégias; marketing; relacionamento.

### 1 INTRODUÇÃO

O crescimento das organizações tem relação direta com uma gama de fatores, que somados às competências operacionais, conceituais e humanas alavancam o seu desenvolvimento. Além disso, o emprego de áreas responsáveis pelo marketing, controle de finanças, recursos humanos, operacionais e estoques, compõem o corpo de uma empresa, conferindo aos consumidores produtos e serviços.

Na atualidade, as empresas têm lançado mão de ferramentas que possibilitem a elas oferecer diferenciais ao seu público-alvo, uma vez que existem outras inúmeras empresas que atuam no mesmo segmento. Desta forma, fatores como o preço, a qualidade do atendimento e dos produtos são indispensáveis para garantir a sua sobrevivência no mercado (GUMMERSSON, 2010).

Neste contexto, o marketing de relacionamento pode ser considerado

como um diferencial nos processos de manutenção, atração e retenção de clientes, devido à sua capacidade de criar uma relação forte entre empresa e cliente, tendo o papel de transmitir as qualidades intangíveis da organização e que realmente satisfaçam e conquistem a fidelidade de seu público (VAVRA, 2006).

O marketing de relacionamento, segundo Gordon (2000) permite que a empresa projete todas as suas ações voltadas ao cliente, para buscar, dessa forma, uma aproximação e uma maior integração cliente-empresa, deixando de obter lucro sobre cada venda para obter lucros por meio da gestão do valor do cliente ao longo do tempo.

As organizações mais do que nunca estão se voltando para a satisfação dos clientes, com foco na qualidade dos serviços a fim de conquistar um futuro promissor. McKenna (2005), a satisfação do cliente é um critério necessário, mas precisa ser acompanhada de um programa abrangente de marketing de relacionamento. Manter o controle de seu relacionamento com o cliente é indispensável para proporcionar a total satisfação dos clientes.

A importância de procurar entender como se processa o comportamento de compra do consumidor, quais são os fatores considerados prioritários ou que agregam mais valor aos seus objetivos principais, reside no fato de que, segundo Kotler (2005), existe uma relação direta entre a satisfação do consumidor, qualidade do produto e serviço. Este estreitamento com o cliente deve fazer parte do planejamento estratégico de uma empresa que busca aprimorar a qualidade de seus produtos e serviços.

Com isso, a valorização do consumidor cresceu muito em importância. De um modo geral, as empresas estão se orientando para o cliente, buscando não só satisfazer suas necessidades e desejos, mas também, superar as expectativas dos mesmos em relação aos produtos e serviços adquiridos, no intuito de conquistar sua fidelidade.

Portanto, o presente artigo de revisão tem como objetivo explorar práticas de marketing de relacionamento aplicáveis às pequenas empresas, e responder ao seguinte questionamento: de que maneira a adoção de tecnologias pode facilitar as estratégias de marketing de relacionamento em pequenas empresas? Este artigo justifica-se, uma vez que manter clientes pode ser, muitas vezes, mais rentável do que a aquisição de novos. O entendimento de tal prática pode proporcionar vantagens competitivas.

## 2. METODOLOGIA

Como metodologia para desenvolvimento deste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica com base em livros, periódicos, tendo como foco as diversas teorias sobre marketing de relacionamento aprofundada com intuito de fornecer uma visão abrangente das estratégias que podem ser adotadas por pequenas empresas para fortalecer suas relações com os clientes e, conseqüentemente, melhorar seu desempenho no mercado. Segundo Gil (2009), em pesquisas, seja qual for a sua tipologia, o levantamento e seleção de uma bibliografia concernente é um pré-requisito indispensável para a construção e demonstração das características de um objeto de estudo. A busca do conhecimento por meio da bibliografia pertinente permitirá ao pesquisador maior clareza na formulação do problema de pesquisa, enriquecendo, também, o seu embasamento teórico.

A metodologia aplicada ao presente trabalho pode ser classificada como exploratória com a finalidade de coletar dados e discutir informações sobre a situação, levando em consideração os objetivos traçados, sendo assim, uma pesquisa qualitativa descritiva. A pesquisa exploratória, consiste em pesquisas realizadas principalmente quando o tema é pouco explorado e complicado de se formular hipóteses precisas (GIL, 2009).

Desta forma, a pesquisa caracterizou-se por ser do tipo descritiva, buscando soluções para o problema em questão. De acordo com Gil (2009), o estudo de natureza descritiva permite ao pesquisador detalhar e analisar um determinado problema de modo a propiciar a este maior conhecimento em torno do mesmo, além de definir objetivos e buscar maiores informações sobre determinado assunto estudado.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Kotler (1998, p. 27), marketing apresenta diversas definições e, a mais efetiva destaca que, “MARKETING é um processo social e gerencial pelo qual o indivíduo e grupos obtêm o que necessitam e desejam através da criação, oferta e troca de produtos de valor com outros”.

Las Casas (2009) define o marketing como sendo

a área do conhecimento que engloba todas as atividades concertantes

às relações de trocas orientadas para a criação de valor dos consumidores, visando alcançar determinados objetivos de empresas ou indivíduos através de relacionamento estáveis e considerando sempre o ambiente de atuação e o impacto que essas relações causam no bem-estar da sociedade (LAS CASAS, 2009, p. 15).

Por sua vez, Kotler e Keller (2013), afirmam que, a administração do marketing tenta identificar o mercado alvo e captá-los a fim de mantê-los fidelizados por meio de comunicação superior à esperada pelo cliente.

Las Casas (2009, p. 3) destaca que “o marketing é uma atividade de comercialização que teve a sua base no conceito de troca”. Tal afirmação pode ser confirmada ao observar a postura dos consumidores que, buscam por produtos e serviços que atendam às suas necessidades e expectativas. Dentro deste contexto, os clientes estão dispostos a pagar pelo valor cobrado pela empresa em troca de um bem, caso este satisfaça suas expectativas.

O marketing, então, não é apenas vendas e propaganda é também satisfazer a necessidade dos clientes e construir um relacionamento com eles, distribuir produtos e promovê-los de maneira eficiente, conforme destacado por Kotler (2003).

Normalmente, o *marketing* é visto como a tarefa de criar, promover e fornecer bens e serviços a clientes, sejam estes, pessoas físicas ou jurídicas. Na verdade, os profissionais de *marketing* envolvem-se no *marketing* de bens, serviços, experiências, eventos, pessoas, lugares, propriedades, organizações, informações e ideias (KOTLER, 2000, p. 25).

Dentro deste contexto, a “administração de marketing é o processo de planejamento e execução da concepção, preço, promoção e distribuição de ideias, bens e serviços para criar trocas que satisfaçam metas individuais e organizacionais” (KOTLER, 1998, p. 32).

Apesar da gama de definições, o marketing ganhou seu devido espaço, tornando essencial nos processos administrativos da empresa, formalizando trocas entre clientes e as organizações, envolvendo as dez áreas do marketing, as quais são: bens, serviços, eventos, experiências, pessoas, lugares, propriedades, organizações, informações e ideias.

### 3.1 O Marketing de relacionamento

O marketing de relacionamento, de acordo com McKenna (2005) é caracterizado pela concentração de todos os esforços na fatia de clientes e não na fatia do mercado: “a proposição central, a definição de objetivos, para

qualquer negócio em um mundo individualizado, é a fatia de clientes”. Para esses autores quando uma empresa busca um aumento de fatia de mercado, significa que ela quer vender mais produtos ou serviços para um maior número de clientes. Porém, quando se concentra na fatia de clientes, significa que o objetivo da empresa é ter a certeza de que cada cliente só compra a sua marca e está satisfeito com seus produtos e serviços. Em outras palavras, a empresa consegue reter seus clientes.

Dentro deste contexto, Kotler e Armstrong (2007) ressaltam que a valorização do consumidor cresceu muito em importância. De modo geral, as empresas estão se orientando para o cliente, buscando não só satisfazer suas necessidades e desejos, mas também, superar as expectativas dos mesmos em relação aos produtos e serviços adquiridos, no intuito de conquistar sua fidelidade.

De acordo com Madruga (2004) para que o marketing de relacionamento alcance os objetivos previamente estabelecidos por uma organização, é imprescindível que sejam desenvolvidas seis funções consideradas básicas que são apresentadas no QUADRO 1.

#### Quadro 1 – Funções básicas do marketing de relacionamento

Elaboração conjunta de nova visão e cultura empresarial voltada para os clientes e parceiros. A empresa deseja e age de forma integrada na busca da excelência no relacionamento interno e externo. Construção de objetivos de Marketing de relacionamento conectados à visão e sempre de natureza límpida. Os objetivos são entendidos, negociados e acompanhados por toda a organização.
Estabelecimento das estratégias de Marketing de relacionamento voltadas para a criação de valores em conjunto com os clientes. As trocas relacionais de sucesso e as estratégias são inúmeras, claras e focadas.
Implementação de ações táticas com o foco no relacionamento colaborativo com clientes. Elas são apoiadas por uma infraestrutura que traz segurança e precisão para os funcionários que estão na linha de frente com o cliente.
Obtenção de benefícios mútuos, isto é, empresas e clientes tiram proveito da cooperação ocorrida em vários momentos de contato. A empresa entende melhor as necessidades do cliente, que se prontifica a fornecer informações valiosas a seu respeito, produtos e serviços.
Direção da ação, capacitação e envolvimento dos colaboradores da empresa para relacionamento superiores. A maior contribuição para gerar diferenciais competitivos no contato com o cliente sempre é dada pelos colaboradores, desde que treinados e encorajados e motivados

Fonte: Madruga (2004, p. 22)

É importante também, segundo Zenone (2010) que as organizações devem esperar que os vendedores sejam os seus olhos e ouvidos. Pretende-se que sempre perguntem aos clientes quais produtos novos, estilos e variações gostariam de adquirir.

Neste sentido, D’Angelo, Schneider e Laran (2006) ressaltam que o marketing de relacionamento é considerado como uma metodologia que integra

esforços diversos que englobam desde a missão, valores e objetivos da empresa, até o treinamento de colaboradores que se apresentam na linha de frente prestando atendimento direto aos clientes. Os benefícios advindos deste trabalho produzirão retorno que a longo prazo demonstrará benefícios diversos para a organização, seus colaboradores e clientes.

Este relacionamento com os clientes origina-se durante o próprio atendimento ao cliente. O primeiro contato direto que o cliente tem com a empresa é um fator primordial para o estabelecimento de um relacionamento a longo prazo, ou seja, a fidelização (McKENNA, 2005).

Para Minadeo (2008), o bom atendimento pode ser definido como aquele que concede ao cliente um pouquinho a mais do que o cliente espera. Por isso, atender não simplesmente o ato de satisfazer uma necessidade do cliente, mas o primeiro passo de uma estratégia competitiva, que poderá garantir o sucesso organizacional futuramente.

De acordo com Las Casas (2009), o cliente é a peça fundamental para a sustentação e manutenção de qualquer empresa ou organização, para tanto, é imprescindível que o cliente esteja satisfeito com o atendimento, produtos ou serviços que lhe são prestados.

É importante lembrar que os clientes não podem ser tratados apenas como objetos. Eles são um mix de personalidade, motivações, atitudes, necessidades, frustrações e até mesmo caprichos, que preferem tipos particulares de experiências e gostam de apreender com elas. É claro que nenhuma empresa conseguirá atender os clientes a fundo, mas eles devem perceber as particularidades de cada um para que assim possam atender às suas necessidades sejam elas quais forem, este é o verdadeiro marketing de relacionamento a ser praticado (ZENONE, 2017).

### **3.2 Os 4 R's do marketing de relacionamento**

O conjunto formado pelas variáveis: Relacionamento, Retenção, Referência e Recuperação, constituem os 4 Rs do marketing de relacionamento. O primeiro R é relativo ao relacionamento e indica a construção de um processo contínuo de interação entre empresa e clientes. O segundo R, a referência, está relacionada à satisfação dos clientes e, a partir desta satisfação ele irá propagar para outras pessoas os benefícios obtidos pela empresa, atraindo novos clientes. O terceiro R, a retenção, implica na manutenção dos clientes da

empresa por meio de estratégias de diferenciação, que permitam que a organização se destaque frente a outras que atuam no mesmo segmento. Por fim, o quarto R, representa a recuperação, onde a organização buscará sanar a insatisfação dos clientes e tentar recuperá-lo, demonstrando o seu comprometimento para com a sua satisfação. A FIG. 1 ilustra os 4 R's do Marketing de Relacionamento (PAVONI et al., 2009).



Fonte: BARNERS (2002)

É importante ressaltar que, não se trata de uma tarefa simples. Para que a retenção seja efetiva, é imprescindível que os colaboradores estejam comprometidos com os objetivos da empresa para que possam atuar proativamente, fazendo com que cada cliente se sinta único. Desta forma, o cliente perceberá este diferencial quando buscar por algum produto ou serviço e for tratado de maneira especial, fazendo com que ele sinta sua importância (ZENONE, 2010).

De acordo com Paula (2007)

O Marketing de Relacionamento possibilita a empresa produzir e delinear todas as suas ações, buscando dessa forma uma identificação e uma maior integração entre cliente-empresa. Se a organização se preocupa com o bem estar do cliente e atende prontamente suas solicitações, ele certamente reconhece o valor e o esforço a ele disponibilizado, e possivelmente se tornará fiel a esta organização (PAULA, 2007, p. 2).

Neste contexto, Madruga (2010) afirma que, a atenção dispensada aos clientes é uma estratégia importante para a manutenção de relacionamentos duradouros. Clientes satisfeitos, são clientes fiéis e, isso implica no seu retorno à empresa, sempre que precisarem de algo comercializado por ela. Além disso, este tipo de cliente torna-se um tipo de referência ao propagar sua satisfação a

outros, podendo ser um atrativo para novos clientes.

Entretanto, nem sempre todos os clientes estarão satisfeitos e, para isso, é necessário que a empresa busque identificar os motivos que lhe causaram insatisfação e elaborar estratégias de recuperação deste cliente, demonstrando sua preocupação e comprometimento em manter seus clientes satisfeitos (KOTLER, 1999).

Sob esta ótica, independentemente do porte ou setor de atuação de uma empresa, estas devem sempre estar atenta ao relacionamento estabelecido com seus clientes. O nível de fidelização e satisfação dos clientes é considerado um termômetro para avaliar o conceito criado pela empresa no que tange à valorização do seu ativo mais importante e, caso sejam verificadas perdas destes clientes, é imprescindível a elaboração de ações voltadas para a recuperação antes que eles sejam abordados pela concorrência (McKENNA, 2005).

### **3.3 CRM - *Customer Relationship Management***

A gestão do relacionamento com os clientes ou *Customer Relationship Management* (CRM), pode ser definida como um tipo de ferramenta, usadas pelas organizações para promover o gerenciamento da carteira de clientes e das estratégias a serem utilizadas neste processo, devido à possibilidade de serem utilizadas informações relativas aos procedimentos e qualidade da comunicação entre clientes e empresa (VAVRA, 2006).

O CRM não é um tipo de metodologia recente e, seu uso já era observado décadas atrás, por pequenos estabelecimentos que, desenvolviam uma forma muito personalizada de atender aos seus clientes. Era comum que o proprietário dos comércios, conhecessem por nome cada um de seus clientes, assim, como suas preferências e hábitos de consumo (OLIVEIRA, 2009).

Entretanto, com o crescimento das cidades e conseqüente ampliação no número de consumidores e tamanho das empresas, essa prática foi sendo deixada para trás e, é comum que o cliente, na atualidade tenha um código que o identifique. Ressalta-se que, essa impessoalidade, tornou-se um problema para muitas empresas que possuem lojas física, pois passaram a perder seus clientes para empresas virtuais (ZENONE, 2010).

Desta forma, Bretzke (2010) destaca que as empresas têm atentado para a importância do CRM, para garantir a fidelização de seus clientes. Para isso, elas têm feito uso de tecnologias da informação, para o estabelecimento de

relacionamentos duradouros, pautados em relacionamentos efetivos por meio da agilidade no atendimento durante as vendas e, principalmente no pós-vendas, onde os consumidores podem expressar sua satisfação ou insatisfação, fornecendo, desta forma, mecanismos para que a empresa corrija erros e otimize suas atividades (FIG. 2).

Figura 2 – Importância do CRM



Fonte: KOTLER; ARMSTRONG (2007, p.60)

Sob esta ótica, Oliveira (2009) destaca que, a importância do CRM para as organizações tem como premissa o fato de que, a manutenção de um cliente é cinco vezes mais barata do que a obtenção de um cliente novo. No entanto, é primordial que os clientes da empresa sejam rentáveis, pois, o objetivo atual do CRM é elevar a fidelidade dos clientes e a rentabilidade para a organização.

De acordo com Assunção (2004)

Do ponto de vista tecnológico, CRM envolve capturar os dados do cliente ao longo de toda a empresa, consolidar todos os dados capturados interna e externamente em um banco de dados central, analisar os dados consolidados, distribuir os resultados dessa análise aos vários pontos de contato com o cliente e usar essa informação ao interagir com o cliente através de qualquer ponto de contato com a empresa (ASSUNÇÃO, 2004, p. 40).

Para tanto, é imprescindível conhecer o cliente, para que este possa ser atendimento de maneira personalizadas. Peppers e Rogers (2008, p. 58) destacam que, o “CRM tem a ver com o conceito mais profundo de que cada cliente é distinto, diferente e deve ser tratado com diferença”. Desta forma, a empresa deve ser capaz de coletar informações sobre seus clientes, uma vez que, é por meio delas que as decisões de marketing serão tomadas, tendo como foco o relacionamento entre empresa e cliente.

Neste sentido, é por meio do CRM que as organizações poderão decidir quais estratégias podem ser mais efetivas na abordagem a seus clientes, além de permitir vislumbrar quais serviços devem ser agregados para a obtenção de vantagens competitivas frente a seus concorrentes (BRETZKE, 2010).

A seguir são apresentadas as caracterizações do serviço de pós-venda e a sua importância para a manutenção de um relacionamento efetivo entre empresa e cliente.

### **3.4 Práticas de Marketing de Relacionamento**

De acordo com Kotler (2003), a busca por prática e estratégias que possibilitem às organizações reter clientes é caracterizada como um tipo de investimento que deve ser realizado constantemente pois, a aquisição de novos clientes é mais onerosa do que a manutenção daqueles que já conhecem os produtos ou serviços disponibilizados. Diante desta afirmação, algumas estratégias apresentadas a seguir, são de grande valia para a manutenção da fidelização dos clientes e atração de novos.

1. Definição de um nicho de mercado – escolher qual segmento de mercado uma empresa irá atuar, proporciona a esta uma definição mais precisa sobre quais devem ser os esforços para atender com maior qualidade seus clientes. Com base no estabelecimento destas estratégias, é possível antever as ações dos concorrentes e atuar no sentido de satisfazer os clientes e atender às suas expectativas (FERREL; HARTLINE, 2016).

De acordo com Porter (2004, p. 39) “a diferenciação proporciona isolamento contra a rivalidade competitiva, devido à lealdade dos consumidores com relação à marca, como também a conseqüente menor sensibilidade ao preço”. Entretanto, é necessário que as organizações identifiquem as oportunidades para que consigam ter vantagens econômicas sem que para isso, tenham que abrir mão dos diferenciais adotados e são pré-requisitos para a manutenção de um relacionamento efetivo com seus clientes.

2. Empresa voltada para o cliente – atualmente o foco das empresas se mantém no cliente e, este é seu ativo mais importante. Ressalta-se que a preocupação deve voltar-se não apenas para o cliente externo, mas também para os colaboradores, fornecedores e demais elementos que integram as atividades relativas às empresas. Kotler (1998, p. 43) sobre esta questão frisa que:

As empresas inteligentes tentam desenvolver confiança e relacionamentos “ganha - ganha” em longo prazo com consumidores, distribuidores, revendedores e fornecedores. Realizam isso prometendo e entregando alta qualidade, bons serviços e preços justos.

Observa-se, neste sentido, a importância de se ater ao atendimento e satisfação tanto das expectativas dos clientes quanto daqueles que participam da estrutura da organização.

3. Selecionar clientes – a identificação de uma base de clientes é de suma importância, pois por meio desta seleção a organização irá definir quais recursos devem ser investidos e qual o custo/benefício será obtido no atendimento de cada cliente. Com base nesses dados, é possível determinar que clientes mais lucrativos necessitam de uma equipe apta a atendê-lo prontamente, sendo esta conhecedora de seu perfil. No caso de clientes de menor lucratividade para a empresa, é necessário a elaboração de estratégias que os tornem mais lucrativos e, conseqüentemente, passem a agregar maior valor à empresa (KOTLER, 1998).

4. Customização – a personalização das estratégias de marketing é uma característica do marketing um a um. Por meio deste tipo de estratégia torna-se possível o atendimento individualizado do cliente, sendo este um diferencial para a empresa. Kotler (1998), sobre o marketing individualizado, destacam que:

O último nível de segmentação leva ao 'segmento de um comprador', 'Marketing customizado' ou 'Marketing um a um'. [...] Hoje, parte do trabalho de Marketing *business-to-business* está customizado, uma vez que um fabricante prepara a oferta, a logística e as condições financeiras sob medida para cada cliente importante (KOTLER, 1998, p. 228).

Assim, num mundo globalizado, onde a transmissão das informações ocorre em tempo real, as possibilidades de interação entre empresa e cliente foram maximizadas por meio dos diversos canais de comunicação existentes, os quais são usados tanto para a realização do marketing, quanto para vendas, pós-vendas e reclamações e/ou sugestões dos clientes (GUMMERSSON, 2010).

5. Interação do cliente com a empresa – o relacionamento efetivo entre cliente e empresa é responsável por elevar o lucro, assim, estes relacionamentos podem representar de 25% a 85% a mais na taxa de lucratividade quando os clientes se sentem satisfeitos. De acordo com Kotler (1998) o papel do gestor de relacionamento de uma organização é ouvir o cliente e posteriormente promover uma integração entre pessoas, processos e tecnologias, no sentido de otimizar os serviços de venda e pós-vendas. Assim, a interação entre as partes deve estar pautada em relacionamentos de confiança, honestidade, ética e contatos permanentes.
6. Uso de tecnologias – é por meio das tecnologias que se tornou possível o desenvolvimento de ferramentas e softwares que auxiliam a gestão dos relacionamentos, destacando-se o CRM, ferramenta usada para gerenciar informações dos clientes que, serão num segundo momento, usadas para determinar perfis que possibilitarão à organização segmentar

seu mercado, atendendo de maneira mais efetiva seu público-alvo (MADRUGA, 2010).

7. Planejar e administrar a cadeia de relacionamento – para que as organizações tenham com seus clientes relacionamentos duradouros, é imprescindível que estes tenham como base: relacionamentos de comunicação aberta; confiança; contato permanente entre cliente e empresa; ética e honestidade; preocupação no atendimento do cliente, não somente no momento da venda, mas que este possa ser atendido com a mesma presteza no pós-venda (ZENONE, 2017).

Observa-se, então, que um relacionamento efetivo dentro do marketing de relacionamento depende diretamente da administração e do planejamento desses relacionamentos. O desenvolvimento de um ciclo pautado no feedback é essencial tanto para os empreendedores, quanto para seus clientes, colaboradores e fornecedores (DUQUE, 2014). Portanto, o estabelecimento de estratégias de relacionamento deve levar em conta os objetivos da organização, o público que deseja atingir e os recursos que serão investidos e, o retorno que será obtido.

### **3.5 Pós-venda como estratégia para maximizar o relacionamento com o cliente**

Os serviços de pós-venda, são caracterizados pelo somatório de ações disponibilizadas pelos fabricantes de produtos ou empresas que comercializam itens diversos, após a finalização das transações de compra e venda (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).

O pós-venda está ligado diretamente à venda do produto ou serviço, pois age de forma coerente e eficaz com o cliente, buscando concretizar novas vendas, mas para que o ciclo chegue novamente ao seu ponto de partida é preciso seguir corretamente os processos como, estar sempre à disposição para resolver e solucionar problemas, manter uma boa relação com o seu cliente e oferecer serviços de qualidade em prazos acordados (SILVA, 2015, p. 28).

No caso da venda de bens duráveis, os serviços de pós-venda, podem incluir desde a concessão de garantias, substituição gratuita de peças, estabelecimentos que prestam manutenção ou ainda verificação periódicas de peças. Desta forma, o provisionamento de serviços de pós-venda auxilia os consumidores a utilizar da melhor forma possível os produtos adquiridos, buscando mantê-los em boas condições de funcionamento, aumentando sua longevidade operacional (BERRO, 2010).

Observa-se atualmente, que os serviços de pós-venda estão se tornando uma função cada vez mais importante em grande parte das organizações, independentemente do seu porte, uma vez que é comum observar a disponibilidade destes serviços como forma de maximizar a qualidade do atendimento ao cliente e manter ativo seu relacionamento com a empresa (KOTLER; KELLER, 2013).

De acordo com Kotler (2005), embora a disponibilidade de um serviço de pós-venda seja de grande valia para as organizações, estas podem ainda ampliar sua participação no mercado; elevar sua lucratividade; melhorar o conhecimento do produto e, ampliar sua vantagem competitiva. Entretanto, mesmo com todos os benefícios citados, é necessário que a empresa tenha em mente que, a disponibilidade destes implica em gastos para a organização com serviços de mão-de-obra ou na formação de equipes de pós-venda, separadas daquelas responsáveis pelos setores de venda direta, produção e manutenção.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como foi possível observar, com base na literatura, o marketing de relacionamento é frequentemente percebido como um aprimoramento do marketing tradicional, na medida em que se concentra no atendimento ao cliente e em questões de qualidade que vinculam as empresas clientes a relacionamentos de longo prazo.

A capacidade de resposta no marketing de relacionamento reflete uma atitude de dar, em vez de receber. Empresas foco na manutenção do relacionamento com o cliente buscam adotar práticas que possibilitem conhecer

as necessidades de cada cliente e ao mesmo tempo elaborar ações que possam gerar a satisfação coletiva destes e consequente fidelização. Além disso, o diálogo aberto e livre requer uma comunicação realizada por meio de canais diversos, incluindo os canais digitais, nos quais a empresa possa disponibilizar informações centradas no cliente, cuidadosas e orientadas expressamente para cada indivíduo, demonstrando, assim, a importância de se criar confiança para que a empresa possa se manter competitiva em seu mercado de atuação.

Assim, dentre as práticas a serem adotadas, sugestiona-se o uso de tecnologias que permitam a ampliação de seus canais de marketing e passem a capturar detalhes de cada cliente, tais como preferências por produtos, preços, objetivos, para que seja, desta forma, criado um relacionamento com cada indivíduo que visita o site de uma empresa ou opte por ser atendido em lojas físicas. Em vez de simplesmente conversar com seus clientes, as empresas, especialmente aquelas de pequeno porte, devem criar estratégias que facilitem a condução de um diálogo bidirecional com seus clientes de maneira individual, tornado cada um deles únicos para a empresa.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, T. F. de. Marketing de Relacionamento e CRM - Customer Relationship Management. 2010. Disponível em: <http://asaestrategias.blogspot.com/2010/09/marketing-de-relacionamento-e-crm.html>

ASSUNÇÃO, A. M. Uma abordagem sobre o uso do CRM nas empresas nos dias atuais. Monografia. 2004. Universidade Presidente Antônio Carlos. Barbacena-MG. 2004.

BARNES, J. G. Segredos da Gestão pelo Relacionamento com os Clientes CRM. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

BERRO, D. Atendimento pós-venda: gestão estratégica da excelência. 2010. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/atendimento-posvenda-gestao-estrategica-da-excelencia/43830/>.

BRETZEK, M. Marketing de relacionamento e competição em tempo real com CRM. São Paulo: Atlas, 2010.

COBRA, M. Marketing básico: uma abordagem brasileira. São Paulo: Atlas, 2007.

D'ANGELO, A. C.; SCHNEIDER, H.; LARAN, J. A. Marketing de relacionamento junto a consumidores finais: um estudo exploratório com grandes empresas brasileiras. Rev. adm. contemp., Curitiba, v. 10, n. 1, p. 73-93, Mar. 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-65552006000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552006000100005&lng=en&nrm=iso).

DUQUE, A. C. C. Marketing de Relacionamento como Ferramenta de Estratégia para Fidelização de Clientes no Setor Metalúrgico: Estudo de Caso de uma Microempresa Metalúrgica do Município de Matão (SP). Monografia. 2014. Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.

FERREL, O. C.; HARTLINE, M. D. Estratégia de marketing: teoria e casos. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Minha biblioteca. *E-book*.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GORDON, I. Marketing de relacionamento. São Paulo: Editora Futura, 2000.

GUMMESSON, E. Marketing de relacionamento total. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KOTLER, P. Marketing Essencial, estratégias e casos. São Paulo: Atlas, 2005.

KOTLER, P. Marketing de A a Z: 80 conceitos que todo profissional precisa saber. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

KOTLER, P. Marketing para o século XXI: como criar, conquistar e dominar mercados. São Paulo: Futura, 1999.

KOTLER, P. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. Princípios de Marketing. Rio de Janeiro: Ed: Prentice- Hall do Brasil, 2007.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. Administração de marketing. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 6. Ed. São Paulo: Atlas 2005.

LAS CASAS, A. L. Marketing. 8. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

MADRUGA, R. Guia de implementação de marketing de relacionamento e CRM: O que e como todas as empresas brasileiras devem fazer para conquistar, reter e encantar seus clientes. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010. Minha biblioteca. *E-book*.

MCKENNA, R. Marketing de relacionamento: estratégias bem-sucedidas para a era do cliente. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

MINADEO, R. Gestão de marketing: fundamentos e aplicações. São Paulo: Atlas, 2008.

OLIVEIRA, W. J. CRM & e-business. Florianópolis: Visual Books, 2009.

PAULA, R. B. de. Marketing de relacionamento: a estratégia contemporânea de fidelização. Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. VII ENPPEX. 2007.

PEPPERS, D; ROGERS, M. Marketing um a um. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

SILVA, V. B. da. Marketing no pós-venda. Monografia. 2015. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis. Assis- BA. 2015

VAVRA, T. G. Marketing de relacionamento: after marketing. São Paulo: Atlas, 2006.

ZENONE, L. C. Fundamentos de marketing de relacionamento: fidelização de clientes e pós-vendas. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ZENONE, L C. Customer Relationship Management (CRM): Conceitos e Estratégias. São Paulo: Atlas, 2010.

## **MONITORAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA E DETECÇÃO DE FALHAS ATRAVÉS DO SISTEMA IOT**

Larissa Pereira Bermudes<sup>1</sup>, João Paulo da Silva Vieira<sup>1</sup> Mirella Gonçalves da Fonseca Miranda da Silva e Alexandre Adler Cunha de Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica

<sup>2</sup>Engenheira Civil – Docente Multivix

### **RESUMO**

A água é essencial para a vida e para atender às necessidades humanas, mas a distribuição ineficiente pode prejudicar o acesso, resultando em despesas inesperadas e impactos na integridade do sistema e na saúde dos consumidores. Este trabalho buscou desenvolver um sistema que mostrasse o nível de água para detectar previamente problemas, evitando a necessidade de deslocamento até o local. Utilizando a Internet das Coisas, o projeto empregou componentes eletrônicos, incluindo o Arduino UNO programado em C++. O sistema envia mensagens de texto com informações dos sensores de nível de bóia e ultrassônico, substitutos do sensor de eletrobóia. Chaves de fluxo e relés de falta de fase e térmicos foram usados junto ao acionamento elétrico da motobomba. Isso permitiu a observação graduada das variáveis de nível, fornecimento de energia elétrica e detecção de problemas como falta de fluxo, falta de fase, extravasamento e nível crítico. Os resultados nos testes de bancada mostraram um controle de nível mais robusto e confiável, evidenciando a eficácia do sistema no monitoramento e controle das condições da água.

Palavras-Chave: reservatórios; automação; monitoramento; arduino e nível.

### **1 INTRODUÇÃO**

A água é essencial para a humanidade, sendo um recurso estratégico que mantém a vida, sustenta a biodiversidade, a produção de alimentos e os ciclos naturais, tendo a sua importância nos aspectos ecológicos, econômicos e sociais. Posto que, de acordo com o Comitê sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da Organização das Nações Unidas (CESCR), é essencial ter acesso suficiente a água potável para prevenir a desidratação, reduzir o risco de doenças relacionadas à água e atender às necessidades de consumo, preparação de alimentos, higiene e

doméstica. (SHAMMAS & WANG, 2018).

No contexto de um condomínio, a água proveniente de um sistema de bombeamento é utilizada para diversas finalidades. Portanto, para assegurar a qualidade e quantidade proporcional a oferta de água, torna-se imprescindível que ela esteja prontamente disponível para servir às necessidades dos residentes (SHAMMAS & WANG, 2018).

Dentre essas, de acordo com a NBR 5626:2020, se destacam atividades como: para beber e preparar alimentos; limpar, tomar banho e lavar roupa; limpar janelas, paredes e pisos; aquecimento e condicionamento de ar; para regar gramados e jardins; para aspersão e limpeza das ruas; para encher piscinas de adultos e bebês; além de proteger a vida e a propriedade contra possíveis incêndios (ABNT NBR 5626, 2020).

Contudo, o acesso à água frequentemente é prejudicado por diversos fatores, sendo um deles a ineficiência na distribuição. Isso resulta em inconvenientes e despesas inesperadas tanto para sistemas industriais como residenciais. Essa situação está associada à parte hidráulica, que engloba válvulas, registros, tubulações e conexões específicas, e à parte elétrica, que abrange o painel de controle responsável por acionar as bombas de água. Os principais desafios enfrentados nesse sistema incluem o transbordamento de reservatórios e caixas d'água, vazamentos nas tubulações, escassez de água nos tanques inferiores e superiores, além de sobrecarga nos motores (ALMEIDA, 2018).

Logo, nessas situações, por mais que exista tecnologias avançadas não é muito comum encontrar no dia a dia aplicações robustas para sistemas hidráulicos que mandem alertas, conscientização para economizar água, avisos ou acompanhamento que possibilitam encontrar esses impasses com antecedência, dificultando a detecção prévia e a realização de manutenção antes que a falta de água prejudique os residentes, o edifício e os seus equipamentos (SCHMIDT *et al.*, 2022).

A automação residencial, conforme definida por Muratori e Bó (2011), oferece uma solução eficaz para lidar com os desafios mencionados, proporcionando serviços integrados por meio de sistemas tecnológicos para atender às necessidades básicas nas residências, como segurança, comunicação, gestão energética e conforto.

Visto que, no geral tais condomínios possuem um sistema simples de distribuição, somente com sensor de nível eletroboia, o presente trabalho tem como

objetivo fazer uso de chave de nível de micro bóia e sensor ultrassônico interligado a placa de prototipagem arduino UNO, junto com módulo GSM/ GPRS Sim800L, caracterizando assim um sistema *IoT*, devido a interconexão de objetos e o acesso rápido a informações de forma digital, por meio das mensagens de texto de acompanhamento do sistema, enviadas ao usuário. Justificado pela necessidade de tornar possível o monitoramento de nível e detecção de falhas do sistema de bombeamento de água em condomínios prediais de forma ágil, sem a necessidade de mover-se até as instalações prediais, e sustentável, ao evitar desperdício de recursos hídricos, por meio do controle diante a casos de extravasamento dos reservatórios (NUNES, 2022).

Sob esse viés, o trabalho justificou-se na busca pela sustentabilidade reduzindo as perdas de água e promovendo a capacidade de uso consciente, além da qualidade do funcionamento de um sistema de grande importância para as pessoas, uma vez que suas limitações e problemas afetam tanto os indivíduos quanto o próprio sistema. Por exemplo, a entrada indesejada de ar na tubulação compromete seu correto funcionamento. Nesse sentido, a aplicação de tecnologias de automação visa encontrar soluções que atendam às demandas domésticas, sem aumentar significativamente os custos, a fim de superar os obstáculos e limitações existentes.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SISTEMA HIDRÁULICOS PREDIAIS**

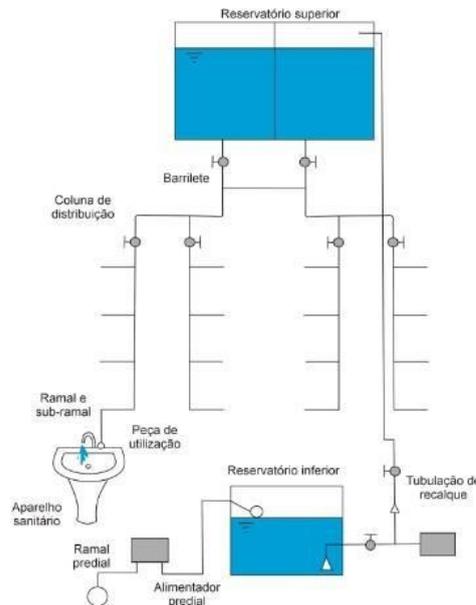
A água é um elemento fundamental, por isso para que ela atinja o usuário final, com qualidade e bom funcionamento da instalação, evitando vazamentos e ruídos no sistema, é necessário a realização do controle da distribuição para limitar certos valores de pressões e velocidades, definidos na Norma Técnica (REALI *et al.*, 2002).

Para manter a qualidade do escoamento da água, é indispensável a ação de uma força impulsora. Sendo necessária a instalação de um conjunto de tubulações, aparelhos, reservatórios e de uma ou mais bombas para aumentar a energia mecânica do fluxo contínuo de água, visto que a ação da gravidade não é suficiente para vencer a altura manométrica (LORENA, 2019).

Conforme Júnior (2020), o sistema predial de água fria (SPAF) pode ser dividido

em três subsistemas: o subsistema de abastecimento, que inclui o ramal predial, cavalete e alimentador predial; o subsistema de reservação, composto pelo reservatório inferior, conjuntos elevatórios, tubulações de sucção e recalque, e reservatório superior; e o subsistema de distribuição interna, que engloba o barrilete, as colunas e os ramais de distribuição. Isso é ilustrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Partes formadora de um sistema predial de água fria



Fonte: VIANA, 2019

Conforme estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998), em um sistema de distribuição indireta com utilização de bombas, é essencial construir um reservatório inferior para abastecer o reservatório superior por meio de bombeamento. Os elementos físicos desse sistema estão descritos no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Componentes do sistema de bombeamento de água

DISPOSITIVO	DESCRIÇÃO
Ramal predial	Tubulação que a concessionária define a conexão entre a rede pública de água e o início do sistema interno de encanamento. Ela também determina o ponto de término do ramal predial.
Cavalete	Conjunto de tubos, conexões e registros destinados à instalação do hidrômetro.
Extravasador	Tubulação que sai do reservatório com o objetivo de escoar eventuais excessos de água.

Alimentador predial	Tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico.
Instalação elevatória	Sistema destinado a elevar a pressão da água em uma instalação predial de água fria quando a pressão disponível na fonte de abastecimento for insuficiente.
Tubulação de recalque	Tubulação entre o orifício de saída da bomba e o ponto de descarga no reservatório de distribuição.
Reservatório	Compartimento destinado ao armazenamento de água da edificação.
Barrilete	Tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto.
Coluna de distribuição de água fria (CAF)	Tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais.
Ramal	Tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais.
Sub-ramal	Tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização.
Ponto de utilização	Extremidade a jusante do sub-ramal a partir da qual a água fria passa a ser considerada água servida. Qualquer parte da instalação predial de água fria, a montante desta extremidade, deve preservar as características da água para o uso a que se destina.

Fonte: ABNT, 1998, adaptado pelos autores.

## 2.2 AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS

A automação no sistema de distribuição de água predial é a implementação de tecnologias como sensores de vazamento, medidores inteligentes, sistema de controle centralizado, monitoramento remoto, programação de horários, alertas e notificações para monitorar, controlar e otimizar o fornecimento de água em edifícios. Isto porque, atribuir a tarefa de operar e monitorar o sistema, além de ter que detectar possíveis falhas a uma pessoa fatalmente acarretará desperdício de água, energia elétrica, danos aos equipamentos e, também, afetará as necessidades básicas dos residentes (ASSIS, 2005).

## 2.3 MEDIÇÃO DE NÍVEL

De acordo com a Norma Brasileira NBR:12217, um reservatório pode ser compreendido em três níveis, sendo eles: Nível mínimo operacional, o nível mais baixo necessário para que o reservatório funcione adequadamente, evitando

cavitação, vórtices e arrasto de sedimentos do fundo do reservatório; nível máximo de operação, refere-se ao nível de água mais alto permitido para o funcionamento normal do reservatório; volume útil compreendido entre os níveis máximo e mínimo, para atender às variações diárias de consumo.

### 2.3.1 Sensor de nível

Existem vários dispositivos fabricados para monitoração e controle de nível que podem detectar a presença ou ausência da água através de uma ação mecânica ou pela ação elétrica do líquido sob o sensor, dentre esses dispositivos o comumente mais utilizado é a eletroboia com interruptor de mercúrio, entretanto além de oferecer risco de contaminação da água não possui tanta precisão e nem flexibilidade de instalação quanto os sensores de chave e ultrassônico, além de ter o seu acionamento prejudicado devido a ondulação do líquido (ENGELOGIC, 2020).

- Sensor de Chave

Devido à sua forma construtiva, o sensor de chave deve ser instalado lateralmente nos reservatórios. Os componentes básicos deste sensor são o flutuador, haste ou cabo e os contatos elétricos normalmente aberto e normalmente fechado, sendo o acionamento dos contatos garantido com a flutuação da boia sobre o fluido monitorado. A transmissão de movimento mecânico para o elemento de contato elétrico se dá por meio de um acoplamento magnético entre dois ímãs permanentes (ENGELOGIC, 2020).

- Sensor de Nível Ultrassônico

O medidor de nível do tipo ultrassônico é instalado na parte superior de um tanque. O funcionamento desses sensores baseiam-se na emissão de uma onda de frequência elevada e na medição do tempo necessário para receber o eco gerado quando essa onda colide com um objeto capaz de refletir o som. (CRUZ *et al.*, 2016).

Através de estímulos elétricos, o transdutor emite ciclicamente uma onda acústica que irá se propagar até se encontrar com um objeto. Quando um objeto reflete os pulsos ultrassônicos em forma de eco de volta para o transdutor, e esta, por sua vez, gera um estímulo mecânico no próprio transdutor, fazendo com que ele converta esse estímulo mecânico em elétrico (CARNEIRO & LUGLI, 2014).

## 2.4 IoT COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO

A Internet das Coisas é uma extensão da Internet atual, por meio dela, os objetos, as coisas, podem se comunicar entre si. Assim, um sensor pode identificar o nível de água da cisterna ou caixa d'água do sistema de bombeamento predial e informar ao usuário ou síndico a porcentagem de água. Um sensor em uma rodovia pode informar quantos veículos trafegam por uma estrada. Quando esses objetos conectados são dotados de capacidade de processamento, passamos a dizer que são “inteligentes” (*smart*) (SACOMANO *et al.*, 2018).

### 2.4.1 Elementos da IoT

A infraestrutura da rede de IoT inclui software, hardware e serviços que suportam o sistema de comunicação. Essa infraestrutura utiliza tecnologias como *Radio-Frequency Identification* (RFID), sensores, tecnologias inteligentes e nanotecnologias para oferecer uma variedade de serviços. Sensores e atuadores são essenciais para coletar e enviar dados, permitindo que os dispositivos conectados ajam de forma autônoma. As redes de comunicação comuns em IoT incluem WiFi, Bluetooth e *near field communication* (NFC), mas aplicações específicas podem depender de redes móveis, como o 5G, com foco na otimização de energia e recursos de processamento (MORAIS *et al.*, 2018).

### 2.4.2 Arduino

O Arduino é um microcontrolador, constituído por hardware e software demonstrado no Quadro 2 a seguir, que permite conectar circuitos eletrônicos a seus terminais, controlando coisas – como, por exemplo, ligar ou desligar relés, lâmpadas, motores, ou medir grandezas físicas por meio da conexão com sensores. Sua função no projeto será realizar o monitoramento do nível dos reservatórios e notificar por mensagem de texto ao usuário, além de informar a detecção de falha por falta de fase (MONK, 2017).

Quadro 2 - Composição do Arduino

ESTRUTURA	COMPOSIÇÃO
-----------	------------

HARDWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microprocessador Atmel AVR. Cristal ou oscilador; Regulador de voltagem de 5 volts; Unidade central de processamento (CPU); Memória de trabalho (RAM); Memória Flash; Memória EEPROM (não volátil); Alguns tipos de Arduino possuem saída USB para conexão com PC ou Mac; A placa expõe os pinos de entrada/saída do microcontrolador para conexões com outros dispositivos.</li> </ul>
SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE); Linguagem de programação C/C++; Permite a criação de programas compostos por instruções sequenciais; Os programas no Arduino são chamados de "sketches" (esboços); É possível baixar os sketches gratuitamente no site oficial, para Windows, Linux e Mac OS;</li> </ul>

Fonte: McRoberts, 2015, adaptado pelos autores.

### 2.4.3 Módulo GSM/ GPRS SIM800L

GSM, sigla que descreve Sistema Global de Comunicação Móvel (*Global System Mobile Communication*), protocolo que estabeleceu os padrões para a telefonia móvel, também conhecida como 2G. Além disso, essa tecnologia introduziu o uso de chips nos celulares, possibilitando a troca de aparelhos sem a perda do número (MONTEIRO *et al.* 2021).

Já o GPRS, abreviação para Serviço de Rádio de Pacote Geral (*General Packet Radio Service*), conhecido como 2,5G. A integração do GPRS ao sistema GSM resultou na chamada geração 2,5G, representando um avanço crucial na comunicação móvel de dados. O Módulo GSM/GPRS SIM 800L, oferece a capacidade de enviar mensagens de serviço de mensagem curta - *Short Message service* (SMS), realizar chamadas e conectar-se à internet com um chip válido. Em virtude disso, o módulo GSM/GPRS SIM 800L é muito utilizado em projetos de IoT para notificar o usuário sobre algum evento ou acontecimento pré-definido (MONTEIRO *et al.* 2021).

Para realizar a comunicação entre o módulo e o Arduino é necessário a utilização da biblioteca *SoftwareSerial* para definir no microcontrolador uma porta serial de comunicação à dois fios e a biblioteca *Sim800L* com as funções de *sendSms* (*number, text*) que envia o Sms armazenada na posição *text* para o número definido em *number*; *begin* a qual inicializa a biblioteca; *readSms(index)* lê a mensagem definida no parâmetro *index*; *getnumberSms(index)* identifica o número do remetente da mensagem e a função *delAllSms* que exclui todas as mensagens da memória (TEIXEIRA, 2019).

### 3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

#### 3.1 DELIMITAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ANÁLISE

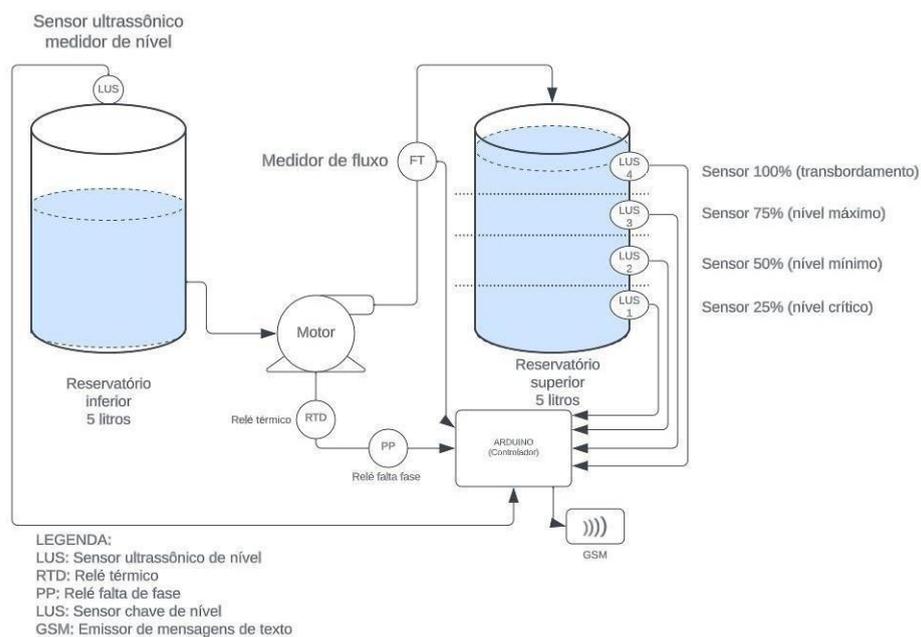
Para este estudo, considerou algumas variáveis sendo elas o nível dos reservatórios indicativos de extravasamento de água e/ou nível crítico, quando a quantidade de água está abaixo do nível mínimo e apresenta dificuldade de ser bombeado pela motobomba. Além disso, foi considerado o como variável de processo o fluxo entre os reservatórios, demonstrando integridade do meio condutor do fluido entre os tanques de água e os relés de falta fase e térmico que sinalizam, em resumo, a falha na motobomba por falta da rede elétrica e sobrecarga no motor. Todas essas variáveis são indicativas de falhas no sistema de bombeamento de água.

#### 3.2 OBJETO DE ESTUDO

Para este trabalho, foi dimensionado pelos autores, no Centro Universitário Multivix - Campus Vitória, um sistema de forma análoga aos processos de bombeamento instalados em prédios residenciais e comerciais, onde se faz o uso de reservatórios inferiores e superiores.

Para compor esse sistema de bancada, foram utilizados dois reservatórios de 5 litros cada, 4 sensores chave de nível EICOS, 1 sensor de nível ultrassônico, 1 arduino, 1 módulo GSM/GPRS Sim800L, 1 chip cadastrado na operadora de telefonia móvel, 4 chaves de duas posições, um motor de corrente contínua de 12Vcc, caixa de ligação de plástico, fios e conexões elétricas, conforme descrito na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do sistema de bancada



Fonte: Autores, 2024.

Desta forma, a montagem do projeto foi dividida em 3 principais partes: Sendo a primeira caracterizada pelas entradas e saídas do sistema, como respectivamente os sensores e a motobomba, para realizar o transporte do fluxo de água e as medições, microcontrolador, que irá converter os sinais elétricos dos sensores em informações sobre os níveis dos reservatórios, e por último rede de celular móvel, responsável por receber os dados coletados.

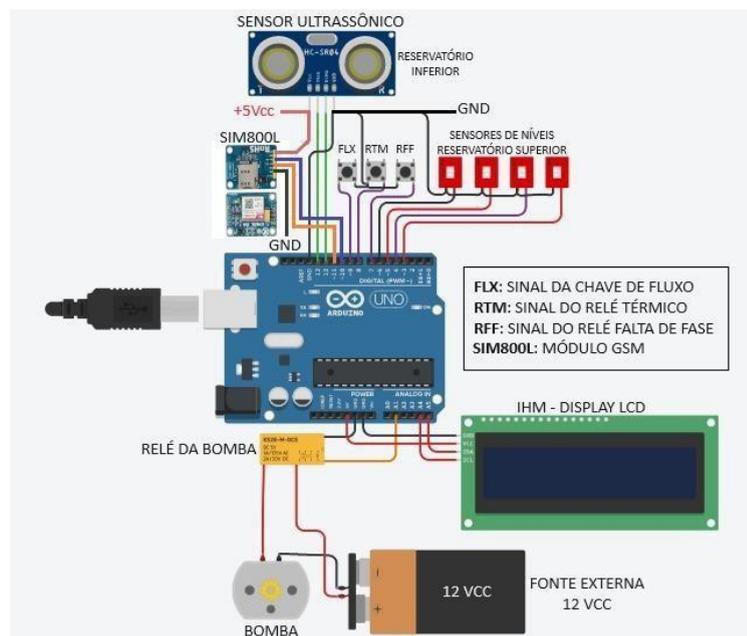
### 3.3 APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS NO SISTEMA DE BOMBEAMENTO

#### 3.3.1 Dimensionamento da IoT

O sistema IoT é um conceito que se aplica à conexão digital entre objetos cotidianos em tempo real. No caso deste projeto o objeto conectado à rede móvel será os sensores de nível. Tal comunicação será possível por meio do microcontrolador Arduino UNO, escolhido por apresentar praticidade, bom custo-benefício e grande robustez, que possui como entrada (*INPUT*) digital 4 sensores de chave de nível e 1 sensor Ultrassônico, módulo GSM/GPRS Sim800L por ser fácil de utilizar e instalar, e como *input* analógica o IHM display LCD e saída (*OUTPUT*) digital a bomba de recalque.

A seguir, a Figura 3, mostra a representação estruturada do modelo proposto para auxiliar os residentes e síndicos de condomínios prediais no monitoramento de nível de água e detecção de falhas. Nela é possível identificar os componentes que constituem o sistema, os quais são descritos adiante.

Figura 3 - Representação do sistema proposto



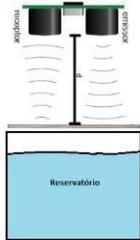
Fonte: Autores, 2023.

Os sensores designados estão ligados ao microcontrolador, que consiste no módulo computacional composto por software e banco de dados, o qual recebe as leituras dos sensores e converte o valor de tensão lido em parâmetros físicos.

O sensor ultrassônico HC - SR04, escolhido devido a sua ampla faixa de medição, foi utilizado no reservatório inferior, destacado na Figura 4, o qual monitora o nível de água através do cálculo da distância de acordo com o tempo em que a emissão da onda ultrassônica demora para retornar ao receptor. A distância calculada é proporcional a variação de voltagem, enviando para o sistema um sinal elétrico. Ao detectar o nível de água abaixo do pré-estabelecido, o sistema entra em nível crítico desligando a bomba e evitando a falha (NAKATANI *et al.* , 2014).

Enquanto isso, o sensor chave de nível ilustrado na Figura 4, é utilizado para determinar o nível do reservatório superior, sua escolha foi realizada por já possuímos o dispositivo, além de poder realizar o dimensionamento estrategicamente para proporcionar segurança através da redundância devido aos múltiplos sensores, garantindo um monitoramento mais confiável. Desta forma, o sistema do reservatório superior foi dividido entre 4 sensores: 100% que representa o transbordamento, 75% representam reservatório cheio, 50% é a média do nível e 25% é nível baixo e crítico.

Figura 4 - Sensores de medição de Nível de água

Sensor Ultrassônico	Sensor Chave de Nível
 <p>Fonte: Marcacini <i>et al.</i>, 2023.</p>	 <p>Fonte: Eicos, 2023.</p>

Ao detectar possíveis falhas o sinal é encaminhado para o módulo GSM/GPRS Sim800L, selecionado por possuir uma interface de simples comunicação serial, que por sua vez irá comunicar ao residente através da mensagem de texto, isto é, a partir

do número do celular cadastrado no código do arduino (MONTEIRO *et al.* 2021).

### 3.3.2 Código de programação do microcontrolador

O IDE ou ambiente de desenvolvimento integrado (*Integrated Development Environment*), é o software utilizado para escrever o código para o arduino, apresentado na Figura 5. O código também é chamado de *sketch*, para o projeto proposto foi nomeado como “TCC\_ENG\_ELET.ino”, sua linguagem de programação é a C++ e possui as funções void setup() para configurações iniciais e void loop() para repetição contínua dos comandos até o desligamento ou reset do Arduino. Logo após, transferido para o microcontrolador, via porta USB do notebook (OLIVEIRA & ZANETTI, 2015).

De um modo geral, o código desenvolvido tem o propósito de enviar SMS para o residente cadastrado a partir do estado dos sensores de nível, a fim de contribuir para o monitoramento, de forma remota ou local por meio do celular móvel e da implementação do display no painel elétrico, do nível de água e a detecção de falhas dos reservatórios inferior e superior do sistema.

Para isto, o código foi estruturado nas seguintes etapas:

- Inclusão de bibliotecas;
- Definição das entradas e saídas;
- Estado dos sensores de nível;
- Lógica de funcionamento do sensor ultrassônico do reservatório inferior;
- Condições de desligamento da bomba;
- Envio automático de mensagem de texto.

Dentre elas destacam-se as etapas do desligamento da bomba e do envio automático de mensagem de texto, conforme a Figura 5 a seguir:

Figura 5 - Código de programação

```

// CONDIÇÕES DE DESLIGAMENTO DA BOMBA
//=====
// Desliga a bomba caso o nível do reservatório inferior seja crítico ou transbordamento do reservatório superior
if (nívelRI == 1 || nívelRS == 5){
  | digitalWrite(BOMBA, HIGH);
}
// Condição para deixar a bomba ligada
if (nívelRI != 1 && nívelRS != 5 && estadoRFF != LOW && estadoRTM != LOW && estadoCHFLX != LOW){
  | digitalWrite(BOMBA, LOW);
}
// Desliga a bomba caso haja falhas no sistema
if (estadoRFF == LOW || estadoRTM == LOW || estadoCHFLX == LOW){
  | digitalWrite(BOMBA, HIGH);
}

//ENVIIO AUTOMÁTICO DE SMS
//=====

// Reservatório Inferior

if (nívelRI == 1){
  | Sim8001.sendSms("+5527997662653", "NIVEL CRITICO NO RESERVATORIO INFERIOR: BOMBA DESLIGADA");
}

if (nívelRI == 5){
  | Sim8001.sendSms("+5527997662653", "TRANSBORDAMENTO NO RESERVATORIO INFERIOR");
}

```

Fonte: Autores, 2023.

O código realiza o controle e o monitoramento para um bom funcionamento da bomba de recalque, do reservatório superior e inferior e do sistema em si. Utilizando o comando "if", verifica-se as seguintes condições: se o nível do reservatório inferior for 1 (significa que a bomba está trabalhando com o nível de água baixo, em estado crítico) ou o nível do superior for 5 (significa que o reservatório está em transbordamento), desligando a bomba. Entretanto, se os níveis forem diferentes de 1 e 5, e se não houver falhas nos relés de falta de fase, térmico e na chave de fluxo, a bomba se mantém ligada. Caso haja alguma falha, o funcionamento da bomba é interrompido para evitar danos. Consequentemente, o sistema envia mensagens automáticas através do módulo SIM800L, alertando sobre situações críticas nos níveis dos reservatórios, garantindo a integridade do sistema.

### 3.5 APRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Durante o funcionamento do sistema de bombeamento de água entre o reservatório inferior e superior, caso venha surgir alguma falha, a mesma estando relacionada no Quadro 3, será enviada uma mensagem em até 10 segundos, previamente cadastrada no arduino informando as falhas ocorridas no sistema, de forma a evitar a interrupção do abastecimento de água para os condôminos.

Quadro 3: Mensagens de alerta do sistema

Possíveis falhas	Mensagens de texto enviada
Sobrecarga no motor e/ou falha na refrigeração deste.	"ALERTA!!! RELÉ TÉRMICO ATUADO"
Interrompida uma das alimentações elétricas	"ALERTA!!! FALTA DE FASE ATUADO"
Reservatório inferior, abaixo do nível mínimo	"NÍVEL CRÍTICO NO RESERVATÓRIO INFERIOR: BOMBA DESLIGADA"
Nível acima de 100% no reservatório superior	"TRANSBORDAMENTO NO RESERVATÓRIO SUPERIOR! BOMBA DESLIGADA."
Sem fluxo de água, após a bomba entre os reservatórios inferior e superior.	"ALERTA!!! SEM FLUXO DE ÁGUA APÓS O ACIONAMENTO DA BOMBA"

Fonte: Autores, 2023.

### 3.6 ORÇAMENTO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

Durante a prototipação e implantação do modelo, foi orçado o valor do sistema, descrito na Tabela 1, e realizado a aquisição dos componentes em lojas do ramo de materiais de construção e eletrônicos, no estado do Espírito Santo. A compra dos sensores e da caixa multiuso de PVC na Construbom e os demais dispositivos eletrônicos na Eletrônica Gorza Vitória. Ademais, segue uma estimativa do custo médio, a fim de realizar a implantação do sistema para condomínio predial, analisado por Nunes na Tabela 2, (2022).

Tabela 1 - Custo do protótipo

Orçamento do projeto	Quantidade	Valor
Arduino UNO	1	R\$ 100,00
Chave de nível micro boia	4	R\$ 104,00
Sensor ultrassônico	1	R\$ 22,00
Módulo GSM/GPRS Sim800l	1	R\$ 77,00
Motor de corrente contínua	1	R\$ 29,90
Chave 2 posições (para simulação das falhas)	4	R\$ 6,00
Caixa multiuso de PVC	1	R\$ 35,00
Módulo relé para arduino	1	R\$ 10,00

Display LCD	1	R\$ 27,90
Total	15	R\$ 411,80

Fonte: Autores, 2023.

Tabela 2 - Custo médio para Implantação

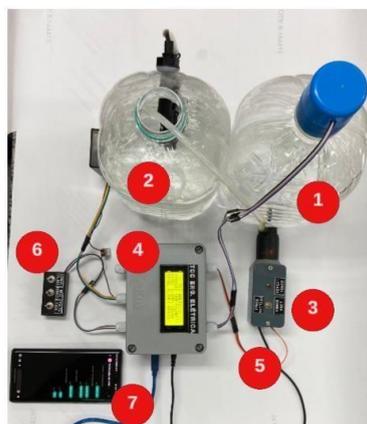
Custos	Valores
Componentes eletrônicos	R\$ 793,00
Componentes elétricos	R\$ 652,19
Caixa e componentes mecânicos	R\$ 490,00
Montagem do equipamento	R\$ 500,00
Testes	R\$ 100,00
Desenvolvimento do software	R\$ 500,00
Instalação	R\$ 1.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 4.035,19</b>

Fonte: Nunes, 2023, adaptado pelos autores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em virtude da importância que o sistema de distribuição de água possui para sobrevivência dos moradores, para manter integridade do mesmo foi efetuado algumas análises no projeto de bancada apresentado na Figura 6, no sentido de avaliar a qualidade da aplicação dos dispositivos e também a viabilidade do sistema proposto, visto a necessidade de aplicações futuras. O sistema conta com alguns instrumentos de medição que foram correlacionados no Quadro 4, com as possíveis falhas abordadas nesse trabalho.

Figura 6 - Projeto de bancada desenvolvido pelos Autores



Onde:

- 1 - Reservatório inferior;
- 2 - Reservatório superior;
- 3 - Acionamento da bomba elétrica;
- 4 - Caixa de proteção do arduino e componentes eletrônicos;
- 5 - Cabos e conexões elétricas;
- 6 - Chaves de duas posições para simular falhas;
- 7 - Celular para receber mensagens digitais.

Fonte: Autores, 2023.

Quadro 4 - Variáveis analisadas neste projeto

Instrumento	Função	Possíveis falhas identificadas
Relé térmico	Componente eletrônico utilizado para proteger motores elétricos contra danos causados por sobrecarga de corrente.	Sobrecargas no motor, devido a carga requerida exceder a capacidade do motor, bomba seca ou refrigeração inadequada.
Relé falta de fase	Componente eletrônico utilizado para proteção de falta de fase de alimentação elétrica da rede.	Avárias na instalação elétrica de alimentação dos motores e/ou componentes de comando do sistema.
Chave de fluxo	Servem para a indicação e monitoramento do fluxo de meios líquidos e gasosos.	Falta de fluxo líquido entre os reservatórios superiores e inferiores.
Sensor de nível ultrassônico	Realiza monitoramento de nível no reservatório inferior.	Nível baixo no reservatório desconsiderando o extravasamento.
Sensor chave de nível	Realiza o monitoramento do nível de água do reservatório (100%, 75%,50%,25%)	Nível crítico (igual ou inferior a 25%) e transbordamento (igual ou acima de 100%) no reservatório superior
IHM Display LCD	interface local para monitoramento	informa o status de falhas e o nível do reservatório inferior e superior
IHM Display LCD	interface local para monitoramento	informa o status de falhas e o nível do reservatório inferior e superior
Módulo GSM/GPRS Sim800L	Alerta remotamente o usuário através do envio de SMS, possui um slot para cartão SIM de qualquer operadora	informa o status de falhas e o desligamento da bomba

Fonte: Autores, 2023.

Ao realizar os testes descritos no Quadro 5, após os reservatórios atingirem os níveis delimitados e também com a detecção das falhas, houve a mudança de status no display LCD, localizado no painel elétrico, e o envio de mensagem de texto com um atraso de 10 segundos em média, para o usuário cadastrado, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Mudança de status e envio de Mensagens

Mensagem na rede móvel (remota)	Mensagem no display (local)
---------------------------------	-----------------------------



Fonte: Autores, 2023.

Quadro 5: Descrição dos resultados do teste

Título do teste	Descrição dos resultados
<p><b>Primeiro Teste (Nível crítico reservatório inferior)</b></p> <p>NIVEL CRITICO NO RESERVATORIO INFERIOR: BOMBA DESLIGADA</p>	<p>Após o reservatório inferior abastecer o superior, e esse atingir <math>\frac{1}{4}</math> da sua capacidade nominal, ele entra em estado de modo crítico, desarmando a bomba e enviando uma mensagem de texto para o dispositivo móvel cadastrado, informando o nível do tanque inferior: “NÍVEL CRÍTICO NO RESERVATÓRIO INFERIOR: BOMBA DESLIGADA”.</p>
<p><b>Segundo teste (Nível alto do reservatório superior atuado indicando transbordamento)</b></p> <p>TRANSBORDAMENTO NO RESERVATORIO SUPERIOR: BOMBA DESLIGADA</p>	<p>Durante o monitoramento do nível de enchimento no reservatório superior, a detecção simultânea dos quatro sensores chave de nível levou à identificação de uma situação de transbordamento. Nesse caso, um alerta é imediatamente enviado ao usuário através de uma mensagem de texto com o seguinte aviso: “TRANSBORDAMENTO NO RESERVATÓRIO SUPERIOR: BOMBA DESLIGADA”.</p>
<p><b>Terceiro teste (Chave de fluxo atuada)</b></p> <p>ALERTA!!! SEM FLUXO DE AGUA APOS O ACIONAMENTO DA BOMBA</p>	<p>Durante o enchimento do reservatório superior, foi acionada uma chave de duas posições simulando uma falha de falta de fluxo na tubulação. Diante disso, um alerta foi enviado para o usuário com o seguinte aviso: “ALERTA!!! SEM FLUXO DE ÁGUA APÓS O ACIONAMENTO DA BOMBA”.</p>
<p><b>Quarto teste (Relé térmico atuado)</b></p> <p>ALERTA!!! RELE TERMICO ATUADO</p>	<p>Durante o enchimento do reservatório superior, foi acionada uma chave de duas posições simulando relé térmico atuado, caracterizando uma sobrecarga no motor. Diante disso, um alerta foi enviado para o usuário com o seguinte aviso: “ALERTA!!! RELÉ TÉRMICO ATUADO”.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Quinto teste</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(Falta de fase atuado)</b></p> <p style="text-align: center;">ALERTA!!! FALTA DE FASE ATUADO</p>	<p>Durante o enchimento do reservatório superior, foi acionada uma chave de duas posições simulando uma falta de fase. Ou seja, quando temos uma das alimentações elétricas interrompidas. Diante disso, um alerta foi enviado para o usuário com o seguinte aviso: “ALERTA!!! FALTA DE FASE ATUADO”</p>
---	--

Fonte: Autores, 2023.

Diante do exposto, podemos observar a eficiência do sistema e a viabilidade econômica, a partir do custo acessível do projeto, visto que, o custo-benefício vai muito além do retorno financeiro, já que também leva em consideração as melhorias para o sistema existente devido a implantação do investimento.

Entretanto, é importante ressaltar alguns pontos de aprimoramento observados durante o desenvolvimento e realização dos testes do projeto, sendo um deles a utilização de chip específico, devido ao risco de bloqueio do chip convencional pelo módulo, risco de interferências na transmissão das informações por queda da rede de telefonia móvel, além de não conseguir intervir no baixo do reservatório superior.

Mesmo com essas limitações o monitoramento de nível de água e detecção de falhas do sistema de bombeamento é um avanço para os condomínios prediais comparada com os já existentes, possibilitando o acesso à informação do sistema contribuindo para a tomada de decisões e o planejamento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES

Levando em consideração a essência da água para os seres humanos e, visto que, a falta do gerenciamento deste bem pode levar a sua escassez nos próximos anos, o presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema de monitoramento do nível de água e detecção de falhas em condomínios prediais com baixo custo e com acesso a informações de forma remota em tempo real.

A partir dos testes realizados, constatou-se um desempenho adequado do sistema, vencendo os desafios enfrentados, como o transbordamento dos reservatórios, a escassez de água e a sobrecarga nos motores. Sendo possível encontrar esses impasses com antecedência, facilitando a detecção e a realização de manutenção antes que a falta de água prejudique os residentes, o edifício e os seus equipamentos.

Ademais, este estudo comprovou as vantagens que a implementação da IoT no cotidiano das pessoas fornece, sendo possível, a partir da aplicação de tecnologias de automação, encontrar soluções que atendam às demandas domésticas, sem aumentar significativamente os custos, prevenindo ocasiões de falta de água, com alertas que informam sobre a disponibilidade dos reservatórios, por consequência motivando o consumo consciente e contribuindo para a sustentabilidade.

Durante os testes e análise dos resultados, surgiram algumas questões que direcionam para a continuidade do estudo, como: realizar o controle de válvulas no sistema hidráulico para evitar entrada de ar em condições de níveis críticos no reservatório superior; utilizar chip de dados próprio para IoT, M2M máquina para máquina (*machine to machine*), tecnologia que realiza a comunicação entre dois dispositivos conectados; desenvolvimento de aplicativo próprio para o monitoramento de nível.

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Giovanni Maraschine de. SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS: um novo método de dimensionamento. 2018. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Feciv, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22576/3/SistemasHidr%C3%A1ulicosPrediais.pdf> . Acesso em: 28 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: Projetos De Reservatório De Distribuição De água Para Abastecimento Público. 2 ed. Rio de Janeiro: Comissão de Estudo de Sistema de Abastecimento de Água, 1994. 4 p. Disponível em: <https://idoc.pub/documents/nbr-12217-projetos-de-reservatorio-de-distribui%C3%A0o-de-agua-para-abastecimento-publico-6klzev7ypvlg>. Acesso em: 02 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalac3a7c3a3opredial-de-c3a1gua-fria.pdf> . Acesso em: 28 abr. 2023

CARNEIRO, João Batista de Sousa; LUGLI, Alexandre Baratella. Estudo de Sensores ultrassônicos e suas aplicações. 2014. 7 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Circuitos Eletrônicos Avançados., Instituto Nacional de Telecomunicações, São Paulo, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/Professor/Downloads/Estudo%20de%20Sensores%20ultrass%C3%B4nicos%20e%20suas%20aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 02 jun. 2023.

CRUZ, Emerson Soares et al. Controle de Nível em Malha Fechada. 2016. 5 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Paulista, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym16/proceedings/PA14-16-edited.pdf>

EICOS. SENSOR DE NÍVEL EICOS PARA LIQUIDOS. 2023. Disponível em: <https://www.eicos.com.br/sensor-de-nivel/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

ENGELOGIC. Sensores de Nível. 2020. Disponível em: <https://www.engelologic.com.br/download/sensores-nivel.pdf> . Acesso em: 16 set. 2023.

GUEDES, Cezar Rogério. APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO E REDUÇÃO DE FALHAS DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA. 2017. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Confiabilidade, Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2017.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2020. 359 p.

LORENA. Bombeamento de Fluidos. 2019. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia, São Paulo, 2019. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4583896/mod\\_resource/content/0/Bombas\\_Apostila\\_rev\\_Liv02.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4583896/mod_resource/content/0/Bombas_Apostila_rev_Liv02.pdf). Acesso em: 10 set. 2023

MARCACINI, Renato Gomes. SENSOR ULTRASSÔNICO. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Sensor-ultrassonico-detectando-nivel-de-agua\\_fig2\\_340926016](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Sensor-ultrassonico-detectando-nivel-de-agua_fig2_340926016). Acesso em: 02 nov. 2023.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015. 300 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=kfZyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=arduino&ots=1RBYz4KPIN&sig=QULOS1umB2envNxlh4jSTEPMNNY#v=onepage&q=arduino&f=false>. Acesso em: 02 jun. 2023.

MONK, Simon. Programação com Arduino: começando com sketches. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017. 173 p.

MONTEIRO, Fátima Aparecida Melo; LADIVEZ, Paulo Sebastião; BRUNO, Daniel Otavio Tambasco; AMICI, Thiago Tadeu. **DETECTOR DE QUEDAS VIA CELULAR**. 2021. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mecatrônica, Faculdade Senai de Tecnologia Mecatrônica, São Caetano do Sul, 2021. Disponível em: <https://revistabrmeatronica.sp.senai.br/ojs/index.php/revistabrmeatronica/article/view/130/124>. Acesso em: 15 out. 2023.

MORAIS, Izabelly Soares de; GONÇALVES, Priscila de Fátima; LEDUR, Cleverson Lopes; CÓRDOVA JUNIOR, Ramiro Sebastião; SARAIVA, Maurício de Oliveira; FRIGERI, Sandra Rovená. INTRODUÇÃO A BIG DATA E INTERNET DAS COISAS (IoT). Porto Alegre: Sagah, 2018. 184 p.

MURATORI, José Roberto; BÓ, Paulo Henrique dal. Automação residencial: conceitos e aplicações. 2. ed. Belo Horizonte: Educere, 2013. 200 p. Disponível em: [https://static2.voltimum.com/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/04\\_automacao\\_residencial1.pdf](https://static2.voltimum.com/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/04_automacao_residencial1.pdf). Acesso em: 05 maio. 2023.

NAKATANI, A. M.; GUIMARÃES, A. V.; NETO, V. M. Medição com Sensor Ultrassônico HC-SR04. Congresso Internacional de Metrologia Mecânica, 3. FAURGS. 2014.

NUNES, Israel Rodrigues; Sistema de controle e monitoramento de reservatórios de líquidos e bombas d'água para condomínio, Orientador: Izidoro, Cleber Lourenço. 2022. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Centro Universitário UniSATC. Santa Catarina, 2022. Disponível em:

<http://repositorio.satc.edu.br/bitstream/satc/499/2/Israel%20Rodrigues%20Nunes.pdf>  
 . Acesso em: 05 maio. 2023.

OLIVEIRA, Cláudio Luís Vieira; ZANETTI, Humberto Augusto Piovesana. *Arduino Descomplicado: como elaborar projetos de eletrônica*. São Paulo: Érica, 2015. 289 p.  
 REALI, Marco Antônio Penalva; MORUZZI, Rodrigo Braga;

PICANÇO, Aurélio Pessôa; CARVALHO, Karina Querne

de *INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA*. 2002. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44405726/APOSTILA\\_de\\_Prediais\\_nova-libre.pdf?1459799050=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINSTALACOES\\_PREDIAIS\\_DE\\_AGUA\\_FRIA\\_UNIVE.pdf&Expires=1699621063&Signature=eNqTSTObpeEXXxECEcWHdnCcjUcHSxzfrWhfdZcq48EJlx7wbsVDwz88av6rxoh-Olea2rbQdRC0SKEFpGYdXsiLj2E0zhxn6Yyy2Qg29OmLPH2ByL6dNiDvW3VZ0VVAgKvhFkRCt3c1fxQLZNbl0AbfrDumqJYWCIGhK~BJqqDCF39y-B7Qu-WJal0CiiDq2eUg7daP95yMH4YyHj~mui6v5e3Th4wK6QuN4GUjvnPP6j57nRzYAOUK2Re6R3DHKwYMN7mheZuBYYGwR6A-POOC0hhblnaVT9F8zYodsilqzI2G0jOUw-SJEtC6M~eWmeCY8c3JVPfGKHfpDdzu3Q](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44405726/APOSTILA_de_Prediais_nova-libre.pdf?1459799050=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINSTALACOES_PREDIAIS_DE_AGUA_FRIA_UNIVE.pdf&Expires=1699621063&Signature=eNqTSTObpeEXXxECEcWHdnCcjUcHSxzfrWhfdZcq48EJlx7wbsVDwz88av6rxoh-Olea2rbQdRC0SKEFpGYdXsiLj2E0zhxn6Yyy2Qg29OmLPH2ByL6dNiDvW3VZ0VVAgKvhFkRCt3c1fxQLZNbl0AbfrDumqJYWCIGhK~BJqqDCF39y-B7Qu-WJal0CiiDq2eUg7daP95yMH4YyHj~mui6v5e3Th4wK6QuN4GUjvnPP6j57nRzYAOUK2Re6R3DHKwYMN7mheZuBYYGwR6A-POOC0hhblnaVT9F8zYodsilqzI2G0jOUw-SJEtC6M~eWmeCY8c3JVPfGKHfpDdzu3Q) &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA . Acesso em: 10 set. 2023.

SACOMANO, José Benedito et al. *INDÚSTRIA 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2018. 183 p.

SCHMIDT, Alvaro Maciel *et al.* *SISTEMA DE MONITORAMENTO EM RESERVATÓRIOS HÍDRICOS DE CONDOMÍNIOS*. 2022. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Industrial 4.0, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/81371/R%20-%20E%20-%20ALVARO%20MACIEL%20SCHMIDT.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 05 set. 2023.

SHAMMAS, Nazih K; WANG, Lawrence K. *Abastecimento de água e remoção de*

resíduos. 3º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. Disponível em: <  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-2350-2/pageid/5>.  
> Acesso em: 28 abril. 2023.

TEIXEIRA, Nicolas. Sistema de Monitoramento para Identificação de Contaminantes Apolares em Águas Subterrâneas via Condutividade Elétrica. 2019. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em:

[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/200132/PFC%20Nicolas%20Teixeira%20Nunes\\_2019-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/200132/PFC%20Nicolas%20Teixeira%20Nunes_2019-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 15 out. 2023.

VIANNA, Jorge Thiago Duarte da Silva; ALMEIDA, Marco Antonio Almeida. Escolha de alternativas para economia de água em edificações residenciais de Brasília, DF. 2019. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/19811/22758> . Acesso em: 13 set. 2023.

## PLANEJAMENTO, CONTROLE E GESTÃO NA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA PELO PÓ DE BRITA NA COMPACTAÇÃO DO SOLO

Abel Martins, Luana Vieira de Oliveira, Tiago dos Santos Faria<sup>1</sup>, Rogério Gonçalves Sarmento Junior<sup>2</sup>, Brunna Oliveira Guimaraes<sup>2</sup> e Isadora Potiguara Gotardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Msc. Engenharia Civil – Professor Multivix.

### Resumo

A gestão eficaz na construção civil é essencial para o sucesso de qualquer projeto, requerendo um planejamento, controle e execução precisos para assegurar economia e segurança ao cliente. Diante do desafio de alinhar o planejado ao realizado, a pesquisa adota uma metodologia descritiva, combinando revisão bibliográfica com estudo de campo em uma obra de médio porte em Serra-ES. O objetivo central é discernir as vantagens e desvantagens na gestão da substituição desses materiais, considerando a eficiência de custo e a qualidade final do serviço. O estudo de campo focaliza a eficácia do pó de brita utilizado para o aterro do serviço de piso, uma estratégia adotada para simplificar o trabalho e reduzir a dependência de equipamentos especializados para compactação. A discussão do estudo ilumina a importância do cenário econômico nas decisões de material, onde a busca pela redução de custos e o incremento da produtividade são primordiais. A seleção cuidadosa dos materiais e equipamentos emerge como crucial para a execução eficiente e segura da compactação do solo. A pesquisa identifica que a escolha entre areia e pó de brita pode variar significativamente em termos de custo, influenciada pelo tipo de equipamento e mão de obra utilizada, assim como pelo processo de aquisição e transporte. Nas considerações finais, ressalta-se que a substituição da areia pelo pó de brita é viável sob condições específicas e pode agilizar a produtividade em determinados serviços. A escolha do material mais adequado passa por uma análise minuciosa do custo-benefício e uma avaliação das condições econômicas e locais da obra.

Palavras-Chave: Planejamento. Pó de Brita. Produção. Solo.

### 1. INTRODUÇÃO

A gestão eficaz de obras demanda habilidades em planejamento, controle e execução, fundamentais para garantir economia e segurança ao cliente. Correa *et al.* (2018), destacam que a falta de planejamento e controle resulta em diversos problemas, tanto administrativos quanto de execução, gerando lacunas entre o planejado e o realizado.

A falta de informação e análise de dados pode causar desperdício significativo de materiais, comprometendo o andamento da obra. Castro (2015) ressalta que muitas vezes os construtores minimizam as perdas, resultando em prejuízos

financeiros. Por exemplo, a substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo pode gerar dúvidas quanto à viabilidade econômica e produtividade.

O PCP para materiais de construção deve ser considerado durante a fase de viabilidade, ponderando os prós e contras para tomar a melhor decisão possível. O tema deste estudo está relacionado à observação de campo realizada em uma obra de escritório de engenharia de médio porte em Serra-ES. Durante a obra, será analisada a eficácia do material pó de brita para o aterro do serviço de piso dos ambientes, uma decisão tomada para simplificação do trabalho (CORREA *et al.*,2018).

O objetivo deste estudo é analisar a gestão da substituição de materiais (pó de brita e areia) na compactação do solo, identificando vantagens e desvantagens. A metodologia adotada é descritiva, utilizando pesquisa bibliográfica e estudo de campo para analisar fatores como tempo de execução, custo e controle de qualidade (BYTNIEWSKI *et al.*,2020).

Na abordagem social, destaca-se a importância do cenário econômico na escolha de materiais, onde o comprador busca economia e lucro. O engenheiro desempenha um papel crucial ao indicar o melhor produto para cada serviço, buscando melhorar o orçamento e aumentar a produtividade na execução da obra (ARAÚJO *et al.*,2017).

O PCP desempenha um papel fundamental ao organizar e guiar o processo construtivo de um empreendimento, promovendo segurança e confiança entre os envolvidos na obra. Araújo *et al.*(2017), destacam a importância do planejamento na gestão da obra, proporcionando um conhecimento abrangente do projeto e garantindo eficiência e economia nos processos. O planejamento dos materiais desempenha um papel crucial no início do projeto, influenciando diretamente o sucesso da obra

O projeto passa por diversos estágios até chegar à fase de execução na obra. A fase de concepção e viabilidade, seguida pelo detalhamento do projeto e do planejamento, são cruciais para a escolha adequada dos materiais, mão de obra e contratação de empresas terceirizadas. Durante esse estágio, é essencial considerar a disponibilidade de materiais, preços acessíveis e métodos de entrega ao estudar a viabilidade do projeto (WOJTKOWIAK;LIK,2020).

A análise de projetos desempenha um papel fundamental na interação entre o projeto e a mão de obra, considerando fatores sociais, econômicos e ambientais de forma sustentável.(CORREA *et al.*,2018).

A gestão dos serviços, por sua vez, é essencial para evitar problemas comuns

nas obras, como falta de inspeção e comunicação entre a equipe e a parte administrativa (SANTOS; BASTOS, 2019).

A gestão eficaz envolve o diálogo entre os responsáveis pelo serviço, desde o engenheiro ou gestor da obra até os fornecedores de materiais, para coordenar a compra, transporte e utilização dos materiais (CORREA *et al.*,2018).

A execução da compactação do solo depende tanto da qualidade da mão de obra quanto dos equipamentos utilizados. A escolha entre compactadores manuais e mecanizados deve ser feita com base nas necessidades específicas da obra. Além disso, a seleção dos materiais, como areia e pó de brita, é crucial para garantir a eficiência e segurança do serviço. O controle da produtividade e dos custos é essencial para garantir o sucesso do projeto, levando em consideração fatores como equipamentos utilizados, materiais e mão de obra especializada. Em última análise, uma gestão eficiente desde o planejamento até a execução é essencial para o êxito de uma obra na construção civil (CORREA *et al.*,2018).

A gestão eficaz de obras na construção civil demanda habilidades em planejamento, controle e execução para garantir economia e segurança ao cliente. A falta de planejamento e controle pode resultar em diversos problemas, tanto administrativos quanto de execução, gerando lacunas entre o planejado e o realizado. A substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo, uma decisão que pode suscitar dúvidas quanto à viabilidade econômica e produtividade (WOJTKOWIAK;LIK,2020).A problemática pertinente é:Como o planejamento, controle e gestão influenciam na substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo em obras de construção civil?

O objetivo geral é analisar os aspectos relacionados ao planejamento e controle da produção em diferentes contextos, com foco especial no uso do pó de brita. Os objetivos específicos são: Investigar os métodos e técnicas utilizados no planejamento e controle da produção em geral; avaliar as especificidades do planejamento e controle da produção em obras de construção civil; examinar os desafios e oportunidades associados ao uso do pó de brita no contexto do planejamento e controle da produção em obras e identificar estratégias eficazes para otimizar a utilização do pó de brita no processo de planejamento e controle da produção em obras.

## 2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O controle e planejamento da produção (PCP) é um processo que visa otimizar a eficiência na alocação de recursos como mão de obra, matérias-primas e equipamentos. Surgiu inicialmente como uma resposta a problemas específicos na linha de produção, evoluindo para uma abordagem sistêmica que busca garantir eficácia e eficiência na coordenação dos recursos envolvidos (ARAÚJO *et al.*, 2017).

O planejamento da produção é essencial para garantir que a capacidade produtiva da empresa não seja excedida, buscando equilibrar máquinas, matéria-prima e mão de obra. O PCP alinha as demandas do mercado com os recursos operacionais disponíveis em todos os níveis estratégicos, táticos e operacionais (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

O PCP desempenha um papel crucial ao traduzir as estratégias da administração em planos concretos, enquanto o controle monitora e corrige o desempenho para garantir a execução eficaz dos planos da empresa. O PCP é fundamental para otimizar a produção em curto, médio e longo prazo, concentrando-se em alinhar recursos com a demanda e implementando sistemas e estratégias para alcançar resultados eficazes e evitar equívocos nas decisões empresariais (BASSANI *et al.*, 2023).

Com prazos de entrega mais curtos e custos crescentes, a fabricação sob encomenda e a gestão de variantes complexas se tornam desafios evidentes e dispendiosos. O PCP, essencial no sistema ERP para empresas modernas, permite eficiência, coordenação e utilização de dados para impulsionar melhorias (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

A área de PCP é fundamental para as empresas, proporcionando vantagens competitivas em flexibilidade, custo, desempenho e qualidade. O objetivo deste artigo é apresentar o papel do PCP e como ele contribui para o sucesso das indústrias (OCAMPO *et al.*, 2020).

Os PCPs são essenciais para garantir que uma empresa atenda às demandas de produção de forma eficiente. Eles operam em diferentes níveis hierárquicos, com planos de alto nível definindo o contexto para os planos detalhados. O Programa Mestre de Produção é frequentemente o ponto de partida operacional para o planejamento da produção, derivando as necessidades de materiais, peças, máquinas e mão de obra (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

Existem diversos sistemas de controle de produção, que evoluíram a partir das necessidades da indústria e da influência dos principais produtores de software. Esses sistemas podem ser classificados como produção sob encomenda ou produção para estoque, com o objetivo de atender às demandas dos clientes ou manter níveis de estoque predefinidos (BASSANI *et al.*,2023).

Os sistemas PCP nas empresas geralmente evoluem ao longo do tempo, passando por estágios de desenvolvimento para lidar com desafios como aceitação de pedidos, recursos sobrecarregados e incertezas nos prazos de entrega. Embora os procedimentos e sistemas de computador introduzidos possam ajudar a melhorar a eficiência, eles frequentemente não conseguem atender completamente às necessidades das empresas ou dos usuários, resultando em sistemas PPC complexos e em constante evolução (ARAÚJO *et al.*,2017).

O PCP coordenam eficientemente a alocação de recursos, incluindo mão de obra, matéria-prima e máquinas, para atender às demandas de produção dentro dos prazos estabelecidos. Enquanto o planejamento determina o que, quando e quanto produzir, o controle monitora e ajusta o desempenho do sistema produtivo (ARAÚJO *et al.*,2017).

Estas estratégias visam otimizar recursos, garantir um cronograma eficaz, manter níveis ideais de estoque e aumentar a produtividade, resultando em maior satisfação do cliente. O planejamento e controle da produção são fundamentais para garantir a eficiência e o funcionamento suave das operações de manufatura, minimizando desperdícios e garantindo o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis (OCAMPO *et al.*,2020).

A implantação de sistemas de planejamento e controle da produção impacta toda a empresa, eliminando gargalos, reduzindo gastos e aumentando os lucros. O planejamento da produção também influencia áreas como gestão da qualidade e recursos humanos, garantindo a satisfação do cliente e a eficiência operacional (PINHEIRO *et al.*,2016).

O PCP é uma ferramenta que visa identificar e corrigir falhas no processo produtivo, contribuindo para a melhoria contínua da empresa. A implantação do PCP tornou-se crucial para atender às demandas dos clientes, garantindo uma produção eficiente e econômica. O PCP coordena os recursos da empresa para maximizar a produtividade e manter a eficiência do processo (ARAÚJO *et al.*,2017).

Existem abordagens centralizadas e descentralizadas para o planejamento da produção, cada uma adequada a diferentes contextos organizacionais. A precisão das informações é fundamental para o sucesso do PCP, e sistemas como o *Master Production Scheduling* (MPS) ajudam na programação eficaz da produção (BASSANI *et al.*,2023).

Os softwares avançados de planejamento e programação desempenham um papel fundamental na operação das empresas, proporcionando agilidade na atualização de prioridades e planos de estoque. A integração desses sistemas com o ERP/MRP preenche lacunas e otimiza as programações de produção (TEIXEIRA JR, 2009).

Maximizar a eficiência da produção envolve equilibrar a capacidade dos recursos, sincronizar o fornecimento com a demanda e tomar decisões com base em dados precisos. A implementação de um sistema de planejamento avançado leva as operações de manufatura a um novo patamar de eficiência (GODINHO FILHO FILHO *et al.*,2020).

O PCP está intrinsecamente ligado aos objetivos da organização, buscando alcançar um equilíbrio entre critérios competitivos como qualidade, custo, flexibilidade e entrega. A avaliação do desempenho do processo leva em consideração esses critérios, que podem ser desdobrados em aspectos como conformidade com as especificações, flexibilidade, custo e entrega. A escolha entre esses aspectos muitas vezes envolve um trade-off entre eles (WOJTKOWIAK;LIK,2020).

## **2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM OBRAS**

O PCP é uma ferramenta estratégica utilizada para gerenciar as atividades de produção, garantindo que os bens e serviços atendam à demanda do mercado de forma eficaz. Ele integra funções de planejamento, programação e controle das atividades da empresa, coordenando e aplicando os recursos produtivos para atender aos planos estabelecidos em diferentes níveis estratégicos, táticos e operacionais (SILVA *et al.*,2018).

As origens do PCP remontam às teorias da administração clássica e moderna, com contribuições como a noção de tempo padrão de Taylor e a ideia de produção em massa de Henry Ford. Ele desempenha um papel crucial na organização e sincronização do processo produtivo, assegurando que todos os recursos estejam produzindo os itens corretos no momento certo (ARAÚJO *et al.*,2017).

O planejamento da produção estabelece as diretrizes de longo e médio prazos, enquanto a programação da produção foca no curto prazo. O controle da produção, por sua vez, garante a execução adequada do que foi planejado e programado, corrigindo eventuais falhas durante o processo (CORREA *et al.*,2018).

Os PCPs são fundamentais na construção civil, desde a viabilidade do projeto até sua execução. A análise de viabilidade é crucial para escolher os materiais e definir o escopo do projeto. A interação com o projeto auxilia na organização das etapas do serviço, considerando fatores sociais, econômicos e ambientais (OCAMPO *et al.*,2020).

No contexto dos materiais, é essencial dimensionar a mão de obra e gerenciar o estoque para evitar perdas. A falta de gestão pode causar problemas na obra, destacando a importância do diálogo entre os responsáveis pelo serviço e os fornecedores de materiais (BASSANI *et al.*,2023).

A gestão eficaz envolve o sequenciamento dos processos e a minimização de erros, considerando todos os aspectos que agregam valor ao serviço. O planejamento e controle da produção são fundamentais para garantir a eficiência e a conformidade com os cronogramas durante a produção. O pré-planejamento envolve a análise dos '9Ms' para selecionar materiais, métodos e instalações adequados. Quanto mais detalhado e preciso for o planejamento, maior será a eficiência da planta (SILVA *et al.*,2018).

A etapa de controle é realizada por meio de despacho, fiscalização e diligenciamento, garantindo ações corretivas e fornecendo feedback. Sistemas de comunicação eficazes são essenciais para um controle eficiente. O tipo de produção determina a configuração do departamento de planejamento e controle da produção (GONTIJO,2019).

A previsão de demanda e a determinação das opções de produção são passos essenciais. Escolher a opção que utiliza os recursos de forma mais eficaz e monitorar constantemente o plano são práticas importantes para garantir o sucesso do processo de produção (GODINHO FILHO FILHO *et al.*,2020).

O aumento na demanda por insumos, tanto para o mercado interno quanto externo, destaca a importância do planejamento, programação e controle da produção. Essas práticas visam identificar e resolver possíveis gargalos na produção, buscando otimizar a produtividade. O PCP, alinhado a esse conceito, controla recursos para criar bens e serviços, integrando informações para dinamizar a

produção (SILVA *et al.*,2018).

A boa administração é crucial para enfrentar desafios e melhorar a eficiência produtiva, destacando a necessidade de um planejamento e controle adequados. O PCP envolve várias decisões para antecipar problemas futuros e garantir uma produção eficaz. A previsão de demanda, utilizando métodos quantitativos e qualitativos, é essencial para orientar as estratégias de produção (CORREA *etal.*,2018).

A capacidade produtiva é definida como a máxima produção possível em um determinado período, influenciada por fatores internos e externos. Planejar essa capacidade é fundamental para alinhar a demanda com o potencial produtivo, identificando gargalos e elaborando um plano de produção com base nas capacidades e demandas (BASSANI *et al.*,2023).

No planejamento de materiais, é essencial reorganizar estoques e compras, estabelecendo controles eficazes para garantir a disponibilidade de matérias-primas necessárias à produção. A programação da produção, integrada a essa metodologia, permite a emissão de ordens de produção para o setor produtivo, priorizando prazos de entrega e sequenciando a fabricação conforme necessário (ARAÚJO *et al.*,2017).

O controle da produção desempenha um papel fundamental, desdobrando o planejamento estratégico em ações concretas, como a definição de o que, quando e como produzir, complementado por métodos de regulação. Implementar controles produtivos permite mapear causas de paradas na produção, facilitando a implementação de ações corretivas para minimizar interrupções (SILVA *et al.*,2018).

Modelos de planejamento, programação e controle de produção têm demonstrado resultados positivos, incluindo a otimização de sistemas, melhoria de prazos de entrega, redução de estoques e perdas, além de melhorias na organização do trabalho. Esses métodos, baseados na capacidade produtiva e demanda, têm mostrado ser eficazes, trazendo benefícios significativos para as empresas que os adotam (CORREA *et al.*,2018).

## **2.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM OBRAS: O USO DO PÓ DE BRITA**

O elemento humano na engenharia desempenha um papel crucial em muitos serviços, representando cerca de 90% deles. A mão de obra é responsável pela maior parte dos custos e pela definição dos prazos. No entanto, no Brasil, há uma carência

significativa de profissionais qualificados, o que contrasta com a realidade internacional, onde técnicas mais avançadas são comuns (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Na área da compactação, tanto manual quanto mecanizada, os equipamentos desempenham um papel fundamental. Enquanto o compactador manual é adequado para obras menores devido à sua facilidade de manuseio, o compactador mecanizado é mais produtivo em obras de maior porte (MARTINS *et al.*, 2014).

Quanto aos materiais, tanto a areia quanto o pó de brita desempenham papéis importantes na construção. A areia é essencial e sua heterogeneidade exige um estudo prévio do solo para determinar a melhor utilização dos insumos. Já o pó de brita, cada vez mais utilizado, proporciona custos mais baixos e benefícios na compactação do solo, contribuindo para reduzir o tempo de execução da obra (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Apesar de seu uso ter se consolidado no Brasil após a década de 80, estudos técnicos já evidenciavam suas vantagens técnicas e econômicas, como a grande disponibilidade em jazidas e sua contribuição para a redução dos impactos ambientais associados à extração de areia natural. A substituição da areia natural pelo pó de pedra apresenta benefícios ambientais e econômicos, sendo uma alternativa sustentável e economicamente viável para a indústria da construção civil (BASSANI *et al.*, 2023).

A produtividade é essencial para o sucesso do serviço. Uma melhor utilização dos insumos e equipamentos resulta em maior eficiência e qualidade na execução das tarefas. No que diz respeito aos custos, os serviços relacionados ao solo são os mais significativos na construção. Em pavimentações, por exemplo, o custo pode variar dependendo do tipo de solo utilizado e dos métodos de compactação empregados. A utilização de técnicas mais avançadas, como as dos Estados Unidos, pode gerar custos mais elevados, principalmente devido à necessidade de mão de obra especializada e materiais importados (CORREA *et al.*, 2018).

Além disso, em residências, os custos se equiparam aos dos pavimentos, pois a economia é alcançada ao utilizar materiais próximos à obra, reduzindo os gastos com transporte. Enquanto a areia é amplamente empregada em diversos serviços de engenharia, o pó de brita, proveniente da britagem, pode ser uma opção mais econômica, dependendo da região da obra (MARQUES, 2020).

Em estudos mais detalhados sobre termos financeiros e econômicos, o custo da areia é determinado não apenas pelo preço, tipo e marca, mas também por outros

serviços dentro do preço de venda. Para entender melhor o material e por questões de conhecimento da produção, esses fatores são considerados pelo gestor com base em análises de aumento ou diminuição do preço final (LARUCCIA,2014).

O preço do pó de brita para a compactação não é estabelecido pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Portanto, o gestor deve realizar uma análise semelhante à da areia e discutir valores com o fornecedor (GONTIJO,2019).

Transporte e equipamentos são elementos importantes a serem considerados em qualquer composição de custo. O transporte rodoviário muitas vezes enfrenta vias precárias e baixo investimento, levando a prejuízos por acidentes e perda de materiais. Quanto aos equipamentos, a escolha depende do orçamento e do tipo de obra, considerando sempre a produtividade, o tempo de execução e a disponibilidade financeira do cliente (ARAÚJO *et al.*,2017).

Para garantir a qualidade, segurança e eficiência na execução dos serviços, o leanconstruction oferece uma abordagem valiosa, reduzindo desperdícios e focando nas atividades que agregam valor. Essa metodologia, baseada na criatividade do gestor, visa aumentar o valor do produto e reduzir os custos de produção, sendo aplicável também na compactação (ARAÚJO *et al.*,2016).

No controle de estoque dentro do canteiro, a gestão se torna desafiadora devido à diversidade de produtos e equipamentos. O *just-in-time* surge como uma alternativa eficaz, permitindo a aquisição dos produtos conforme a necessidade específica do serviço, aumentando a rapidez e o desempenho na produção (CORREA *et al.*,2018).

A busca pela qualidade é um aspecto fundamental em qualquer empreendimento, especialmente na construção civil, onde a gestão de qualidade, exemplificada pela ISO 9000, proporciona segurança e confiança aos envolvidos. O controle de qualidade dos materiais é essencial, exigindo cuidado na verificação de cada insumo conforme as especificações do fornecedor (BASSANI *et al.*,2023).

O pó de pedra, classificado pela norma técnica NBR 7211 (2019), é um subproduto do britamento de rochas, com diâmetro inferior a 4,8 mm. Originário da exploração de jazidas, representa uma parcela significativa da produção de britagem, com usos variados na construção civil, como pavimentação, fabricação de pré-moldados, estabilização de solos e argamassas (ARAÚJO *et al.*,2016).

### **3.METODOLOGIA**

Conforme os objetivos, a pesquisa elaborada neste trabalho foi exploratória. A

pesquisa de natureza exploratória teve como objetivo primordial a identificação e a delimitação de questões, a determinação de variáveis pertinentes e a formulação de suposições.

Esse tipo de pesquisa foi caracterizado por sua ênfase qualitativa significativa, pois serviu como alicerce para uma investigação mais aprofundada de uma variedade de fenômenos. Um estudo de caso foi baseado em uma narrativa que descreveu um evento contemporâneo em uma instituição, analisando os fenômenos envolvidos. Dados e informações foram coletados para justificar a abordagem adotada, esclarecendo o fenômeno estudado. Isso auxiliou na identificação de problemas de pesquisa e relações com objetivos específicos e gerais. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da substituição da areia lavada por pó de pedra na confecção de concreto para obras de pequeno porte, bem como investigar possíveis vantagens ambientais e econômicas associadas a essa substituição. A viabilidade foi confirmada, uma vez que foi possível obter concreto com resistência à compressão de 18 Mpa, adequado para obras de pequeno porte sem comprometer a estrutura.

A pesquisa foi realizada na cidade de Serra, localizada na região metropolitana da Grande Vitória, a cerca de 30 km da capital do estado, Vitória. Utilizando uma abordagem de estudo de caso, de natureza exploratória e descritiva, o objetivo foi analisar a qualidade de vida no trabalho dos funcionários de uma empresa do setor civil sediada em Serra, Espírito Santo, com foco em atividades como topografia, drenagem e pavimentação. A revisão de literatura foi uma parte da pesquisa, na qual o autor apresentou aos leitores o contexto de sua pesquisa e/ou sua base teórica. A revisão da literatura sobre o tema de pesquisa foi parte importante e obrigatória de todo trabalho científico.

A revisão da literatura ajudou a trazer o embasamento teórico do estudo, avaliou a elaboração do tema, justificou a escolha da direção do estudo. A revisão da literatura pôde ser incluída na introdução ou tornar-se um capítulo independente do trabalho científico do cientista. A abordagem qualitativa revelou aspectos do fenômeno em estudo como finalidade de sua compreensão do ponto de vista dos participantes, das características do contexto.

Os dados bibliográficos foram coletados na SCIELO, CAPES e Google Acadêmico. Para selecionar os artigos, foram utilizados os seguintes, em português e inglês, palavra-chave: Engenharia. Planejamento. Controle. Produção. Pó de Brita. Foram incluídos artigos científicos que abordaram sobre o objeto de pesquisa

publicados em português e inglês, com texto na íntegra, disponíveis e publicados no período de 2014 a 2024. Os critérios de exclusão foram: artigos fora do período temporal, entre 2014 a 2024, em outros idiomas e que não versaram sobre o objeto de pesquisa proposto.

#### 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

No serviço de compactação, temos dois tipos de equipamentos bastante usados: o compactador manual, feito em obra, e o compactador mecanizado, que servem para compactar o solo em uma determinada área. Coelho e Souza (2020) descrevem que o compactador manual movido a gasolina (Figura 1) é bastante utilizado em pequenas obras, onde sua utilização é de fácil manuseio. Já o compactador mecanizado (Figura 2), em obras de grande porte, tem a vantagem de sua produtividade ser bem maior. Tanto o manual quanto o mecanizado possuem certas diferenças tanto na produção quanto no manuseio, e somente com base nas condições que sua obra oferece é possível escolher entre os equipamentos.

Figura 1: Compactador manual



Fonte:Acervo dos alunos (2024)

Figura 2: Compactador Mecanizado



**Fonte:**Acervo dos alunos (2024).

A areia , material amplamente utilizado na construção, pode ser encontrada no local da obra ou fornecida por lojas de construção ou empresas do ramo de mineração. Bassanietal (2023), compara os equipamentos utilizados para tipos específicos de areia. Esse material apresenta uma heterogeneidade no solo que permite ao gestor obter conhecimento com base em estudos prévios do solo (ensaio SPT), a fim de determinar os insumos mais adequados para a obra.

A fornecedora do material era uma usina de mineração especializada em brita, localizada em Serra- ES, a 19 km da capital Vitória. A usina produzia três tipos de produtos: brita 0, brita 1 e pó de brita. Seu processo de produção incluía a extração da pedra bruta da jazida com o uso de explosivos, o transporte até o estoque e o processamento no britador, equipado com uma grande para seu funcionamento, onde ocorria o corte e a separação entre os diferentes tipos de brita.

A produtividade na compactação do solo é crucial para o gestor de obras, pois reflete a eficiência da mão de obra e dos equipamentos utilizados. Silva *et al.*(2021), destacam que uma melhor utilização dos insumos resulta em maior produtividade.

Como se vê na obra, o pó de brita (Figura 3) é utilizado como substituto da areia natural em diversas aplicações de construção, como a compactação do solo, devido às suas propriedades de drenagem e à sua estabilidade estrutural.

Figura 3:Pó de brita



**Fonte:**Acervo dos alunos (2024).

Substituir areia por pó de brita na compactação do solo pode ser vantajoso, especialmente se houver uma escassez de areia de qualidade ou questões ambientais relacionadas à extração de areia.

O pó de brita, sendo um material mais angular e com tamanhos de partículas variados, pode oferecer uma compactação mais efetiva em alguns tipos de projetos de construção. No entanto, essa substituição deve ser feita levando em conta as especificações técnicas do projeto e os padrões de engenharia, pois a compactação adequada é crucial para a integridade estrutural e a durabilidade das construções (PEREIRA,2019).

No entanto, os custos associados à compactação do solo variam de acordo com o tipo de equipamento utilizado, o material empregado e a mão de obra especializada, influenciando significativamente no custo total do serviço.

Em pavimentações, por exemplo, o custo pode ser mais elevado devido à utilização de solo proveniente de outras fontes que reforçam o local, enquanto o uso de solo local tende a reduzir os custos.

O preço da areia, um material essencial em diversas obras, varia conforme o tipo, peso e marca, podendo ser adquirida lavada ou ensacada. Por outro lado, o pó

de brita, um subproduto da britagem, pode ser uma alternativa mais econômica, dependendo da região da obra e do custo de transporte (OCAMPO *et al.*, 2020).

Com base nos preços estabelecidos pela empresa, observa-se que areias ensacadas ou lavadas são geralmente escolhas vantajosas para serviços de concretagem e afins. No entanto, a análise desses sistemas pode ser inválida em determinados contextos, onde a utilização do próprio aterro de areia no local da obra pode ser mais econômica. Em estudos mais detalhados sobre aspectos financeiros e econômicos, o custo da areia não se limita apenas ao preço, tipo e marca, mas também considera outros serviços incluídos no preço de venda. Araújo *et al.* (2016), discutem os lucros associados ao reuso da areia, levando em conta sua granulometria, densidade, custos operacionais e elétricos, além de fatores como inflação. Portanto, para uma compreensão mais aprofundada do material e para fins de decisões de gestão, esses fatores são essenciais e podem influenciar no preço final.

Quanto ao pó de brita, não há um estudo de custo estimado pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Pereira (2019) destaca a inovação proporcionada pelo uso desse material na compactação/aterro, porém, o preço desse material não está disponível em fontes públicas e oficiais. Portanto, o gestor deve realizar uma análise semelhante à da areia e discutir os valores com o fornecedor.

O transporte e os equipamentos também são aspectos importantes a serem considerados no custo total do serviço. Slack *et al.* (2016), aponta que o transporte rodoviário muitas vezes enfrenta problemas de infraestrutura, o que pode resultar em perdas e prejuízos. Além disso, a seleção de equipamentos deve levar em consideração a produtividade, o tempo de execução e a disponibilidade financeira do cliente.

A metodologia LeanConstruction surge como uma abordagem eficaz para garantir serviços de qualidade, segurança e sem desperdícios. Ela enfoca a diminuição de perdas e o aumento do valor agregado ao serviço, sendo aplicável em diferentes contextos da construção civil.

A gestão de estoque também desempenha um papel crucial, especialmente em canteiros de obras com estoques diversificados. Mazuquin (2020) ressalta a importância de controlar o estoque e aprimorar os processos de obtenção e alocação de produtos, enquanto o conceito de Just-in-Time é destacado por Bytniewski *et al.* (2024), como uma estratégia que visa adquirir produtos conforme a

necessidade específica, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência da produção.

Por fim, a gestão da qualidade é essencial em qualquer empreendimento, principalmente na construção civil, onde a ISO 9000 é reconhecida como um padrão de qualidade. A inspeção cuidadosa dos materiais é fundamental para garantir que atendam aos requisitos e padrões estabelecidos (ARAÚJO,2016).

A menção do tema deste trabalho está diretamente relacionada ao estudo de campo realizado em uma obra de escritório de engenharia de médio porte na cidade de Serra-ES. Nessa obra, foi observada a eficácia do material pó de brita para o aterro do serviço de piso dos ambientes. A decisão de utilizar o pó de brita foi tomada em conjunto pelo mestre de obras e o engenheiro responsável, que possuem experiência com o material e reconheceram sua utilidade para reduzir o trabalho de compactação.

A obra teve início em agosto de 2023 e será concluída em Julho de 2024. Durante esse período, foram realizados testes e experimentações no serviço de piso, especialmente em relação à compactação e ao sistema construtivo empregado. A questão central girou em torno da escolha entre areia e pó de brita como solução para o aterro. Um teste foi conduzido para avaliar a eficácia do pó de brita no aterro.

Observou-se que não seria necessário o uso de equipamento específico para a compactação. Assim, para esse serviço, foi necessário apenas nivelar com uma enxada e aplicar água no processo. Em poucos minutos, o solo atingiu um nível perceptível de dureza, permitindo a aplicação do contrapiso (Figura 4).

Figura 4: Nivelamento do aterro feito com a enxada



**Fonte:** Acervo dos alunos (2024).

O carregamento do pó de brita era feito com caminhão truck, levados ao local de descarga, espalhado por uma motoniveladora ou uma retroescavadeira e assim

umidificados por caminhão pipa e feito o processo. No início do serviço, o estoque do material era colocado do lado de fora da obra, mas com o passar do tempo foi observado que seria bem mais produtivo colocar em caçambas de tiraentulho, não só o pó de brita, mas também a areia para produção de concreto e argamassa.

No sistema de transporte, surgiu um desconforto devido às características do material; nas primeiras duas cargas, o material era mais granular, com um tamanho relativamente grande, enquanto nas cargas seguintes tornava-se mais poroso, o que dificultava o manuseio pelos colaboradores e gerava uma grande quantidade de poeira fina, prejudicial à saúde.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A substituição da areia pelo pó de brita é viável sob certas condições que envolvam disponibilidade econômica e local. Não se abstendo da areia como fonte de material principal, mas tendo em vista a utilização do pó de brita em certos serviços que agilizam a produtividade como no caso do estudo de campo. A pesquisa de fornecedores e suas formas de compra, transporte e entrega são os fatores a serem analisados com os preços para a avaliação da escolha do material no orçamento, tendo em vista a economia no serviço de compactação.

O estudo explorou a viabilidade da substituição da areia pelo pó de brita no serviço de piso, enfatizando os benefícios tanto em termos de custo quanto de eficácia material. A investigação revelou que, além de ser uma alternativa economicamente vantajosa, o pó de brita proporciona uma compactação eficiente sem a necessidade de equipamentos especiais, reduzindo assim os custos operacionais e de mão de obra.

A análise de custo destacou que a utilização do pó de brita pode diminuir significativamente os gastos em comparação com a areia, especialmente devido à redução nos custos de transporte e na simplificação do processo de compactação. As diferenças regionais nos custos de materiais e técnicas podem influenciar o balanço financeiro de um projeto, mas a adoção de materiais locais como o pó de brita tende a equilibrar essas disparidades, oferecendo uma solução mais sustentável e economicamente atraente.

A aplicação de práticas de leanconstruction e just-in-time na gestão de estoques emerge como uma estratégia eficiente para minimizar desperdícios e otimizar o uso de recursos. A manutenção de altos padrões de qualidade, certificada

por normas como ISO 9000, garante que os materiais utilizados atendam às expectativas de durabilidade e desempenho, essenciais para a integridade estrutural dos projetos.

A substituição da areia pelo pó de brita no serviço de piso provou ser uma solução inovadora que não só reduz custos como também promove a sustentabilidade no setor da construção civil. A pesquisa de campo validou a eficácia do pó de brita, indicando que essa alternativa pode ser amplamente adotada para melhorar a eficiência econômica e ambiental dos projetos de construção. Encoraja-se a continuação da pesquisa e a adoção dessas práticas para uma construção mais sustentável e economicamente viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento, ANO 1. VOL. 10, Pp. 187-196. Novembro de 2016.

ARAÚJO, W. E. L; SANTOS, G. O; SILVA, W, C; Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. Universidade de Rio Verde. 16p. 2017.

BASSANI, L. F. M.; MELO, R. de O.; PIRES, R. C. S.; & SANTOS, L. R. dos. (2023). Análise de Viabilidade da Substituição Parcial da Areia Natural Por Pó de Pedra e as Consequências Desta Aplicação na Resistência do Concreto. Eptaya E- Books, 1(50), 145-160. Disponível em: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2023922p145>. Acesso em 12 de Março de 2024.

BYTNIIEWSKI, A. et al. "Rumo à Indústria 4.0: Fundamentos Funcionais e Tecnológicos para Sistemas ERP 4.0." 2020. ISSN 18609503, volume 887. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40417-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40417-8_7). Acesso em 12 de Março de 2024.

CASTRO, L.F.A. Estudo de traço de concreto permeável de cimento portland. Dissertação de Graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul. 57p. Santa Cruz do Sul, 2015.

CORREA, C. M.; MACHADO, J. G. DE C. F.; BRAGA JUNIOR, S. S. A conexão entre Greenwashing, a imagem da marca e a desconfiança por parte dos consumidores. Revista Brasileira de Marketing, São Paulo, v. 17, n. 04, p. 590–602, 2018.

SANTOS, Vanessa dos; BASTOS, Rogério Cid, 2019. Avaliação da Maturidade da Gestão do Conhecimento na Administração Pública. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, v. 9, n. 1, pp. 24-41, 2019.

GODINHO FILHO FILHO, M.; JUNIOR, M. L. J. Planejamento e controle da produção: análise estratégica através de uma abordagem teórica. Revista TechnoEng-ISSN

2178-3586, v. 1, 2020

GONTIJO, Marcos Delgado. Controles ambientais em portos de areias. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 02, Vol. 03, pp.137-150. Fevereiro de 2019. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/portos-de-areias>. Acesso em 12 de Março de 2024.

LARUCCIA, M. M. Sustentabilidade e Impactos Ambientais Da Construção Civil. ENIAC Pesquisa, p. 84, 2014.

MARQUES, Carolyn David dos Santos. Análise da gestão de estoque de matéria prima em uma indústria de sem joias de pequeno porte em Goiânia-GO. Trabalho de conclusão de curso. Gestão da produção. Curso de Administração. PUC-GO. 2020

MARTINS, J. R. S; MOURA, N. C. B; PELLEGRINO, P. R. M. Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: Uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas. 20p. 2014.

PINHEIRO, L. M. et al. Estruturas de concreto. Fundamentos do concreto e projeto de edifícios, p. 14, 2016.

TEIXEIRA JR, R. F. Análise das principais funcionalidades de um sistema nacional de planejamento e programação avançados. Revista INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção, v. 1, n. 2, 2009a.

OCAMPO, J. SEVILLANO, J. DE J. M.; VIZÁN, A; Hernandez-Matias, J. C. "O Impacto das Práticas de Aprimoramento de Processos na Competitividade de Empresas de Confeção." Revista de Gestão de Tecnologia e Inovação, 15.1, 2020, 15-26.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, JCC; DEMETRIO, FJC. Concreto Sustentável: Substituição da areia natural por pó de brita para confecção de concreto simples. Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís-MA, 2015. . Acesso em: [http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva ls et al \\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva%20ls%20et%20al%20academic.pdf) dezembro2020. 12 de Março de 2024.

SILVA, V. G. M. et al. Controle de estoque: Uma análise sobre a eficácia do gerenciamento de estoque em uma distribuidora atacadista em Divinópolis, MG. Exploration, Community, and Advancement, Divinópolis-MG, v. 7, n. 5, p. 01–16, 2018.

SLACK, N. BRANDON-JONES, A. JOHNSTON, Tradução: Ailton Bonfim Brandão. Gestão da Produção. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WOJTKOWIAK, D.; CY LIK, P. Excelência Operacional dentro do Conceito de Desenvolvimento Sustentável - Revisão Sistemática da Literatura. Sustentabilidade 2020, 12, 7933.

## POSICIONADOR DIGITAL NA OTIMIZAÇÃO DO OXIGÊNIO NOS CONVERTEDORES (LD'S)

Fábio Antônio Cardoso Júnior<sup>1</sup>, Douglas Paz Tatagiba<sup>1</sup>, Eduardo Bianchi Loureiro<sup>1</sup>,  
Cecília Montibeller Oliveira<sup>2</sup>, Brunna Oliveira Guimaraes<sup>2</sup> e Kevyn Phillipe Gusmão<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental – Docente Multivix – Serra

### RESUMO

A aplicação de posicionador digital na otimização do controle de sopro de oxigênio nos convertedores apresenta a importância do uso de tecnologia e de equipamentos modernos na otimização de processos de produção melhorando sua eficiência e produtividade. Este trabalho visa avaliar o impacto da aplicação dessas técnicas na eficiência e qualidade dos produtos acabados, dentre eles as placas e bobinas de aço; analisar os custos e benefícios de sistemas de inteligência artificial nos processos de produção; propor recomendações para a implementação de sistemas de inteligência artificial em processos de produção da gusa e aço líquido, envolveu a realização de uma revisão sistemática da literatura e o levantamento de dados dos processos, junto a uma siderúrgica localizada na cidade de Serra/ES, na qual foram selecionados artigos relevantes que abordaram o tema em questão. Além disso, os estudos incluídos tiveram que demonstrar resultados práticos e melhorias na eficiência do processo, controle de qualidade ou produtividade na produção siderúrgica. O resultado encontrado comprova que alteração do posicionador antigo por um posicionador digital, elevou a confiabilidade e retorno financeiro compatível com aplicação de equipamento tecnologicamente moderno em comparação com posicionador antigo.

Palavras – Chave: Posicionador digital, controle de processo, sopro de oxigênio, convertedores LD e produção de aço.

### 1. INTRODUÇÃO

A otimização de processos de produção é uma área de grande importância para a indústria, pois permite reduzir custos, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Diversos autores têm abordado o tema, por exemplo, em um estudo recente, Al-Tahat e Al-Ashwal (2021) propuseram o uso de algoritmos genéticos para otimizar o processo de corte de chapas de aço, obtendo reduções significativas no tempo de produção. Já em um estudo anterior, Chen et al. (2019)

utilizaram redes neurais artificiais para prever a qualidade dos produtos em um processo de fabricação de chips eletrônicos, permitindo que ajustes fossem feitos antes que os produtos fossem produzidos.

Outros autores também têm destacado a importância do uso de tecnologia e equipamentos modernos na otimização de processos de produção. Por exemplo, Lee et al. (2020) defendem que a utilização de algoritmos pode ajudar a identificar gargalos e melhorar a eficiência dos processos. Já em um estudo de revisão, Beheshti et al. (2020) analisaram diversas abordagens de otimização de processos de produção utilizando inteligência artificial e lógicas de controle digitais, destacando os benefícios e desafios de cada técnica.

Em conclusão, o uso de tecnologia na otimização de processos de produção tem se mostrado uma área promissora. Dessa forma, é importante que as empresas estejam atentas a essas tecnologias e busquem implementá-las em seus processos, a fim de melhorar sua eficiência e produtividade.

Em relação às considerações expostas, este trabalho tem como tema: "Aplicação de posicionador digital na otimização do controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's)", Pois segundo Garcia (2019 *apud* Berni 2024, p.2) "uma das soluções mais usadas na indústria em geral para a redução de variabilidade de malha é a instalação de posicionadores como elementos de controle de malha interna de posição junto às válvulas, principalmente para mitigar ou atenuar os efeitos do crescente atrito com o tempo de operação".

Justifica-se a escolha deste tema uma vez que um dos principais benefícios da aplicação de tecnologia digital na otimização de processos produtivos é a possibilidade de coletar e analisar grandes volumes de dados em tempo real, permitindo tomar decisões mais precisas e assertivas. Além disso, as transferências de dados podem ser utilizadas para identificar padrões e tendências, o que pode ajudar a prever problemas e evitar falhas no processo produtivo.

Um exemplo de aplicação bem-sucedida na otimização de processos produtivos é o uso de redes neurais artificiais para prever o desempenho de equipamentos industriais. Segundo o estudo de Li e Wang (2017), essa técnica permitiu reduzir em 20% o tempo de inatividade dos equipamentos em uma indústria de cimento, gerando uma economia significativa de custos.

Outra aplicação interessante na otimização de processos produtivos é o uso de algoritmos genéticos para definir a melhor sequência de produção de um determinado

produto. Segundo o estudo de Tseng et al. (2018), essa técnica permitiu obter uma redução de 10% no tempo total de produção em uma indústria de semicondutores.

Para que as atualizações tecnológicas de equipamentos industriais possam ser aplicadas com sucesso na otimização de processos de produção, é necessário que as empresas invistam em infraestrutura tecnológica e em profissionais capacitados na área. É importante que os dados sejam coletados e armazenados de forma adequada, garantindo a qualidade e a integridade das informações. Além disso, é fundamental que as empresas adotem uma cultura de inovação e estejam abertas a adotar novas tecnologias e processos para se manterem competitivas no mercado. Para realizar o estudo, definiu-se uma questão de pesquisa clara e objetiva: “Como a aplicação do posicionador digital pode contribuir para otimizar o controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's), e conseqüentemente no processo de produção do aço?” (problema)

Acredita-se que a aplicação de tecnologia digital nos processos de produção do aço, pode aumentar a eficiência, reduzir custos e tempo de produção, além de melhorar a qualidade dos produtos acabados.

Diante disso, esse projeto tem como objetivo geral: Analisar como a aplicação do posicionador digital pode contribuir para otimizar o controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's).

Para o cumprimento do objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: Identificar as técnicas de inteligência artificial mais adequadas para cada processo de produção (Coque, Gusa, Aço, Placas e Bobinas), bem como avaliar o impacto da aplicação dessas técnicas na eficiência e qualidade dos produtos acabados (dentre eles as placas e bobinas de aço), analisar os custos e benefícios da implementação de sistemas de inteligência artificial nos processos de produção, e propor recomendações para a implementação de sistemas de inteligência artificial em processos de produção da gusa e aço líquido.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para o estudo do tema "Aplicação de posicionador digital na otimização do controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's)", envolveu a realização de uma revisão sistemática da literatura e o levantamento de dados dos processos, junto a uma siderúrgica localizada na cidade de Serra/ES, na qual foram selecionados artigos relevantes que abordaram o tema em questão.

Para realizar o estudo, definiu-se uma questão de pesquisa clara e objetiva: “Como a aplicação do posicionador digital pode contribuir para otimizar o controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's), e conseqüentemente no processo de produção do aço?”

Houve uma busca sistemática para identificar estudos relevantes, utilizando determinadas palavras-chave "posicionador digital", "controle de processo", "sopro de oxigênio", "converteedores LD" e "produção de aço", combinadas com termos adicionais como "melhoria de processo", "malha de controle", "automação industrial", "eficiência de produção" e "indústria siderúrgica", em bases de dados como *Scopus*, *Web of Science*, *IEEE Xplore* e outras fontes de informação, com experiências positivas, que permitissem a utilização do tema aplicado em outros processos. A busca visou um embasamento teórico para a implementação das técnicas referente ao tema no processo de produção siderúrgico.

Na etapa seguinte, foram estabelecidos critérios bem definidos, selecionando os estudos relevantes e voltados ao setor produtivo, mais específicos de produção siderúrgica. Foram feitas pesquisas tanto em fontes mais antigas (década de 90), quanto manuais técnicos, catálogos e *cases* de aplicações (de 2020 em diante) para garantir relevância tecnológica, e em outras indústrias, juntamente com o fornecedor do equipamento citado acima da empresa “*Valment Flow Control LTDA*”. Além disso, os estudos incluídos tiveram que demonstrar resultados práticos e melhorias na eficiência do processo, controle de qualidade ou produtividade na produção siderúrgica, utilizando métodos quantitativos ou qualitativos robustos.

Por outro lado, foram eliminados os estudos que não trataram da aplicação de posicionadores digitais ou do controle de processos industriais, ou que focaram em setores industriais não relacionados à siderurgia. Artigos de opinião, editoriais, resumos de conferências sem texto completo disponível, notas técnicas e relatórios internos não revisados por pares também foram excluídos. Pesquisas muito antigas, com mais de 20 anos, que estavam desatualizadas tecnologicamente, também foram excluídas, exceto as consideradas como fundamentais. Estudos com métodos de pesquisa inadequados, mal definidos ou sem resultados claros, que não apresentaram dados empíricos ou evidências robustas sobre a eficácia dos posicionadores digitais, também não foram selecionados.

Após a seleção dos estudos relevantes, desenvolveu-se a leitura e análise crítica dos artigos, com o objetivo de sintetizar as informações e identificar padrões e

tendências, visando a utilização das técnicas e/ou relatos nos processos produtivos da siderurgia. Na etapa de análise, determinou-se a síntese dos resultados, identificando as principais tendências e as lacunas de conhecimento existentes, sendo de suma importância a adaptação dos métodos levantados, na particularidade de cada processo realizado pela empresa em questão.

A análise dos artigos permitiu a identificação das principais técnicas e metodologias utilizadas em setores produtivos similares ou até mesmo em processos siderúrgicos, bem como das lacunas de pesquisa existentes na área. Após o levantamento dos estudos e embasamentos teóricos, foram elaborados alguns tópicos, contendo possibilidades de melhoria na otimização do controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's), visando a implementação das técnicas pela empresa em questão.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. A utilização de algoritmos genéticos para a otimização de parâmetros de produção**

Algoritmos genéticos são técnicas de otimização que simulam o processo de evolução natural para encontrar a melhor solução para um problema. Na produção industrial, esses algoritmos podem ser utilizados para otimizar os parâmetros do processo de produção, como temperatura, pressão e tempo de processamento, com o objetivo de maximizar a eficiência e minimizar os custos.

A utilização de algoritmos genéticos (AGs) para a otimização de parâmetros de produção é uma técnica que tem ganhado cada vez mais espaço em diversas áreas da engenharia, incluindo a engenharia de produção. Esses algoritmos são inspirados na evolução biológica e, portanto, são capazes de encontrar soluções ótimas para problemas complexos de otimização.

O uso de AGs para a otimização de parâmetros de produção tem como objetivo melhorar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos, reduzindo o tempo de produção e, conseqüentemente, os custos. Através da aplicação de AGs, é possível identificar as melhores combinações de parâmetros de produção, levando em consideração as restrições do processo produtivo e os objetivos da organização.

Segundo a pesquisa realizada por M. V. R. Gomes et al. (2014), a aplicação de AGs em processos produtivos pode trazer benefícios significativos, como a redução

do tempo de produção e a melhoria da qualidade do produto. Além disso, os autores afirmam que a utilização de AGs permite a exploração de muitas soluções possíveis em um curto espaço de tempo, o que seria inviável com outros métodos de otimização.

Outros autores, como D. E. Goldberg (1989) e J. H. Holland (1975), também destacam a eficácia dos algoritmos genéticos na otimização de sistemas complexos, como os processos produtivos. Goldberg (1989) afirma que os AGs são capazes de lidar com problemas de otimização que envolvem múltiplos objetivos e restrições, enquanto Holland (1975) destaca a capacidade dos AGs em encontrar soluções ótimas mesmo em ambientes de incerteza e mudança.

Em conclusão, a aplicação de algoritmos genéticos para a otimização de parâmetros de produção é uma técnica eficaz e promissora para melhorar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos. Através da exploração de várias soluções possíveis em um curto espaço de tempo, os AGs permitem encontrar soluções ótimas para problemas complexos de otimização. Os autores citados neste texto destacam a eficácia dos AGs na otimização de sistemas complexos, incluindo os processos produtivos.

### 3.2. A utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para a identificação de gargalos na linha de produção

Com a análise de dados em tempo real, é possível identificar gargalos e pontos críticos na linha de produção. Com essa informação, é possível realizar ajustes para otimizar o processo de produção e maximizar a eficiência. A utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para a identificação de gargalos na linha de produção tem se mostrado uma abordagem promissora para a otimização de processos industriais. Isso se deve à capacidade desses algoritmos em identificar padrões e relações complexas em grandes conjuntos de dados.

Um dos principais benefícios da utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para a identificação de gargalos na linha de produção é a possibilidade de realizar análises em tempo real, permitindo que as equipes de produção possam rapidamente identificar problemas e agir de forma proativa para resolvê-los. Além disso, esses algoritmos podem ser utilizados para prever gargalos futuros, o que permite que as equipes de produção possam planejar antecipadamente e evitar problemas.

Entre as técnicas de aprendizado de máquina mais utilizadas para a

identificação de gargalos na linha de produção, destaca-se o uso de redes neurais artificiais, que são capazes de aprender padrões complexos em dados históricos e identificar gargalos com alta precisão. Além disso, outras técnicas como árvores de decisão e regressão logística também têm sido utilizadas com sucesso para essa finalidade.

Um exemplo de aplicação bem-sucedida de algoritmos de aprendizado de máquina para a identificação de gargalos na linha de produção é o trabalho de Lee et al. (2019), que utilizou redes neurais artificiais para prever gargalos em uma linha de produção de semicondutores. Os resultados mostraram uma melhoria significativa na eficiência da produção após a implementação do sistema proposto.

Outro estudo interessante é o trabalho de Chen et al. (2020), que utilizou uma combinação de algoritmos de aprendizado de máquina para identificar gargalos em uma linha de produção de peças automotivas. Os resultados mostraram que a abordagem proposta foi capaz de identificar gargalos com alta precisão e permitiu que a empresa otimizasse seus processos de produção.

Em resumo, a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para a identificação de gargalos na linha de produção é uma abordagem promissora que tem se mostrado eficiente na otimização de processos industriais. A aplicação dessas técnicas pode permitir que as empresas identifiquem problemas rapidamente, evitando perdas e melhorando a eficiência da produção.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste segmento do Trabalho, apresentaremos os resultados obtidos a partir das metodologias e técnicas de pesquisa detalhadas nos capítulos anteriores. A análise dos dados coletados é fundamental para validar as hipóteses propostas e para alcançar os objetivos definidos inicialmente neste estudo.

O objetivo principal desta seção é fornecer uma visão clara e abrangente dos achados, destacando tanto os aspectos esperados quanto os insights inesperados que emergiram ao longo do processo investigativo. Através de gráficos, imagens e descrições detalhadas, procuramos não apenas apresentar os resultados de forma objetiva, mas também interpretar seus significados e implicações dentro do contexto teórico e prático abordado. A interpretação desses resultados será fundamentada em análises estatísticas robustas e sustentada por referências e exemplos relevantes.

Para entendimento dos resultados, precisamos descrever brevemente o

processo de conversão de gusa em aço.

Segundo Informat, Aços e ligas. (2017), o processo de sopro de oxigênio, também conhecido como Processo LD (Linz-Donawitz) ou BOF (Basic Oxygen Furnace), é um método fundamental na produção de aço. O convertedor é inicialmente carregado com ferro-gusa líquido proveniente do alto-forno e sucata de aço. Uma lança de oxigênio é introduzida no convertedor, e oxigênio puro é soprado sobre o ferro-gusa fundido a alta pressão. Este procedimento provoca a oxidação rápida das impurezas. O oxigênio reage com carbono (C), silício (Si), manganês (Mn), fósforo (P) e enxofre (S), formando óxidos. Os óxidos formados combinam-se com cal (CaO) adicionada ao convertedor, resultando na formação de escória. Esta escória flutua na superfície do banho metálico e é removida periodicamente, juntamente com as impurezas capturadas. Após a oxidação inicial, são realizados ajustes na composição química do aço. Elementos de liga podem ser adicionados conforme necessário para atingir as propriedades desejadas. O aço refinado é vazado do convertedor para panelas de transporte, onde pode passar por tratamentos adicionais antes de ser moldado em produtos.

A melhoria do controle de malha no processo de sopro de oxigênio nos convertedores LD é vital para aumentar a eficiência e a precisão do processo de fabricação de aço. Com um controle de malha aprimorado, é possível obter uma composição química do aço mais precisa, controlar a temperatura do banho metálico com maior exatidão, e otimizar o consumo de energia. Além disso, a melhoria no controle reduz a geração de poluentes e resíduos, contribui para uma produção mais consistente e de alta qualidade, e aumenta a segurança operacional. Isso resulta em uma operação mais econômica, sustentável e capaz de atender às rigorosas especificações industriais, proporcionando vantagens competitivas no mercado de aço.

A “*imagem 1*” e “*imagem 2*” a seguir, ilustram diretamente o controle na malha durante o sopro de oxigênio, antes da implantação da melhoria proposta, nesse gráfico estamos utilizando um posicionador antigo, sem tecnologia digital e *feedback* dos dados operacionais. Conseguimos ver nitidamente um delay e uma inconsistência no valor de *set-point* esperado, apresentado em linha verde, e no valor vazão real desejado, apresentado em linha vermelha. Vemos uma discrepância no valor que desejamos obter durante o processo (*Set-point – linha verde*) com o valor que realmente é obtido com o posicionador (*Valor real – linha vermelha*), essa diferença

de valores, influencia no processo de retirada das impurezas e no tempo para realizar a conversão de gusa em aço, visto que temos uma quantidade menor de oxigênio sendo adicionado ao processo.

Imagem 1 – Gráfico de controle PID da malha de sopro oxigênio, vazão inicial.



Fonte: produzido pelo autor (2024).

Imagem 2 – Gráfico de controle PID da malha de sopro oxigênio, vazão total.



Fonte: produzido pelo autor (2024).

Após uma avaliação técnica em posse dos dados coletados, verificamos a possibilidade de implementar um posicionador digital, para realizar o controle da válvula responsável pelo sopro de oxigênio. Em conjunto com alguns fornecedor e

fabricantes do equipamento, foi especificado um modelo apropriado para as características do processo e particularidades da área aplicada.

Imagem 3 – Melhoria de substituição do posicionador apresentada na empresa

### Título – Substituição do posicionador das válvulas de controle vazão da lança O<sup>2</sup>

- Problema / Motivo da Iniciativa: Falha constante no controle de vazão de O<sup>2</sup> durante sopro.
- Solução Encontrada ou Proposta: Substituído posicionador das válvulas de controle FCV-500A e FCV-500B
- Ganhos Operacionais ou Segurança: Melhora significativa na malha de controle de vazão de oxigênio no sopro.
- Resumo livre após sobre o projeto: Devido a constantes falhas no controle de vazão de O<sup>2</sup> durante o sopro, foi realizado a troca do posicionador westlock-remoto (obsoleto) por posicionador novo Neles-ND9000, equipamento instalado e mais preciso e eficiente no controle, além de ter peças de reposição disponíveis.



Fonte: produzido pelo autor (2024).

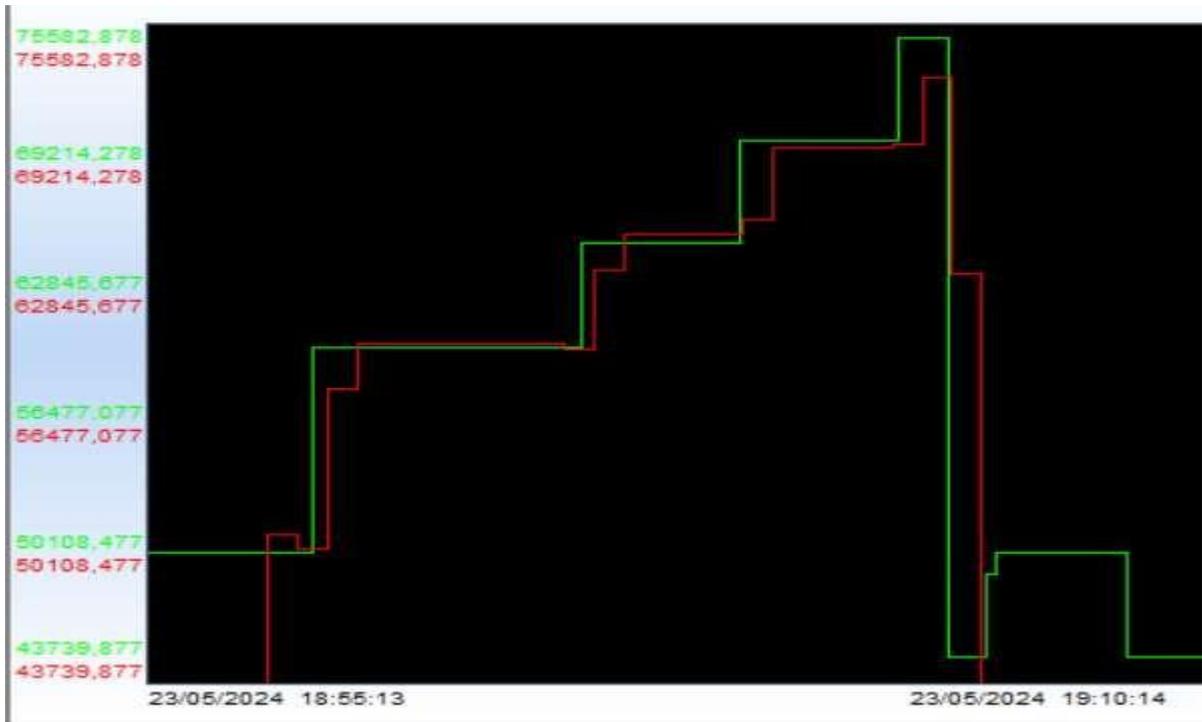
A melhoria realizada, substituindo o posicionador da válvula de controle do sopro de oxigênio, gerou ganhos significativos em precisão na medição da variável operacional, redução de erros de medição, aumento da confiabilidade dos dados, melhor monitoramento dos processos de conversão, detecção mais rápida de desvios e anormalidades, otimização dos parâmetros de operação e aprimoramento geral do desempenho do sistema de controle. Na “*imagem 4*” e “*imagem 5*”, vemos que as variações indesejadas (*Valor real – linha vermelha*) cruzando o valor solicitado (*Set-point – linha verde*), não ocorrem. Vemos também na “*imagem 5*”, um ganho na vazão total de oxigênio real que é soprada no convertedor, o valor real apresentando pela linha vermelha, está bem próximo ao valor de referência que é apresentado pela linha verde, fato que não ocorre na “*imagem 2*”.

Imagem 4 – Gráfico de controle PID da malha de sopro oxigênio, vazão inicial após melhoria.



Fonte: produzido pelo autor (2024).

Imagem 5 – Gráfico de controle PID da malha de sopro oxigênio, vazão final após melhoria.



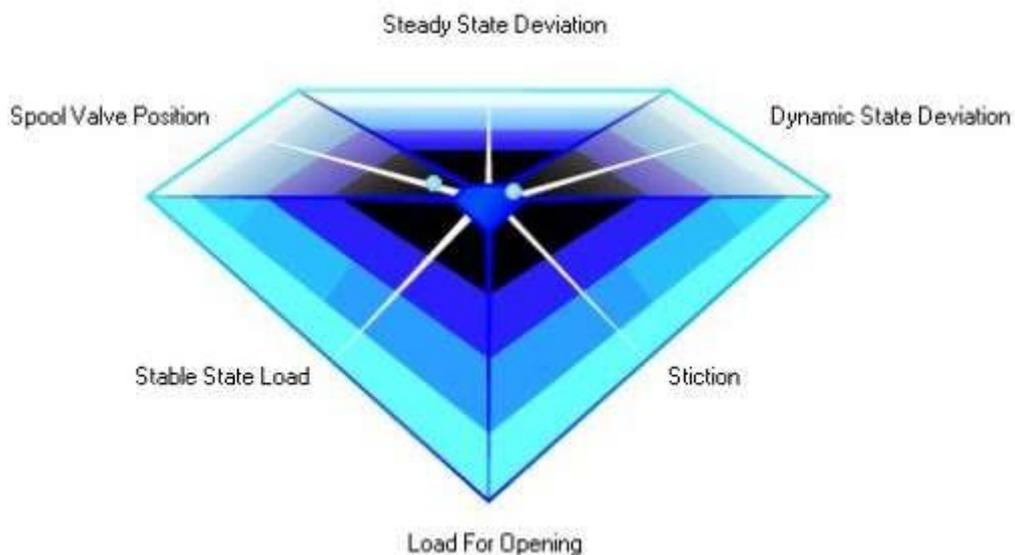
Fonte: produzido pelo autor (2024).

Outro ponto positivo que obtivemos com a aplicação do equipamento, foram os relatórios gerados pelo mesmo, com informações, falhas e erros em tempo real.

Essa abordagem permite a detecção imediata de anomalias e desgaste excessivo, garantindo uma manutenção preventiva eficiente e minimizando o tempo de inatividade não planejado. Além disso, possibilita a otimização contínua do processo, ajustando os parâmetros de operação da válvula para aumentar a eficiência e reduzir o consumo de energia. A melhoria da qualidade do produto também é alcançada, assegurando uma distribuição mais uniforme do oxigênio soprado. Além disso, o monitoramento em tempo real contribui para a segurança operacional, detectando e prevenindo potenciais riscos para os operadores e o equipamento. Em suma, o monitoramento em tempo real oferece uma visão detalhada do desempenho da válvula, possibilitando uma gestão eficaz do processo e garantindo a qualidade e segurança operacional.

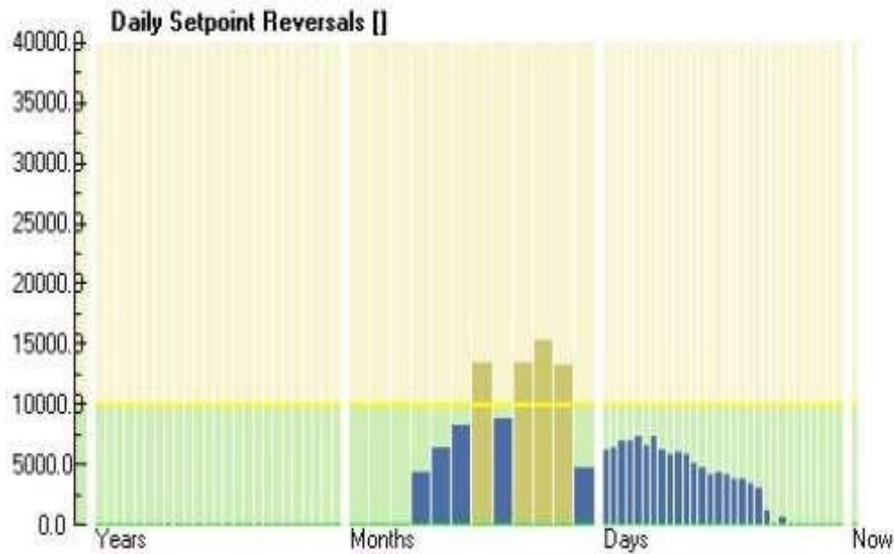
As imagens abaixo, mostram detalhadamente os dados que obtemos para análise e tomadas de decisões durante a operação do equipamento.

Imagem 6 – Gráfico diamante de operação do ND9000



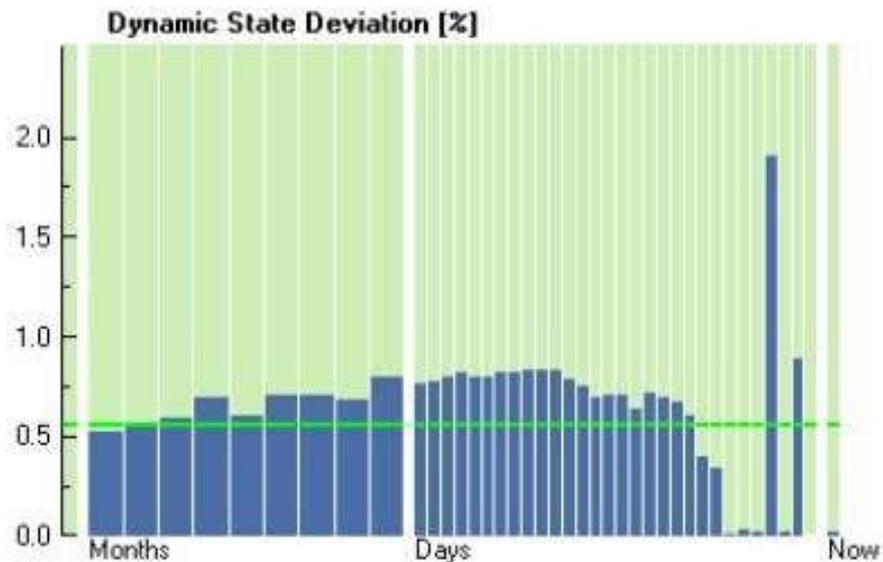
Fonte: relatório gerado pelo equipamento (2024).

Imagem 7 – Gráfico setpoint reversals do ND9000



Fonte: relatório gerado pelo equipamento (2024).

Imagem 8 – Gráfico dynamic deviation do ND9000



Fonte: relatório gerado pelo equipamento (2024).

No processo produtivo de empresas de grande porte, fala-se muito em Estabilidade, Disponibilidade e Custo. Estes são pilares acompanhados de perto para o avanço dos setores produtivos, visando sempre uma produção de qualidade com um custo aceitável.

Este trabalho mostra oportunidade encontrada para alavancar um melhor controle durante a fabricação de aço. Conforme evidências mostradas nas figuras 01 e 02, posicionador Westlock-remoto apresentava retardo na variação de abertura de

válvula para alcançar valor exigido no set point, gerando controle deficiente no processo.

Nas imagens 04 e 05, verificamos um avanço significativo quanto a exatidão da malha de controle, reduzindo delay e conseqüentemente contribuindo nos custos relacionados ao consumo de oxigênio durante a geração de chapas de aço.

Outra consideração importante exemplificada anteriormente são os gráficos das figuras 07 e 08, visualizamos que após implantação do posicionador Neles-ND9000 a estabilidade desejada foi alcançada, reduzindo falhas, identificando erros em tempo real, de acordo com Lee et al. (2020) defendem que a utilização de algoritmos pode ajudar a identificar gargalos melhorando a eficiência dos processos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho é apresentado a contribuição do posicionador digital para otimizar o controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's), e conseqüentemente no processo de produção do aço.

Podemos verificar ao longo do trabalho evidencias positivas de variáveis de processo demonstrando evolução no controle de temperatura, tempo de produção, economia de energia para uma produção mais consistente e de alta qualidade, levando um aumento na segurança operacional.

Este estudo comprova que alteração do posicionador antigo por um posicionador digital, elevou a confiabilidade e retorno financeiro compatível com aplicação de equipamento tecnologicamente moderno em comparação com posicionador antigo. A aplicação de tecnologia digital nos processos de produção do aço, aumenta a eficiência, reduz custos e tempo de produção, além de melhorar a qualidade dos produtos acabados.

Após análise dos gráficos das imagens 4 e 5, verifica-se a aplicação do posicionador digital contribuiu para otimizar o controle no sopro de oxigênio nos convertedores (LD's), pois vemos que as variações indesejadas cruzando o valor solicitado, não ocorrem, vemos também na "imagem 5", um ganho na vazão total de oxigênio real que é soprada no convertedor. Como sugestões de trabalhos futuros, propõe-se realizar a coleta de mais dados para identificar a necessidade de

implementação de outros posicionadores digitais para outros insumos do processo de produção de aço. Dessa forma poderemos estreitar pontos de perda de produção e desperdícios de recursos.

## 6. REFERÊNCIAS

Al-Tahat, Z., & Al-Ashwal, H. (2021). Multi-objective optimization of cutting parameters for laser cutting of steel plates using genetic algorithm. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 115(5-6), 1799-1812.

Beheshti, H. M., Shariati, M., & Sadeghian, R. (2020). A review on artificial intelligence applications in industrial engineering. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 37(8), 578-597.

BERNI, Cassio de Carvalho. Posicionador digital com capacidade de reduzir a variabilidade gerada pelo atrito em válvulas de controle. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2024. Acesso em: 2024-05-27.

CHEN, Jie et al. A multi-algorithm approach for bottleneck identification in automotive assembly line. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 56, p. 164-175, (2020).

Chen, C., Wang, Y., Chen, H., Zhang, L., & Li, X. (2019). Quality prediction in semiconductor manufacturing via a hybrid deep learning framework. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(2), 751-761.

Dispositivos automatizados. Posicionador Metso. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3SCz6s8li3Q>>. Publicado em: 26 fevereiro, 2024. Acesso em: 01 maio, 2024.

FEIJÓ, B.; COSTA, M. Animação comportamental baseada em lógica. *Anais do VI SIBGRAPI (1993)*, SBC, p.117-122, (1993).

Infomet, Aços e ligas. (2017). Aciaria: Obtenção do aço líquido. Disponível em: <<https://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=236>>. Acesso em: 24 abril, 2024.

Instrumentation and Solutions. Metso's Neles ND9000 Smart Positioner Calibration. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=vFQnJ0sq\\_wM](https://www.youtube.com/watch?v=vFQnJ0sq_wM)>. Publicado em: 24 abril, 2017. Acesso em: 01 fevereiro, 2024.

IYODA, E. Inteligência Computacional no Projeto Automático de Redes Neurais Híbridas e Redes Neurofuzzy Heterogêneas. Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial, Unicamp, (2000).

Lee, W. S., Kim, Y. S., & Lee, J. Y. (2020). A machine learning approach to bottleneck identification and improvement in a semiconductor manufacturing line. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(8), 1979-1992.

LI, J.; WANG, Y. Application of artificial neural networks to predict the performance of industrial equipment. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 28, n. 6, p. 1467-1475, 2017.

Mead O'Brian. Neles® ND9000 Intelligent Valve Controller. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FCqBkCdLFe0>>. Publicado em: 25 fevereiro, 2017. Acesso em: 01 fevereiro, 2024.

M.V.R. Gomes et al. (2014), D. E. Goldberg (1989), J. H. Holland (1975).

Neles® ND9000 Intelligent valve Controller. (2016). Disponível em: <<https://www.valin.com/sites/default/files/asset/document/metso-neles-nd9000-datasheet.pdf>>. Acesso em: 01 fevereiro, 2024.

NERIS, Alexandre Gomes. Identificando as informações no Display do Posicionador ND9000 da Metso (Válvula de controle). 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Hpupo1CsJNY>>. Acesso em: 01 fevereiro, 2024.

ROCHA, A.; SOUZA, E.; ALVES, J.; Introdução aos Agentes Inteligentes e aos Sistemas Multiagentes. Universidade Federal de Lavras – UFLA, (2003).

SVI™II AP, Posicionador digital de desempenho avançado. (2023). Disponível em: <<https://dam.bakerhughes.com/m/6827dd7a05424ea1/original/Masoneilan-SVI-II-AP-Quick-Start-Guide-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 01 fevereiro, 2024.

Slag Splashing – Convertedor LD / BOF. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=J5MYSwqzdk>>. Publicado em: 07 janeiro, 2024. Acesso em: 17 maio, 2024.

TSENG, C.-L.; CHEN, Y.-C.; CHANG, C.-C.; WU, C.-C. Application of genetic algorithms to optimize production sequence of semiconductor fabrications. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 29, n. 3, p. 587-596, 2018.

## RELAÇÃO FAMÍLIA/ESCOLA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Alessandra Ferreira, Fabiana Pereira dos Santos, Thaiza Soares Mauri<sup>1</sup>,  
Veronica Devens Costa<sup>2</sup>, Tatiana Oliveira da Silva Campos<sup>2</sup> e Leandro  
Siqueira Lima<sup>2</sup>.

1 - Acadêmicas do curso de pedagogia

2 – Orientador – Docente Multivix - Serra

### RESUMO

O presente estudo está voltado ao foco da relação família e escola enfatizando sua importância no cotidiano escolar. Deste modo, a partir dessa relação, a escola e a família, caminhando juntas podem desenvolver meios para aprimorar o desempenho das crianças na primeira infância e a partir dessa integração, buscar melhorias na qualidade do ensino de seus filhos. Para tanto, é imprescindível ajustar uma parceria, onde a família, possa participar da história escolar de seus filhos, pois, compete a cada um desempenhar seu papel em conjunto com responsabilidades e consciência de sua importância. O objetivo deste estudo, portanto, é analisar a importância da participação familiar no processo de ensino-aprendizagem e discutir o papel da família e sua importância no processo de formação do aluno e verificar o envolvimento e a participação dos pais no processo educativo dos filhos. Quando se fala desses dois ambientes, família/escola, devemos ter em mente a importância do afeto nesses espaços, e destacar a influência do fator emocional no processo da aprendizagem da criança. Sendo assim, nessa relação família e escola os alunos se sentirão mais protegidos sabendo que seus pais demonstram interesse por sua vida escolar. Neste sentido, para contextualização do tema, foram utilizados autores como Brites (2020), Freire (2007), Demo (2015), Vianna (2016), CANEDO (2007), entre outros.

Palavras-chaves: Escola, família, aprendizagem, ensino, aluno.

### 1. INTRODUÇÃO

A intervenção da família nos primeiros anos do processo de aprendizagem dos filhos, é uma temática bem discutida na atualidade. A união da família com a escola é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento integral da criança. “Todas as experiências que o seu filho ou o seu aluno vivenciar nos primeiros anos vão impactar a sua aprendizagem, assim como o seu comportamento” Brites (2020, p.17). Deste modo, este estudo traz a abordagem do envolvimento da família no processo de aprendizagem dos filhos junto a escola.

Historicamente a responsabilidade de educar as crianças era exclusivamente da família. Com o passar do tempo, a partir do século XXI, devido a industrialização e a entrada da mulher no mercado de trabalho, alterou-se a forma de educação dos filhos, surgindo então, as primeiras creches, escolas maternais e jardins de infância.

Atualmente, em função das diversas ocasiões e circunstâncias do dia, a atenção dos pais é voltada para as inúmeras responsabilidades, envolvendo a área profissional, acadêmica, financeira, etc. Deste modo a educação e a atenção destinada aos filhos acaba sendo esquecida ou terceirizada, o que conseqüentemente gera diversas vezes um distanciamento entre ambos.

De acordo com Brites (2020 p. 41), os primeiros anos de vida da criança são como “janelas de oportunidades, sem o estímulo e atenção adequados, essas janelas podem ser desperdiçadas”. Partindo deste pressuposto, é evidente que a participação da família no processo de aprendizagem dos filhos, é essencial.

Sendo, assim o conhecimento ocorre a partir de um intenso processo de diálogo entre o sujeito e que essas relações são mediadas pela linguagem, cultura, valores sociais que integram a possibilidade do sujeito no seu desenvolvimento pessoal.

A união da família com a escola oferece condições positivas para o desenvolvimento completo da criança, reconhecendo a vivência e contexto histórico familiar, analisando suas dificuldades, desenvolvendo suas habilidades e, assim, construindo uma aprendizagem significativa e integral.

De acordo Cortella (2017, p. 89) “o conhecimento é fruto da convenção, isto é, de acordos circunstanciais que não necessariamente representam a única possibilidade de interpretação da realidade”.

Na atualidade, com o célere desenvolvimento social, as escolas necessitaram, acima de tudo, se tornar autoras de artifícios e estratégias que agenciem ao máximo a proximidade entre pais e escola, principalmente na primeira infância, período dos primeiros seis anos onde se inicia o desenvolvimento cerebral, a fim de melhorar a aprendizagem dos alunos. Deste modo, este estudo justifica-se por observar o esforço da escola em fazer a mediação entre a relação de ensino e a família, para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma favorável ao pleno desenvolvimento dos alunos desde a educação infantil.

O cenário educacional tem demonstrado, por intermédio de professores e diretores escolares, sobre a problemática que envolve o processo de ensino-aprendizagem, incluindo os pais na vida escolar dos filhos, ao mesmo tempo em que os pais exigem melhor resultado do desenvolvimento escolar das crianças, bem como na aprendizagem, ainda assim há uma lacuna que envolve tal processo, visto que muitos não se envolvem ou tomam conhecimento a respeito do ensino. Diante do

cenário exposto, a problemática que envolve o estudo trás o seguinte questionamento: qual a importância da participação da família no processo de desenvolvimento de aprendizagem da criança?

Desse modo, o objetivo geral deste estudo é, analisar a importância da Relação/Família/Escola, para a formação do desenvolvimento integral da criança, principalmente na primeira fase da infância.

E em específico, analisar o contexto da educação; discutir o papel da escola no processo educativo; descrever o envolvimento da família no contexto escolar; destacar a relação professor e família na participação do processo ensino-aprendizagem.

Portanto, há que se ter o cuidado para que essa mediação não seja meramente feita através de reuniões de pais e professores, onde o fator principal são as inúmeras reclamações sobre as dificuldades dos filhos, tanto quanto ao aprendizado ou a questões disciplinares. Deste modo, é necessário agenciar uma parceria, onde a família independente de sua condição social, econômica ou cultural, participe da vida escolar de seus filhos, pois, cabe a cada um exercer seu papel em conjunto com responsabilidades e consciência de sua importância.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O CONTEXTO DA EDUCAÇÃO

A expressão educação origina-se do latim - *educatio* – e passou a existir no princípio do séc. XVI, assinalando etimologicamente a ação de educar, no duplo sentido de “*educare* (alimentar) e *educere* (tirar para fora de conduzir para...)” (NÉRICE (n. d), *apud* SOUSA; SARMENTO, p. 108, 2021).

A educação infantil é uma necessidade das sociedades em cada momento histórico. Elas são seres humanos que precisam ser educadas pela sociedade em que vivem. No conceito de Demo (2015, p.20), a “educação passa a ser o espaço e o indicador crucial de qualidade, porque representa a estratégia básica de formação humana”.

A Educação na primeira infância deve ser entendida em amplo sentido, pois ela pode englobar todas as modalidades educativas vividas pelas crianças pequenas na família e na comunidade, antes mesmo de atingirem a idade da escolaridade

obrigatória

Não há algo mais correto do que assegurar que a ação educativa possui uma significação indispensável para o desenvolvimento das pessoas, de tal maneira no passado, bem como na contemporaneidade. A educação apresenta ao ser humano progressos expressivos, no que diz respeito a garantir um destino com melhorias para sociedade (VIANNA, 2016).

Sobre essa ótica a criança tem um significado particularmente importante, quando, se fundamenta numa concepção de criança como cidadã, como pessoa em processo de desenvolvimento, como sujeito ativo da construção de conhecimentos.

Segundo Freire (1999, p.35), “os alunos não se invadem da escola, a escola é que os expulsa”. Isso se dá quando não há a participação da família no processo educativo do filho com a escola, a família tem o dever de participar da vida integral do filho por, entender que, a escola não é a única responsável pela educação e formação do caráter social e educativo da criança, pois o primeiro contato que a criança tem de educação e aprendizagem é no meio familiar.

De acordo com Dourado e Oliveira (2009, p. 205),” os autores ressaltam, ainda, com base em revisão bibliográfica de várias pesquisas, a importância de identificar quais são os elementos objetivos no entendimento do que vem a ser uma escola eficaz ou uma escola de qualidade”. Diante do relato dos autores essa compreensão tem a finalidade de esquematizar um ambiente receptivo por meio das configurações sociais e políticas igualitárias, atendendo as demandas solicitadas pelas famílias/ alunos.

Rodrigues (2020, p. 52) traz o seguinte conceito:

A educação é um instrumento que possibilitará a cada indivíduo membro da sociedade, o provimento dos meios de sua sustentação em condições justas de sobrevivência. Daí ela deve possibilitar a criação de condições adequadas para uma vida digna e o desenvolvimento das capacidades naturais, intelectuais e profissionais dos cidadãos, de modo suficiente para que cada um possa se habilitar ao exercício das funções sociais (cívicas) a que tem direito de ser chamado a exercer.

A partir desse direcionamento, a educação é entendida como componente característico e representado pelas relações sociais do mesmo modo extensas, colaborando, contraditoriamente, dessa maneira, para a mudança e a sustentação de tais relações.

A educação na atualidade tomou proporções além de apenas educar e ensinar a ler e escrever, pois o aluno tem a capacidade de fortalecer os próprios potenciais como ser humano e se autorrealize com autonomia e dedicação ao conseguir desenvolver suas tarefas pessoais e profissionais.

Sendo assim, Sousa e Sarmiento (2021, p.143) resumem que:

Em termos escolares, a educação visa ajudar o aluno, através das matérias e, programas, a conseguir um conjunto de atitudes e aptidões que o colocam como sujeito ativo na sociedade. Já em linguagem corrente, o termo educação tem a ver com o resultado de uma ação na qual a pessoa se revela bem ou mal-educada. O termo, assim, está concebido como produto de todo um processo que remonta ao nascimento da pessoa, sujeita aos vários condicionalismos.

Portanto, “a Educação, em sentido amplo, representa tudo aquilo que pode ser feito para desenvolver o ser humano e, no sentido estrito, representa a instrução e o desenvolvimento de competências e habilidades” (VIANNA, 2006, p.03).

A partir deste ponto de vista, educação infantil é, deste modo, base para transformação; é passaporte de entrada na vida social, como ação de obtenção de conhecimentos, valores e emblemas, ou seja, nas formas de existir e raciocinar. O ato de educar é transformar num significado determinado, isto é, transportar de uma posição para outra, a educação vem persistir no homem sua maneira de ser e adquirir conhecimento.

## 2.2 OBJETIVO DA ESCOLA NA INTERMEDIÇÃO DA EDUCAÇÃO

A entrada de uma criança na escola é mudança de vida, tanto na dos pais quanto na da criança, o que exige uma adaptação de ambas as partes. Durante este período, muitas pessoas são envolvidas não apenas a criança em si, mas professores, colegas, pais e toda a escola.

Um dos grandes desafios a partir do século XXI, consiste em descobrir o apropriado significado para a escola enquanto estabelecimento que desenvolve milhões de pessoas, determinando o valor de cada departamento, como os campos científicos, sociais e culturais e o que será desenvolvido nestas áreas específicas da ciência. Amorim (2007).

A Escola se trata do espaço social fundamental na aquisição do conhecimento e na constituição do sujeito. Nesse sentido, a análise e o desenvolvimento das relações do sujeito com o cotidiano e as relações sociais, consistem pontos de estudo e reflexão necessários para se compreender as relações vinculares e a construção do conhecimento, assim sendo, o contexto social desempenhará função relevante na constituição de vínculos que vem sendo representado e a partir de diferentes necessidades, demandas e locais.

A instituição escolar é uma especialidade do integral que surge no contexto da

vida humana, entretanto, todo membro estabelece a totalidade mesmo que não a deseje. A missão da escola é a de ser mediadora entre a família e o mundo e isto sugere o preparativo para a existência social (NOVELLI, 2001).

“A escola – uma das maiores agências de socialização do mundo contemporâneo – faz a diferença na redução dos processos de desigualdade produzidos pela sociedade” (CUNHA, 2010, p. 39).

O âmbito escolar tem a responsabilidade de oferecer um espaço de aprendizagem adequado, com profissionais capacitados e materiais relevantes. Todavia, de acordo com Vianna (2016), o conceito dos pedagogos da modernidade considera que o processo educativo não habita tão-somente nas escolas, por tanto a instituição escolar não é exclusivamente responsável pela educação.

A família é o primeiro contato que a criança tem com o mundo, logo após, é a escola, por este motivo, os dois ambientes devem compartilhar de uma relação de confiança e objetivos comuns, bem como, o sucesso da aprendizagem.

No ponto de vista de Souza (2019, p. 9):

O papel que a escola possui na construção dessa parceria é fundamental, devendo considerar a necessidade da família, levando-as a vivenciar situações que lhes possibilitem se sentirem participantes ativos nessa parceria. Vale ainda ressaltar que escola e família precisam se unir e juntas procurar entender o que é Família, o que é Escola, como eram vistas estas anteriormente e como são vistas hoje, e ainda o que é desenvolvimento humano e aprendizagem, como a criança aprende etc.

Quando os alunos se apresentam na escola, levam consigo uma bagagem do saber adquirido em sua experiência cotidiana no seio familiar, ou ainda em contato com diferentes saberes e métodos de aprendizagem, todavia sua pretensão no ambiente escolar é a aquisição de novos conhecimentos.

Manzano e Gordo (2017) acreditam ser necessário resgatar a concepção da escola como um meio de instrução capaz de transmitir conhecimentos que sirvam de base para a aquisição de uma cultura geral, que formam o cidadão crítico e independente. Sendo assim, pode-se analisar que o alvo fundamental da escola atualmente não é, tão somente, informar conteúdos disciplinares, mas sim, desenvolver capacidades que admitam ao indivíduo o alcance de realização pessoal e profissional. Se dispendo a permitir que cada pessoa possa aprender a empregar os seus conhecimentos para agir de maneira eficiente.

Para Duarte (1998), existe um dilema na escola atual, que se mostra com maior força por conta das perplexidades causadas pelas crises estruturais e conjunturais que afetam as várias instituições sociais e fazem parte do mundo moderno. Tais

dificuldades vêm colaborando para a origem de formidáveis transformações na visão paradigmática contemporânea em benefício da revelação de inovações a respeito dos conceitos de mundo e do fiel conhecimento de novos intérpretes sociais na existência das instituições igualitárias (JOSEP, 1982 apud AMORIM, 2007).

Nesta perspectiva, a educação institucional é aprendida de maneira diferenciada pelos alunos, havendo, às vezes, ou aprendizado significativo ou um fracasso. O estudo minucioso acerca das teorias pedagógicas mencionadas por Vianna, Amorim, Novelli e Cunha, torna-se imprescindível, uma vez que este é um fluxo ininterrupto de informações, elemento estruturador das relações sociais e humanas e da cidadania num mundo globalizado. Vale ressaltar, que a escola é uma instituição com a capacidade de assegurar a amplitude e exigibilidade de tal tarefa.

### 2.3 O ENVOLVIMENTO FAMILIAR NA ESCOLA

“A família é uma das instituições mais antigas e tradicionais de que se tem conhecimento. Embora presente em diferentes culturas, a família assume configurações diversas” (CANEDO, 2007, p.14).

As instituições, escola e família, passaram por intensas modificações em todo período de sua história. Tais transformações trouxeram grandes interferências no arcabouço familiar e assim também no funcionamento escolar de maneira que a família, observando a conjuntura do mundo atual, passou a ocasionar o fato de que as mães e/ou responsáveis passaram a ser obrigados a trabalhar a fim de prover o sustento do lar e isto tem passado para a escola determinadas responsabilidades educacionais as quais eram pertinentes aos pais. (SOUZA, 2019).

Conforme destaca Parolin (2003), a família bem como a escola tem o mesmo interesse: capacitar os educandos para a vida em sociedade. Entretanto, a família possui suas peculiaridades que a diferem da instituição escolar e obrigações, que a colocam próxima da escola. A escola possui metodologia e filosofia próprias para o processo educacional de um indivíduo; contudo, é necessário a intervenção da família para solidificar o seu plano educativo.

“A escola e a família devem estar em parceria em relação à educação. Há necessidade de que ambas tenham expectativas positivas, com troca de experiências e ideias, agindo de forma recíproca e constante” (COSTA; SOUZA, 2019, p.3).

A família se trata, da primeira formação inicial educacional de um ser humano.

É neste espaço que se desperta para a vivência em sociedade, onde se formam valores, caracteres, é onde acontece a ação principal da transferência de informações, tradições e conhecimentos (ALEXANDRE, 2012).

Neste contexto, “A família e a escola precisam ser parceiras para que os alunos possam realmente ter um maior aproveitamento na aprendizagem, não basta apenas a escola se preocupar na aprendizagem, e os pais não se preocuparem” (MACHADO, p.01, 2015).

Para Souza (2019, p. 05) “[...] a interação família/escola é necessária, para que ambas conheçam suas realidades e suas limitações, e busquem caminhos que permitam e facilitem o entrosamento entre si, para o sucesso educacional do filho/aluno”.

Sendo considerado os principais ambientes educativos, família e escola têm uma responsabilidade em comum: preparam futuros cidadãos para a sociedade. Deste modo é necessário haver sintonia de objetivos e trabalho em equipe, visando o sucesso da educação e desenvolvimento completo de um ser humano.

Alexandre (2012, p.13) evidencia que:

A escola ao contrário do que muitos pais pensam, não é um sítio onde as crianças passam os dias, com a obrigação de aprender alguma coisa e onde a responsabilidade recai sobre o educador. A instituição faz parte do cotidiano da criança, e como tal, os pais devem estar envolvidos em todo o processo de aprendizagem.

Assim, não tão somente a família é o único contexto em que a criança tem oportunidade de experiência e ampliar seu repertório como sujeito de aprendizagem e desenvolvimento. A escola também possui sua representatividade no processo do conhecimento e socialização do educando. Ou seja, escola e família têm os mesmos objetivos: fazer a criança se desenvolver em todos os aspectos e ter sucesso na aprendizagem e na vida.

Diante disto e devido às requisições educacionais da sociedade moderna, as instituições educacionais devem fazer com que seus componentes estejam preparados para a vida em sociedade, preparando-os para desenvolver suas técnicas individuais, que sistematize e organize o conhecimento universal, a produção científica, as conquistas da tecnologia e da cultura universal, dando a possibilidade de realizar novas conquistas e novos conhecimentos (RODRIGUES, 2000).

“Os sentimentos que os pais transmitem à criança, durante os anos que antecedem à escola, são de extrema importância para o desenvolvimento da

aprendizagem escolar da criança” (MACHADO, p.01, 2015).

De igual modo implícitas continuam as relações de grupo e, principalmente, de gênero, compostos por padrões familiares que transportam ao sucesso ou ao fracasso escolar.

Visando isto, Machado (p.01, 2015), destaca que:

A ausência da participação da família no ensino aprendizagem dos alunos, pode ocasionar baixo desempenho e até mesmo a repetência escolar. Muitos pais veem a escola como local de depósito de crianças, vão matriculam seus filhos e só aparecem na escola quando seus filhos estão com problemas, baixo desempenho ou quando a coordenação manda chamá-los. Sem a família não há como promover uma boa educação.

E ainda Dantas (s.d, apud Alexandre, 2012, p.17) “afirma que quando a família valoriza a aprendizagem dos filhos, essa transmite-se para os seus conhecimentos futuros. Esse interesse faz com que os filhos se sintam valorizados em relação ao que fizeram”.

E, portanto, conforme destaca Faria Filho (2020), o envolvimento da família com a escola torna-se, deste modo, uma ação complementar à da escola e ao mesmo tempo forma uma relação interdependente, embora haja um receio da disposição familiar para amparar o educando; na maior parte das vezes, nem sempre a família tem capacidade para ensinar os filhos.

Partindo do exposto, a problemática atual, com a qual a escola se depara, é que nem sempre existe uma preocupação por parte dos pais em participar da vida escolar dos filhos, ficando em muitas vezes, ausentes deste processo.

E neste cenário, Costa, Silva e Souza (2019, p.2) destacam que:

É necessário dizer que professores, gestores, pedagogos e especialistas em educação preocupam-se com essa relação, uma vez que ela é completamente necessária para o desenvolvimento integral do aluno, ou seja a participação da família na escola e a sensibilidade da escola para perceber, analisar e receber as demandas familiares dos alunos favorece no desenvolvimento motor, afetivo, psicológico, social e intelectual do aluno.

Deste modo, a participação familiar na vida escolar não serve tão somente para o recebimento de informações. Há uma necessidade de que haja sugestões e a partir destas sejam tomadas decisões compartilhadas com a escola.

Alexandre (2012) afirma que excepcionalmente, em muitos casos, os motivos da falta dos pais no cotidiano escolar dos seus filhos se devem aos complexos horários laborais. Desta forma, acompanhar o desenvolvimento escolar da criança torna-se complicado, principalmente nos momentos de cansaço e ausência de paciência.

Sendo assim, pode-se analisar que, o intercâmbio família/escola faz-se necessário, a fim de que reconheçam seus fatos e suas restrições e procurem aberturas que admitam e promovam o entendimento em meio a ambas, para o sucesso educativo do filho/aluno. A partir deste significado, faz-se indispensável retomar determinados temas que aludem à escola e à família, tais como: suas composições e suas maneiras de relacionamentos, vez que, a relação entre as mesmas se destaca como de extraordinária estima na metodologia educacional dos alunos (PRADO, 2009).

#### 2.4 A RELAÇÃO PROFESSORA X FAMÍLIA

Na relação com seus alunos é necessário que o professor compartilhe de uma metodologia de formação na atuação que apresente a chance de descobrir as suas aprendizagens, apegando-se às contribuições das tecnologias no processo de ensino, ao conhecimento e ao currículo, empregando em experimentos com seus alunos, refletindo sobre esses métodos à luz de embasamentos teóricos e como renová-los. Sob a ótica da visão de mundo, as atividades de formação tornam-se referência para o exercício pedagógico do professor voltado à integração das tecnologias ao currículo (ALMEIDA, ALVES; LEMOS, 2014).

Neste sentido Amorim (2012, p. 8) ainda diz que:

O professor precisa conhecer e vivenciar, com objetividade, a agenda educacional de conhecimentos importantes, para que possa contribuir com as transformações requeridas pelos processos educativos, garantindo a profundidade, o alcance filosófico e político das propostas globais e interdisciplinares de educação. Tais propostas são colocadas pelo processo de globalização e de inovação das práticas educativas, exigindo que os alunos tomem conhecimento, desenvolvam a ação educativa de maneira criativa, tendo o suporte das ferramentas e dos conhecimentos necessários para efetivar as atividades transformadoras requeridas.

Conforme relata Faria Filho (2020), a partir do exercício pedagógico dos professores e gestores escolares se pode evidenciar o seguinte episódio: o formato e a intensidade dos relacionamentos ocorridos em meio às escolas e famílias transformam extraordinariamente, ficando ligadas aos mais distintos fatos que dizem respeito a sua estruturação, cultura, escolarização familiar, classe, atividade dos pais, local onde se vive entre outros.

Os docentes prosseguem mantendo, ainda, a fantasia de uma participação mais efetiva dos responsáveis pelos educandos na escola, o que resultaria em uma

formação escolar mais efetiva em relação à família. Centralizados numa visão escolarizada da problemática que os envolve, os mesmos não colocam em dúvida o ambiente estabelecido para e pela escola, no que diz respeito às outras instituições igualitárias, em meio a elas a família (FARIA FILHO, 2020).

Conforme Piaget (2007, p. 50 apud Souza, 2009, p. 06):

Uma ligação estreita e continuada entre os professores e os pais leva, pois a muita coisa que a uma informação mútua: este intercâmbio acaba resultando em ajuda recíproca e, frequentemente, em aperfeiçoamento real dos métodos. Ao aproximar a escola da vida ou das preocupações profissionais dos pais, e ao proporcionar, reciprocamente, aos pais um interesse pelas coisas da escola chega-se até mesmo a uma divisão de responsabilidades [...].

Portanto, tal relação precisa apresentar como ponto inicial a própria escola, salvo-conduto que os pais apresentam insuficiente ou nenhum conhecimento a respeito das propriedades de desenvolvimento de cognição, psíquico e menos ainda, compreendem como ocorre a aprendizagem, e desta maneira possui a dificuldade em participar da vivência educacional dos filhos. A partir destas proposições, torna-se clara a necessidade de conhecer mais de perto o relacionamento entre a família e a escola, objetivo em que este trabalho se apoia.

### **3. METODOLOGIA**

Como método este estudo se utiliza de uma pesquisa bibliográfica do tipo qualitativa. Entende-se que uma vez o método escolhido para estudo, ele é considerado como o caminho para alcançar a meta esperada, buscando a abordagem analítica da relação família-escola, assim como o desenvolvimento de argumentos a respeito da necessidade e a importância de uma relação de mútua responsabilidade entre estas duas instituições para a formação integral da criança.

A pesquisa bibliográfica qualitativa possui a tendência de ressaltar os aspectos diligentes, holísticos e subjetivos da experiência humana, a fim de atingir o todo na conjuntura dos sujeitos que encontram-se vivenciando o fato (POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004).

Nesse sentido Demo (2001) destaca que a revisão bibliográfica possui uma estratégia de várias dimensões investigativas, visto que dá a possibilidade revisar e rever, ampliando a visão a respeito do que diz distintos autores.

A pesquisa de caráter bibliográfico faz o uso de artigos, livros, jornais e revista

que abordem o tema. É o estudo sistemático desenvolvido em material publicado de acesso ao público em geral. Esta pesquisa busca, portanto, em sua abordagem uma análise da visão dos autores aqui citados (VERGARA, 2007).

Segundo Santos (2006), a revisão bibliográfica ou referencial teórico, faz parte do projeto de pesquisa e revela claramente as contribuições de autores sobre um tema em questão.

Rampazzo (2005, p. 53) enfatiza que: “A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas (em livros, revistas, artigos científicos e outros.). Pode ser realizada independentemente, ou parte de outros tipos de pesquisa”.

A vantagem da pesquisa bibliográfica é que possibilita a quem está investigando abranger uma grande quantidade de fenômenos muito amplos, pois a partir da busca na *internet*, foram encontradas fontes de pesquisa. A partir deste contexto, as ideias foram construídas e embasada em pesquisas elaboradas e que visam mostrar todos os pontos onde melhor demonstra-se a temática em questão.

Para tanto, primeiramente foi realizada uma busca em livros e sites científicos, escolhendo várias pesquisas já realizadas, para que dessa maneira se possa analisar melhor os conceitos e estudos já realizados. Posteriormente, foi feita uma leitura paulatina de todo material e partes mais importantes serão selecionadas citando as fontes demonstrando o conteúdo aplicado, analisando e interpretando diversos assuntos pautados trazendo assim uma contextualização do tema em questão.

Portanto, o método utilizado neste estudo tem como foco, a análise interpretativa de alguns pontos e descrições relatadas principalmente através das bibliografias e artigos apresentados neste projeto.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A família e a escola são bases importantes no processo educativo dos seres humanos, e educar requer uma relação de companheirismo e sintonia entre essas duas bases. Sem estas instituições o processo educacional pode se tornar enfraquecido, visto que são estes os dois ambientes principais e essenciais para o desenvolvimento humano.

Dentro deste contexto, esta pesquisa trouxe à tona, uma temática de grande importância voltada para o fortalecimento da educação, visto que os vínculos

estabelecidos entre escola e família servem de laços extensivos dos quais juntos podem-se complementar e fortalecer o processo educativo no âmbito escolar.

Como se pôde averiguar, à família compete a função de ter cuidado e ensinar seus filhos a vida cotidiana e à escola pertence a função de cuidar da educação formal promovendo o desenvolvimento socioeducativo dos educandos. Deste modo, a relação destas duas instituições, família e escola, é essencial para possibilitar uma aprendizagem mais significativa dos indivíduos, fazendo com que haja progresso da condição de vida dos pais dos alunos e do mesmo modo da escola.

É válido também observar que a escola e família têm a necessidade de se unir e se conectar buscando compreender o papel da família e o papel da escola, de que maneira eram consideradas antigamente e como são notadas atualmente, e também o que é desenvolvimento afetivo e aprendizagem e a forma da qual a criança aprende e as condições que cada parte tem de cumprir seu papel e como um e outro pode colaborar mutuamente.

De tal maneira, tanto a família como a escola, são referenciais que servem de base para que a atuação escolar seja eficiente e eficaz, deste modo, quanto mais fortalecido for tal relação, melhores resultados serão agregados ao desempenho escolar dos educandos. Entretanto, a atuação da família na educação formal dos filhos deve ser devotada e conscienciosa, visto que vivência familiar e vivência escolar se completam.

E finalmente, para que haja maior conhecimento da família faz-se necessário que a escola promova maior proximidade com a mesma, a fim de garantir que haja liberdade entre ambas, promovendo projetos, reuniões e diálogos que permitam às famílias uma maior compreensão da necessidade de trazer mais estímulo aos seus filhos na vida escolar.

Logo, a relação família/escola prevê o respeito mútuo, o que significa tornar paralelos os papéis de pais e educadores, para que os pais garantam as possibilidades de exporem suas opiniões, ouvirem educadores sem receio de ser avaliado, criticado, trocarem pontos de vista. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento do indivíduo o qual carece de orientação para a partir desse fator obter meios que auxiliem na construção do saber, bem como, sua inserção no meio o qual faz parte e dessa inserção ocorrer trocas que favoreçam o crescimento do intelecto.

Espera-se que com esta pesquisa, possa haver maior ampliação do interesse do estudo do tema, contribuindo com esta abordagem para maior compreensão da

comunidade acadêmica, e ainda, para ampliação de estudos voltada à relação família/escola a fim de garantir mais qualidade na promoção do desenvolvimento saudável dos educandos.

## 5. REFERÊNCIAS

ALEXANDRE. Susana. Estratégias para promover a aproximação família – escola. 2022. Disponível em: [http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/3982/1/Relat%C3%B3rio%20final .pdf](http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/3982/1/Relat%C3%B3rio%20final.pdf) Acesso em: março 2024.

AMORIM. Antônio. Escola: Uma Organização Social Complexa e Plural. São Paulo: Editora Viena, 2007.

BRASIL. MEC. A construção de práticas educacionais para alunos com altas habilidades/superdotação: volume 3: o aluno e a família / organização: Denise de Souza Fleith. - Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2007. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/altas\\_hab4.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/altas_hab4.pdf) Acesso em: março 2024.

BRASIL. Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Volume 2.

BRITES, Luciana. Brincar e fundamental: como entender o neurodesenvolvimento e resgatara importância do brincar durante a primeira infância. São Paulo : Editora Gente, 2020.

BIGUELINI. Liane Vergues. SANTOS. Juliano Ciebre dos. A Importância da Participação da Família na Escola Municipal Santo Antônio no Município de Matupá MT, dos Alunos do 7º Ano do Ensino Fundamental, no ano de 2009, Segundo Depoimento dos Professores. Revista de Ciências Sociais do Norte do Mato Grosso. v. 1, n. 2 (2013).

CARVALHO. Maria Eulina Pessoa de. Relações entre família e escola e suas implicações de gênero. Cadernos de Pesquisa, nº 110, p. 143-155, julho/ 2020.

CANEDO. Maria Luiza Queiroz. Percepção de famílias populares sobre educação e cultura: uma exploração qualitativa. Rio de Janeiro: CPDOC/PPGHPBC/FGV, 2007. Dissertação.

COELHO, Maria Inês de Matos. A educação e a formação humana: tensões e desafios na contemporaneidade. Porto Alegre: Artemed, 2009.

CORTELLA, Mario Sergio. A escola e o conhecimento [livro eletrônico]: fundamentos epistemológicos e políticos. 15. ed. – São Paulo: Cortez, 2017.

COSTA, Emanuelle Lourenço; SOUZA, Jane Rose Silva. Família E Escola: As

Contribuições Da Participação Dos Responsáveis Na Educação Infantil. Revista Khora, V. 6, n. 7 (2019). Disponível em: <http://site.feuc.br/khora/index.php/vol/article/viewFile/166/113> Acesso em set. 2023.

COSTA, M. A. A. da; SILVA, F. M. C. da; SOUZA, D. da S. Parceria entre escola e família na formação integral da criança. Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/3476>. Acesso em: set. 2023

DEMO, P. Pesquisa e informação qualitativa: Aportes metodológicos. Campinas, SP: Papirus, 2001.

DEMO, Pedro. Educação e qualidade. 11 Ed. Campinas, SP: Papirus, 2015.

DESSEN, Maria Auxiliadora. Desenvolvimento familiar: transição de um sistematriádico para poliádico. Temas em Psicologia: 2005.

DOURADO. Luiz Fernandes Dourado. OLIVEIRA. João Ferreira de. A qualidade da educação: perspectivas e desafios. Cad. Cedes, Campinas, vol. 29, n. 78, p. 201-215, maio/ago. 2019.

FARIA FILHO. Luciano Mendes de. Para entender a relação escola-família uma contribuição da história da educação. São Paulo Perspec. vol.14 no.2 São Paulo Apr. /June 2020. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392000000200007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000200007) Acesso em: out. 2023.

FREIRE, Paulo. Educação como prática da liberdade, 30<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

MACHADO, Tiago Ribeiro. Influência da Família no Processo de Ensino Aprendizagem. 2015. Disponível em: <http://www.seduc.mt.gov.br/Paginas/Influ%C3%Aancia-da-Fam%C3%ADlia-no-Processo-de-Ensino-Aprendizagem--.aspx> Acesso em out.2023.

MANZANO, José Carlos Mendes; GORDO, Nívia. A autonomia da escola como contribuição à redução do fracasso escolar. São Paulo: summus,1997.

NOVELLI, P. G. O conceito de Educação em Hegel, Interface \_ Comunic, Saúde, Educ, v.5, n.9, p.65-88, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/icse/v5n9/05.pdf> Acesso em set. 2023.

MOTA, Tércio de Sousa; ROCHA, Rafael Ferreira; MOTA, Gabriela Brasileiro Campos. Família – Considerações gerais e historicidade no âmbito jurídico. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n. 84, jan 2011. Disponível em: [http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=8845](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=8845)>. Acesso em março 2024.

MOREIRA. Magna da Silva Costa. SILVA. Marcelo Gomes da. Relação família-escola: peculiaridades, divergências e concordâncias no processo ensino-

aprendizagem. Disponível em: <http://educacaopublica.cederj.edu.br/revista/artigos/relacao-familia-escola-peculiaridades-divergencias-e-concordancias-no-processo-ensino-aprendizagem>. 2015 Acesso março 2024.

OLIVEIRA, Cynthia Bisinoto Evangelista de. MARINHO-ARAÚJO, Claisy Maria. A relação família-escola: intersecções e desafios. Estudos de Psicologia I Campinas I 27(1) I 99-108 I janeiro – março. 2010.

PAROLIN, Isabel. As dificuldades de aprendizagem e as relações familiares. Fortaleza: Educar Soluções, 2023.

PIAGET, Jean. Psicologia e Pedagogia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. Fundamentos de pesquisa em científicas métodos, avaliação e utilização. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RAMPAZZO, Lino. Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. 3.ed. São Paulo: Loyola, 2005.

RODRIGUES, Neidson. Por Uma Nova Escola: o trânsito e o permanente na educação. 15ª ed., São Paulo: Cortez 2020.

SANTOS, L. F. A. do. Metodologia da pesquisa científica II. Série didática, Faculdade Metodista de Itapeva, 2006.

SOUSA, Maria Martins de Sousa e SARMENTO, Teresa. Escola-família-comunidade: uma relação para o sucesso educativo (2021). [http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/9117/1/gestaodesenvolvimento17\\_18\\_141.pdf](http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/9117/1/gestaodesenvolvimento17_18_141.pdf) Acesso em set. 2023.

SOUZA, Maria Ester do Prado. Família/escola: a importância dessa relação no desempenho escolar. Artigo apresentado a Secretaria de Estado da Educação do Paraná, como requisito para aprovação no Programa de Desenvolvimento Educacional 2019. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1764-8.pdf> Acesso em set. 2023

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VIANNA, Carlos Eduardo Souza. Evolução histórica do conceito de educação e os objetivos constitucionais da educação brasileira. Revista janus, lorena, ano 3, nº 4, 2º semestre de 2016. Disponível em: <http://www.publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/viewFile/41/44>. Acesso em set. 2023.

VOU, F. A. Autoestima do Professor: manual de reflexão e ação educativa. São Paulo: Edições Loyola, 2022.

## **SISTEMAS CONECTADOS GRID-TIE ATRELADOS A SFV ALOCADOS A REALIDADE DE REDES INTELIGENTES NOBRASIL**

Anna Clara do Prado Rosa<sup>1</sup>, Rafael Neves Fassarella<sup>1</sup>, Rafael de Paula Cosmo<sup>2</sup>  
Kaio Cezar Quemelli da Silva<sup>2</sup> e João Marcos dos Santos Souza<sup>2</sup>

1 – Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica

2 – Orientadores - Engenharias– Professor Multivix

### **RESUMO**

O presente estudo tem por objetivo analisar os sistemas conectados Grid-TIE, esclarecendo suas principais vantagens e desvantagens quando atrelados a sistemas fotovoltaicos (SFV) implantados em domicílios brasileiros. Foi realizada uma revisão bibliográfica, de base técnica descritivo-exploratória, a qual inclui a análise detalhada e crítica dos conteúdos ligados ao tema. Conclui-se que as principais vantagens de se implementar sistemas conectados Grid-TIE atrelados a SFV em domicílios brasileiros integrados a redes inteligentes são: 1) a energia excedente gerada no sistema pode ser repassada à rede por preceitos da ACL e da Portaria 538/2015, gerando créditos de energia ao consumidor junto ao regimentado no ACR e à Resolução Normativa (RN) 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); 2) baixo custo operacional e alta confiabilidade no ponto de geração de eletricidade; 3) instalação facilitada. No que tange às desvantagens temos: 1) alto custo inicial de investimento; 2) possibilidade de geração de problemas na regulação da tensão; 3) em algumas localidades, as tecnologias Grid-TIE podem não conseguir integrar positivamente a energia elétrica excedente à rede, o que torna a exportação/venda/repasso da energia excedente inviável. Deste modo, somente em certas localidades do Brasil as vantagens de se implementar sistemas conectados Grid-TIE atrelados a SFV superaram suas desvantagens. Portanto, antes de ser iniciada a implementação de um sistema desta natureza, é recomendada a realização de um minucioso estudo por profissional devidamente qualificado.

Palavras-chave: Redes inteligentes; Sistema Grid-TIE; Sistema fotovoltaico (SFV); Cogeração energética; Instalações domiciliares brasileiras.

### **1 INTRODUÇÃO**

As redes inteligentes já são uma realidade no Brasil, porém, ainda pouco representativa no cenário energético nacional se comparado a países como a Alemanha. Para que esse tipo de sistema se desenvolva, é necessário compreender não somente suas características técnicas, mas também a regulação vigente.

Toledo (2012) e Pinto (2013) descrevem redes inteligentes de energia como sendo uma forma nova, mais inteligente e segura de se distribuir energia elétrica por meio de ações interligadas entre todos os usuários da base energética nacional.

Sistemas conectados Grid-TIE constituem um importante elemento para a constituição das redes inteligentes. Trata-se de um tipo de inversor, majoritariamente utilizado em sistemas de geração solar de energia, porém, sendo possível adaptar para qualquer tipo de microgeração de energia, onde o equipamento converte a corrente contínua (CC), gerada pelos painéis solares, em corrente alternada (CA), seja ela 127V ou 220V, utilizada no uso residencial.

Ao mesmo tempo, esse tipo de inversor pode fornecer a energia excedente para a rede elétrica da concessionária, para isso, o equipamento possui um oscilador interno que sincroniza a frequência e a tensão da energia gerada com a energia fornecida pela rede, sendo capaz até de se desconectar automaticamente caso identifique baixa qualidade da energia devido a quedas, manutenções etc.

Uma rede inteligente se caracteriza por um fluxo bidirecional de informações e energia elétrica, o que permite que a energia, que é tradicionalmente gerada e distribuída de modo radial pela rede, possa também receber energia de unidades consumidoras locais. Isso viabiliza ao consumidor que dispõe de sistemas conectados, tal qual o Grid-TIE, deixar em alguns momentos de ser “cativo” do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), e se tornar “ofertivo” no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Tal flexibilização é regulamentada pelas Resoluções Normativas (RNs) nº 414/2010, nº 482/2012 e nº 499/2012, e pelo Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (PROGD - Portaria 538/2015), no que tange à possibilidade de fornecer energia elétrica à rede (ANEEL, 2012a; ANEEL, 2012b; SANTOS, 2013). Esfera (2020), define bem essa modalidade:

O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) é formado pelos consumidores cativos. Nele, a energia é comprada pelas distribuidoras por meio de leilões, e o preço é determinado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O consumidor cativo é aquele que só pode comprar energia elétrica da concessionária responsável pela

distribuição em sua região, naquele que é o modelo mais comum para residências e pequenas empresas ...[...]... O Ambiente de Contratação Livre (ACL) é aquele conhecido como o Mercado Livre de Energia. Neste ambiente de negociação, os consumidores negociam as condições de compra de energia elétrica diretamente com as geradoras ou comercializadoras.

Conforme argumentam Pereira e Oliveira (2011), Santos (2013), Santana-Rodriguez (2013), Lima (2017), Avellar (2018) e Esfera (2020), os sistemas conectados Grid-TIE são interessantes tanto ao consumidor quanto à sociedade e aos Governos devido ao fato de que:

- A energia resulta de uma base sustentável - auto renovável;
- A energia é consumida muito próximo do local onde é gerada, não necessitando ser essa transportada pela rede por longos trajetos, o que diminui, consideravelmente, a carga das redes elétricas de média e baixa tensão;
- A energia pode ser comprada pelo consumidor vide preceitos do ACR ou ACL;
- O excedente de energia local da Geração Distribuída (GD) pode ser repassado à rede, levando o local da GD a receber créditos em energia (kWh) que podem ser empregados para abater no consumo do ACR junto à concessionária em meses subsequentes;
- Sistemas conectados podem ser até 30% mais eficientes que sistemas isolados. Tais atos têm elevado, significativamente, o número de interessados e de instalações de sistemas conectados Grid-TIE, em todo o mundo.

Contudo, devemos levar em consideração que existem desvantagens nesse tipo de sistema, dentre eles, destacam-se:

- Alto custo inicial de investimento;
- Possibilidade de geração de problemas na regulação da tensão;
- Em algumas localidades as tecnologias Grid-TIE podem não conseguir integrar positivamente a energia elétrica excedente a rede, o que torna a exportação da energia excedente inviável;
- Possibilidade de comprometer a qualidade (oscilação) da energia da rede por necessitar de ajustes constantes;

- Probabilidade de problemas no que tange ferroressonância, ilhamento, interferência com religadores, dessensibilização de relés e desarmes automáticos por interferência.

Mesmo com as desvantagens apresentadas, os sistemas conectados Grid-TIE atrelados a sistemas fotovoltaicos (SFV) constituem um importante conjunto de tecnologias para o suprimento de energia em algumas cidades pelo mundo e no Brasil. De acordo com a Absolar (2021), em 2020 o Brasil foi o 9º país que mais instalou sistemas de geração solar no mundo, sendo a primeira vez que está entre os 10 maiores, evidenciando o potencial dessa tecnologia.

Diante do acima descrito surgiu o problema de pesquisa: “Os benefícios dos sistemas conectados Grid-TIE atrelados a Sistemas Fotovoltaicos (SFVCR) superam as desvantagens dos mesmos quando alocados a bases domiciliares brasileiras?”.

O objetivo do presente estudo foi analisar os sistemas conectados Grid-TIE, esclarecendo as principais vantagens e desvantagens desses, quando atrelados a SFV, a serem implementados em domicílios brasileiros. A fim de enriquecer o estudo foi somado ao mesmo os seguintes objetivos específicos: (1) compreender redes inteligentes, (2) analisar energia fotovoltaica, e (3) explicar sistemas conectados Grid-TIE.

Neste contexto, a implementação em bases domiciliares brasileiras de sistemas conectados Grid-TIE atrelados a SFV, pode ser um importante elemento propulsor da microgeração de energia no país. Contudo, à luz das normativas vigentes no Brasil e fatores regionais de cada localidade, há de se investigar se os benefícios e as vantagens oferecidas por essas tecnologias conseguem se sobrepor às desvantagens inerentes à sua utilização.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Captar a energia da luz do sol, convertê-la em energia elétrica, e adicioná-la à rede inteligente de distribuição, tornou-se uma atividade relativamente simples nos dias de hoje. Isso é devido ao desenvolvimento durante anos de técnicas e equipamentos, além de uma legislação que possibilite e incentive tal

atividade, os quais precisam ser compreendidos a fim de que se possa avançar com a proposta deste trabalho.

## **2.1 Rede inteligente**

Uma rede elétrica, basicamente, pode ser descrita como sendo um conjunto de instalações interconectadas disposta para fornecer eletricidade dos produtores aos consumidores. A mesma é formada por geradores de energia elétrica, linhas de transmissão de alta tensão, centros de demanda e linhas de distribuição (TOLEDO, 2012; SANTOS, 2013).

Assim como diversas outras categorias de empreendimento, uma rede elétrica deve se adaptar, ano após ano, a manter-se eficiente no que tange às demandas do mercado. Em se tratando das redes elétricas, isso é alcançado por meio do uso de técnicas de gerenciamento de rede, as quais podem se utilizar de tecnologias inovadoras, como é o caso das redes inteligentes ou Grid-TIE (PINTO, 2013; SANTOS, 2013; CAMARGO et al., 2016).

Um sistema conectado Grid-TIE, basicamente pode ser descrito como sendo um conjunto de redes inteligentes que conecta à rede energética as bases renováveis de energia. Tais bases podem ser decorrentes da queima do gás natural (térmica), do aproveitamento do deslocamento das massas de ar (eólica) e da energia advinda do sol (fotovoltaica). Essas usinas de energia podem variar de pequenos sistemas domiciliares e comerciais espalhados, até grandes geradoras concentradas, viabilizando que o local da Geração Distribuída (GD) possa fornecer energia elétrica excedente aos demais usuários ligados à rede.

Vale lembrar que, de um modo amplo, pode ser dito que a Grid-TIE é um aprimoramento da rede elétrica do século XXI, em que se busca enfrentar problemas energéticos de demanda não com uma maior produção energética, mas com uma melhor gestão de dados e dos recursos disponíveis. Isto é possível em virtude da comunicação bidirecional integrada a dispositivos inteligentes, o que eleva a “flexibilidade” das fontes na rede elétrica, permitindo que as mesmas sejam centralizadas e descentralizadas quando necessário (BELISÁRIO, 2011; TOLEDO, 2012; OĞZ, Y.; ÖZSOY, 2015).

A implantação do referido sistema dispõe de amparo legal, sendo regulamentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) por meio da resolução normativa nº 482 de 2012. O Governo Federal, por meio do Ministério de Minas e Energia, criou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (PROGD), com os seguintes objetivos e abrangência (Brasil, 2015, p. 1):

Art. 1º Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - PROGD, com os seguintes objetivos:

I - Promover a ampliação da geração distribuída de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração;

II - Incentivar a implantação de geração distribuída em:

a) edificações públicas, tais como escolas, universidades e hospitais; e

b) edificações comerciais, industriais e residenciais.

Art. 2º O PROGD compreende a geração distribuída dos sistemas elencados a seguir:

I - Geração distribuída de que trata o art. 2º, § 8º, alínea "a", da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, observado o disposto nos arts. 14, 15, §§ 3º e 4º, do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004; e

II - Microgeração e minigeração distribuída, definida conforme regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Importante enfatizar que os sistemas conectados Grid-TIE mais interessantes para bases domiciliares brasileiras que buscam operar no ACL, vide preceitos da RN nº 414/2010, nº 482/2012 e nº 499/2012 e PROGD (Portaria 538/2015), são os que seguem “atrelados” a um sistema fotovoltaico (SFV). Alguns dos motivos já foram evidenciados, mas o grande destaque fica por conta do elevado potencial de insolação que detém a ampla maioria das regiões do país (BRASIL, 2015), como pode ser identificado na Figura 1.

A Tabela 1 sumariza os dados climáticos acerca da irradiação solar diária e da temperatura média do ar de 20 cidades brasileiras. Os dados têm como base as informações da Agência Espacial Americana (NASA), porém, foram coletados de modo direto do software RETScreen (CRUZ, 2016).

Quando a rede inteligente segue conectada a um SF, passa a mesma a ser denominada como Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR/Grid-TIE) (BELISÁRIO, 2011; TOLEDO, 2012; SANTOS, 2013; PINTO, 2013). Deste modo, esta associação permite não somente elevar a funcionalidade de uma

rede inteligente, mas também ampliar o uso de fontes renováveis, especialmente a fotovoltaica. Evidentemente, devido à maior oferta e à melhor gestão, também se alcança uma maior disponibilidade de energia elétrica.

Figura 1 – Potencial de geração de energia solar do Brasil.



Fonte: Cruz (2016, p. 118).

Tabela 1 – Dados climáticos e irradiação solar no Brasil.

Cidades- representativas	Latitude	Longitude	Irradiação solar diária - horizontal	Irradiação solar diária - inclinada	Temperatura do ar
	(°)	(°)	(kWh/m <sup>2</sup> /d)*	(kWh/m <sup>2</sup> /d)*	(°C)*
Belo Horizonte	-19,85	-43,95	4,34	4,47	22,33
Belém	-1,38	-48,48	5,05	5,02	26,68
Boa Vista	2,83	-60,70	5,00	4,85	28,34
Bom Jesus da Lapa	-13,25	-43,44	5,73	5,84	25,47
Brasília	-15,79	-47,88	5,34	5,53	23,81
Campo Grande	-20,47	-54,67	5,10	5,24	24,51
Cuiabá	-15,65	-56,10	5,09	5,16	26,91
Curitiba	-25,52	-49,17	4,31	4,43	17,51
Florianópolis	-27,67	-48,55	4,24	4,36	20,99
Fortaleza	-3,78	-38,53	5,84	5,78	27,41
Jacareacanga	-6,27	-57,66	4,75	4,77	26,93
Manaus	-3,15	-59,98	4,61	4,59	27,24
Petrolina	-9,38	-40,51	5,72	5,70	25,89
Porto Nacional	-10,72	-48,58	5,03	5,11	25,59
Porto Velho	-8,77	-63,92	4,56	4,59	26,43
Recife	-8,07	-34,85	5,89	5,78	27,52
Rio de Janeiro	-22,92	-43,17	4,49	4,65	23,72
Salvador	-13,02	-38,52	5,27	5,17	24,84
Santa Maria	-29,69	-53,83	4,54	4,67	19,86
São Paulo	-23,62	-46,65	3,96	4,05	20,05
<b>Média</b>			<b>4,94</b>	<b>4,99</b>	<b>24,60</b>

Fonte: Cruz (2016, p. 51).

## 2.2 Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica pode ser considerada a mais comum dentre os métodos de geração elétrica renováveis em ambientes residenciais. Tal fato é devido tanto às vantagens de instalação e operação quanto às características específicas desse tipo de geração, como:

- Sua operação não gera nenhuma poluição, ou seja, é sustentável;
- Não libera gases de efeito estufa;

- Uma vez instalado o SFV, é possível se deter de uma escalabilidade simples em relação às necessidades de energia a cada usuário;
- O silício, necessário ao sistema, tem grande disponibilidade na crosta terrestre.

Fatos que explicam o porquê o SFV, conectado via Grid-TIE ou desconectado à rede (SFVDR), vem sendo cada vez mais utilizado com o passar dos anos<sup>1</sup>, seja em aplicações industriais ou em instalações domésticas em todo o mundo (SANTOS, 2013; CAMARGO et al., 2016).

Em 2012, estudos indicavam que os SFV contribuíam com cerca de 1% para a geração de eletricidade em todo o mundo; sendo que os maiores instaladores de SFV residenciais, em termos de capacidade, eram a China, o Japão e os Estados Unidos, enquanto a metade da capacidade mundial estava instalada na Europa, com Alemanha e Itália fornecendo 7% a 8% do seu respectivo consumo de eletricidade solar.

Segundo a agência internacional de energias renováveis (IRENA), no ano de 2013 a capacidade instalada de energia fotovoltaica (FV) equivalia a aproximadamente 137 gigawatts (GW), porém desde o fim 2015, observou-se um rápido crescimento do mercado global de SFV, de modo que em 2016 a capacidade instalada já ultrapassava a marca dos 200 GW, cerca de 40 vezes maior que a capacidade instalada de 2006 (CAMARGO et al., 2016), sendo que em 2019 a geração fotovoltaica alcançou, em escala global, aproximadamente 700 GW de capacidade instalada (IRENA, 2020).

Santos (2013) destaca que nos últimos anos os SFV de uso doméstico ganharam “terreno”, o que, em parte, decorre de quatro pontos principais:

1. Aumento do apelo e divulgação em prol da sustentabilidade - o que fez elevar a preocupação da população com a aquisição de medidas para preservar o meio ambiente, que, por sua vez, favoreceu a divulgação, aquisição e instalação de fontes alternativas de energia;
2. Avanços tecnológicos – os quais fizeram aumentar a escala de

---

<sup>1</sup> Tais sistemas foram produzidos pela primeira vez para venda em massa no ano de 2000, quando ambientalistas Alemães e a organização Eurosolar obtiveram financiamento do governo Alemão para um programa de dez mil telhados.

fabricação de SFV a menores custos, o que levou esses a se tornarem cada vez mais baratos e, por consequência, mais acessíveis a população;

3. Vantagem financeira – um SFV doméstico de telhado pode recuperar a energia investida para sua fabricação e instalação dentro de 0,7 a 2 anos e produz cerca de 95% da energia limpa renovável limpa ao longo de uma vida útil de 30 anos.
4. Elevação da confiabilidade - com o passar dos anos e com o aumento do número de SFV instalados se elevou a confiabilidade em sua segurança e eficiência.

Ainda segundo Santos (2013), à medida que os itens 1, 2 e 3, acima citados, se fixaram junto as sociedades, diversos países pelo mundo, incluindo o Brasil<sup>2</sup>, deram início à disposição de incentivos financeiros, em tributações e tarifas a empresas, organizações e unidades domésticas que se utilizem de SFV de alimentação elétrica, fato que instigou ainda mais a busca por se utilizar os mesmos.

Atualmente, a Agência Internacional de Energia espera que a energia solar se torne a maior fonte de eletricidade do mundo até 2050, com a energia solar fotovoltaica e a solar térmica concentrada contribuindo com 16% e 11% para a demanda global, respectivamente (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

### **2.3 Rede inteligente conectada (SFV/Grid-TIE): materiais, conexões e componentes**

Um Sistema Fotovoltaico (SFV) é um sistema de energia projetado para fornecer eletricidade por meio de células fotovoltaicas. No que se refere à construção, seja conectado a rede (SFVCR/Grid-TIE) ou sem conexão com a rede (SFVDR), é importante notar que o silício cristalino é o material

---

<sup>2</sup>a partir do dia 1º de março, entra em vigor as novas regras para a geração de energia elétrica distribuída; ou seja, cada casa, edifício comercial ou residencial, bem como comércio e indústria ganham incentivos adicionais para gerar energia elétrica. A ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, aprovou em audiência pública no dia 24 de novembro de 2015 a revisão da resolução normativa n.482. A publicação da nova resolução normativa n.687 traz grandes melhorias para o incentivo e desenvolvimento da geração de energia elétrica solar” (MARTINS, 2015, p.1).

predominante usado em 90% dos módulos solares produzidos em todo o mundo, enquanto os outros tipos de construção vêm perdendo, mais e mais, participação no mercado (BANYERES, 2012).

Villalva e Gazoli (2012) ressaltam ainda que cerca de 70% de todas as células solares e módulos FV são produzidos na China e Taiwan, sendo que a capacidade instalada de SFV tanto para pequenos sistemas de telhado como para grandes usinas de energia solar está crescendo rapidamente, e em partes iguais, em todo o mundo.

Da mesma forma, os autores informam que, impulsionado por avanços na tecnologia e aumentos na escala de fabricação e sofisticação, o custo da energia FV está em declínio contínuo, ao mesmo tempo que a eficiência de conversão de um módulo solar convencional aumentou de 15 para 20% nos últimos 10 anos.

Ademais, o custo nivelado da eletricidade proveniente de sistemas fotovoltaicos de grande escala tornou-se competitivo quando comparados a fontes convencionais de eletricidade em uma lista crescente de regiões, atualmente em cerca de 30 países diferentes (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

De modo simples, pode-se afirmar que um SFV, seja SFVCR/Grid-TIE ou SFVDR, abrange, em seu esquema de funcionamento, o arranjo de várias conexões e componentes, o que, basicamente, inclui: 1) cabos e painéis solares a absorver e converter luz solar em eletricidade; 2) inversores de frequência para converter a corrente elétrica de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA); 3) unidade de condicionamento de energia, e 4) equipamento de ligação à rede (BANYERES, 2012; MENDEZ-MUÑIZ; CUERVO GARCIA, 2012).

É interessante destacar que os SFV, sejam SFVCR/Grid-TIE ou SFVDR, podem variar de pequenos sistemas montados nos telhados, construídos com capacidade de algumas a várias dezenas de quilowatts, a SFV mais robustos, alocados em grandes centrais elétricas, destinados a dispor centenas de megawatts (OĞZ, Y.; ÖZSOY, 2015; LOPEZ-SANTOS *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017).

Cabe também ser lembrado que em SFVCR/Grid-TIE, além dos componentes referenciados, faz-se necessário o uso de acessórios elétricos a

configurar o “trabalho” do sistema. Referidos pesquisadores ditam também que em um SFVCR/Grid-TIE pode ser imprescindível seguir integrado um sistema de rastreamento solar a melhorar o desempenho geral do mesmo, o que leva o projeto desse a evitar a necessidade de definir o arranjo a alocar uma bateria integrada (MENDEZ-MUÑIZ; CUERVO, 2012).

### 3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

O presente estudo é de base técnica descritivo-exploratória, tendo como metodologia a revisão sistemática de literatura de estudos envoltos ao tema “Sistemas conectados Grid-TIE atrelados a SFV alocados a realidade de redes inteligentes no Brasil”; o que incluiu análise crítica, interpretação literária e compreensão de textos.

Todo o material passou por uma previa seleção de conteúdo, o que permitiu uma separação detalhada do que seria aproveitado, o que viabilizou que o material selecionado se tornasse base segura para a produção do estudo em si.

O levantamento e a extração disposta aos livros se deram via coleta desses em bibliotecas de usualidade pública; o levantamento e extração dos artigos e periódicos se deu junto a banco de dados de *websites* como *Scientific Electronic Library* (SciELO); o levantamento e extração de conteúdos de cunho científico e anais se deu junto a bases *web* de pesquisa, tais como Google Acadêmico. As palavras-chave empregadas para busca foram: Redes inteligentes. Sistema Grid-TIE. Sistema Fotovoltaico (SFV). Cogeração energética. Instalações domiciliares brasileiras.

Para seleção dos conteúdos foi preparada a avaliação de todos os títulos e resumos dos estudos identificados, sendo disposto sob esses os seguintes critérios booleanos, de inclusão e exclusão, a elencar a eletividade dos mesmos: (1) os conteúdos eram publicações nacionais e internacionais de cunho científico; (2) os conteúdos estavam completos nas bases de pesquisa; (3) os conteúdos foram publicados entre 2011 e 2021; (4) foram excluídos conteúdos na forma de editoriais e carta, (5) os conteúdos detinham bases textuais com entendimentos relacionados SFVCR/Grid-TIE, e (6) a linha de pesquisa dos

conteúdos seguia focada, mesmo que em parte, nas principais vantagens e desvantagens dos SFVCR/Grid-TIE, quando atrelados a SFV, a serem implementados em domicílios brasileiros.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificados 1.972 conteúdos. Após a seleção por título e resumos disponíveis, permaneceram 406, desses, 206 foram excluídos por serem publicações do tipo editoriais, cartas ou por não possuírem relação clara com o objetivo desejado. Ao fim seguiram para leitura integral 17 conteúdos, desses, somente 6 foram selecionados a integrar a discussão do estudo em si.

Dentre os conteúdos selecionados foi ressaltado que, segundo ANEEL (2021) a Resolução Normativa (RN) 482/2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dita as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. Assim, em linhas gerais, pode-se apontar que a RN 482/12 estabelece as regras para este sistema de “compensação de energia” (também denominado de “créditos de energia” ou “Lei de incentivo a energia solar”). Ou seja, como avaliado anteriormente, a referida RN permite que “consumidores cativos<sup>3</sup>” vendam energia elétrica excedente gerada por um SFVCR/Grid-TIE às concessionárias de energia (distribuidoras) operantes no país.

A própria ANEEL fornece em seu site um passo-a-passo que os interessados devem seguir caso tenham interesse em instalar um SFVCR/Grid-TIE em sua residência, tal recurso é representado pela Figura 2.

Vale lembrar que, mesmo com o crescimento dos SFVs, praticamente todos os domicílios e bases comerciais no Brasil ainda tem 100% de sua eletricidade fornecida pelas concessionárias de energia (distribuidoras). No entanto, os proprietários que decidirem instalar SFVCR/Grid-TIE em seus imóveis, podem aderir ao sistema de créditos da RN 482/12 e, assim, passar a

---

<sup>3</sup> São todos aqueles que compram a sua energia diretamente da distribuidora/concessionária de energia.

“vender” a energia elétrica excedente, de seu SFVCR/Grid-TIE, as concessionárias de energia.

Figura 2 – Passo-a-passo junto à concessionária de energia a instalar/conectar o SFVCR/Grid-TIE à base domiciliar.



Fonte: ANEEL (2021, p. 1).

Sob tal foco cabe destacar que existem diversas informações no sistema de créditos da RN 482/12 que podem deter “peso” no “julgamento” do proprietário de um SFV em conectar ou não o mesmo à rede Grid-TIE, como ICMS, PIS e COFINS.

Em tal conteúdo é fundamental ter o entendimento de que em 2015 o CONFAZ (Conselho Nacional da Política Fazendária - Ministério da Fazenda), através do ajuste SINIEF 2<sup>4</sup> (Sistema Nacional Integrado de Informações Econômico-Fiscais), de 22 de abril de 2015, revogou o Convênio que orientava a tributação da energia injetada na rede, permitindo que cada Estado decida se tributa ou não a energia solar, de SFV, inserido na rede inteligente (Grid-TIE). Podemos ainda ressaltar que no ano de 2020 a geração era isenta de ICMS em todos os estados brasileiros.

<sup>4</sup> Dispõe sobre os procedimentos relativos às operações de circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Da mesma forma o Governo Federal, através da Lei nº 13.169, artigo 8º, isenta de cobrança do PIS e COFINS a energia solar inserido na rede por SFVCR/Grid-TIE, bem como nos “créditos de energia” dispostos a esta. Esta isenção é válida, segundo a lei, inclusive para energia gerada em local diferente de onde será consumida, desde que este pertença ao mesmo titular.

Cabe atentar também que em muitos casos nas distribuidoras de energia existe uma “tarifa de pico”, um horário do dia em que a tarifa cobrada pela energia é maior. Sendo assim, para que haja compensação nesses casos, a geração por SFV fora do horário de pico deve ser proporcional a o aumento na tarifa no horário de pico. Por exemplo, se a tarifa no horário de pico for 5 vezes maior que o valor convencional, deve-se gerar 5 vezes mais energia que a consumida nesse horário para que seja compensada. Portanto, se foi consumido 100kwh durante o horário de pico, deve-se ser gerado 500kwh fora dele para que haja compensação.

É interessante também indicar que no caso de grandes consumidores de energia elétrica, como indústrias, a resolução 482/2012 da ANEEL estabelece que SFV, conectados ou não à rede, devem deter potência similar à demanda contratada, visto que segue a esses vetada a venda de energia excedente à rede. Ou seja, se o consumidor é de grande porte e possui uma demanda de 800 kW, seu gerador de energia solar não deve dispor de potência maior que 800 kWp, visto que o excedente gerado não poderá ser vendido (gerar crédito) à rede.

Já para pequenos consumidores (residências/domicílios e pequenos comércios) a RN 482/2012 da ANEEL dita que potência maior que a demanda pode ser vendida/repassada à rede. Contudo, tais consumidores devem deter SFVCR/Grid-TIE de no máximo 5.000 kWp (aproximadamente 35.000 m<sup>2</sup> de painéis solares), o que acaba limitando a produção excedente de energia para venda (geração de crédito) na rede.

A energia gerada a mais pelo SFVCR/Grid-TIE que é disposto na rede (geração distribuída – GD) é entendida como “emprestada” à concessionária (distribuidora) de energia, a qual gerará o já indicado crédito de energia ao

consumidor cativo, tendo esse crédito de energia a validade de 60 meses a ser utilizado no abatimento de contas de energia.

Créditos de energia que não forem compensados no local principal indicado pelo contratante passivo, podem ser empregados no abatimento de contas de outros endereços, desde que o titular cadastrado (CPF ou CNPJ) para cobrança do endereço seja o mesmo, o que vale tanto para Pessoas Físicas (PF) como para Pessoas Jurídicas (PJ).

Segundo Santana-Rodriguez *et al.* (2013) e Lima *et al.* (2017), de um modo amplo e simplista, pode-se considerar que as principais vantagens de sistemas fotovoltaicos SFVCR/Grid-TIE para consumidores cativos são:

- A energia excedente gerada pode ser repassada à rede, gerando créditos de energia ao mesmo;
- Baixo custo operacional e alta confiabilidade no ponto de geração de eletricidade;
- Os SFVCR/Grid-TIE são relativamente mais fáceis de instalar, pois não exigem um sistema de bateria integrado;
- A integração do SFVCR detém vantagem de se utilizar efetivamente de toda carga gerada, não dispendo perdas envoltas com armazenamento;
- Mesmo que o sol nem sempre brilhe, qualquer instalação SFVCR/Grid-TIE cede uma redução média razoavelmente previsível no consumo elétrico, gerando retorno financeiro no custo do mesmo.

Por outro lado, Lopez-Santos *et al.* (2017) e Lima *et al.* (2017), demonstram que o sistema de geração solar atrelado ao Grid-TIE também apresenta desvantagens, são elas:

- Pode causar problemas com a regulação de tensão;
- A grade tradicional opera sob a suposição de fluxo unidirecional ou radial, mas a eletricidade injetada na rede aumenta a voltagem e pode levar a níveis fora da largura de banda aceitável de  $\pm 5\%$ ;
- Alto custo inicial de investimento;
- Em algumas localidades as tecnologias Grid-TIE não conseguem lidar com a geração de energia distribuída na rede, o que torna a exportação de eletricidade excedente impossível, tendo o excedente de ser aterrado;

- O mesmo pode comprometer a qualidade da energia, visto que a “natureza” da energia FV gerada é intermitente, dispendo mudanças rápidas na voltagem, o que desgasta os reguladores de tensão, devido a necessidade de ajuste frequente, e gera oscilação de tensão;
- Desafios relacionados à proteção e ao ilhamento, vide o SFVCR/Grid-TIE, e dessensibilização de relés, desarme, interferência com religadores automáticos e ferroressonância.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme o apelo pela utilização de fontes de energia renováveis no mundo cresce, a geração fotovoltaica atrelado a Grid-TIE ganha cada vez mais espaço como fonte de energia. No Brasil não é diferente, visto que em 2020, segundo a ABSOLAR (2020), entramos no top 10 países que mais instalaram energia solar no mundo.

Fato este devido, principalmente, a queda no custo de implantação e a vários incentivos fiscais fornecidos pelos governos federais e estaduais, tais como isenção de ICMS e PIS/CONFINS, implantados partir de 2015, causando um crescimento exponencial de instalação de SFVs.

Ao mesmo tempo, o Brasil ainda tem desafios a superar para que tal tipo de geração seja mais comum na nossa realidade. Podemos destacar que seu custo de implantação, mesmo que caindo ano após ano, ainda é proibitivo para a grande maioria da população, enquanto em muitas áreas a qualidade do fornecimento de energia pelas concessionárias é ruim, de forma que a implantação de um sistema de geração SFVCR/Grid-TIE pode ser impossível.

Tendo em vista o exposto, conclui-se que hoje no Brasil, na maioria dos casos, a implantação de um sistema de geração solar atrelado a Grid-TIE será vantajosa. Porém, é necessário a avaliação de um profissional habilitado para que haja uma análise “caso-a-caso” da situação, visto os problemas acima mencionados que devem ser levados em consideração.

## 6 REFERÊNCIAS

ABSOLAR (São Paulo). Brasil entra no top 10 de países que mais instalaram energia solar em 2020. In: ABSOLAR (São Paulo). Brasil entra no top 10 de países que mais instalaram energia solar em 2020. São Paulo, 26 maio 2021.

Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-entra-no-top-10-de-paises-que-mais-instalaram-energia-solar-em-2020-2/>.

ADALBO, R. Energia solar para produção e eletricidade. 1º Ed. São Paulo: Artliber, 2012.

ANEEL. RN 482/ 2012. Publicada 17/04/2012a.

ANEEL. RN 414/ 2010. Atualiza em 2012b. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/REN\\_414\\_2010\\_atual\\_REN\\_499\\_2012.pdf/d299b3a0-ad4a-4c68-a280-6891e10b4465](https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/REN_414_2010_atual_REN_499_2012.pdf/d299b3a0-ad4a-4c68-a280-6891e10b4465).

ANNEE. Informações técnicas. S/ d. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>.

BANYERES, L. J. Geração de energia solar fotovoltaica. 1º Ed. São Paulo: Marcombo, 2012.

BELISÁRIO, R. Brasil inova nas redes elétricas inteligentes. Cienc. Cult. 2011; vol.63(1). Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252011000100003](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000100003).

BRASIL. Portaria nº 538/2015. Publicado 15/12/2015. Disponível em: <https://www1.satrix.com.br/satrix/arquivos/aneel-portari-538-1-progd-15122015.pdf>.

CAMARGO, J. R. *et al.* Sistemas Fotovoltaicos: Conceitos, inovação e aplicações. 1º Ed. São Paulo: Cabral editora universitária, 2016.

CRUZ, T. B. Análise do potencial de inserção de energia solar térmica para aquecimento de água em residências unifamiliares no Brasil. Dissertação [Mestrado em Planejamento Energético]. Rio de Janeiro: COPPE\_UFRJ, 2016. 188f. Disponível em: [http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Talita\\_Borges\\_Cruz.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Talita_Borges_Cruz.pdf).

ESFERA. Entenda as diferenças entre ACR e ACL na compra de energia. Publicado 19/10/2020. Disponível em: <https://esferaenergia.com.br/blog/acr-e-acl/>.

IRENA (Abu Dhabi). Renewable capacity statistics 2020. Renewable capacity statistics, Abu Dhabi, ano 2020, 2020. DOI ISBN 978-92-9260-239-0. Disponível em: <https://irena.org/publications/2020/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2020>.

LIMA, L. C. *et al.* Performance analysis of a grid connected photovoltaic system in northeastern Brazil. *Energy for Sustainable Development*. 2017; vol. 37:79–85.

LOPEZ-SANTOS, O. *et al.* Operation of a Photovoltaic Microinverter as Active Power Filter using the single phase P-Q Theory and Sliding Mode Control. *Ingeniería*. 2016; Vol. 22 (2). Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Publicado 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318240659\\_Operation\\_of\\_a\\_Photovoltaic\\_Microinverter\\_as\\_Active\\_Power\\_Filter\\_using\\_the\\_single\\_phase\\_P-Q\\_Theory\\_and\\_Sliding\\_Mode\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/318240659_Operation_of_a_Photovoltaic_Microinverter_as_Active_Power_Filter_using_the_single_phase_P-Q_Theory_and_Sliding_Mode_Control). Acesso 13/11/2021.

MARTINS, H. Novas regras da ANEEL para geração doméstica de energia elétrica solar. Publicado 2015. Disponível em: <http://solarenergy.com.br/2016/03/novas-regras-aneel-geracao-domestica-energia-solar/>. Acesso 27/05/2021.

MENDEZ-MUÑOZ, J. M.; CUERVO GARCIA, R. Energia solar fotovoltaica. 7<sup>o</sup> Ed. São Paulo: FC Editorial, 2012.

OĞZ, Y.; ÖZSOY, M. F. Sizing, design, and installation of an isolated wind-photovoltaic hybrid power system with battery storage for laboratory general illumination in Afyonkarahisar, Africa do Sul. 2015; Vol.26 (4).

Publicado 2015. Disponível em: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1021-447X2015000400007](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1021-447X2015000400007). Acesso em 13/11/2021.

PEREIRA, F. A. S.; OLIVEIRA, M. A. S. Laboratório de energia solar fotovoltaica. São Paulo: Piblindústria, 2011.

PINTO, M. O. Energia elétrica: geração, transmissão e sistemas interligados. 1<sup>o</sup> Ed. São Paulo: LTC, 2013.

SANTANA-RODRIGUEZ, G. *et al.* Evaluation of a grid-connected photovoltaic system and in-situ characterization of photovoltaic modules under the environmental conditions of Mexico City. *Revista Mexicana de Física*. 2013; vol. 59: 88–94 MARCH–APRIL 2013. Publicado 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v59n2/v59n2a12.pdf>. Acesso 13/11/2021

SANTOS, M. A. Fontes de energia renovável. 1<sup>o</sup> Ed. São Paulo: LTC, 2013.

TOLEDO, F. Desvendando as redes elétricas inteligentes: smart grid handbook. 1<sup>o</sup> Ed. São Paulo: Brasport, 2012.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações - sistemas isolados e conectados à Rede. 2<sup>o</sup> Ed. São Paulo: Érica, 2014.

## VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA CONECTADO À REDE

Cristian Borchardt<sup>1</sup>, Nicolli Durães<sup>1</sup>, Yuri Moura da Silva Amaro<sup>1</sup> João Marcos dos Santos Souza<sup>2</sup>, Vladimir Cypreste Romanelli<sup>2</sup> e Gabriel de Andrade Vieira<sup>2</sup>

1 - Acadêmicos do curso de Engenharia Elétrica

2 – Orientadores - Professores Multivix

### RESUMO

A geração de energia elétrica por fonte solar é interessante por ser renovável e ecologicamente limpa. Para instalação de um sistema fotovoltaico, analisar o fator econômico é primordial. O objeto deste trabalho foi realizar um estudo para uma residência localizada no interior do Espírito Santo, a qual possui uma microgeração de energia fotovoltaica conectada à rede elétrica. Buscou-se analisar uma futura expansão devido ao aumento de consumo, apresentando também um estudo de viabilidade para ampliação. Os resultados obtidos foram interessantes, pois obteve-se um curto tempo de retorno financeiro para o investimento na ampliação a ser realizada.

**Palavras-chave:** sistema fotovoltaico, microgeração de energia fotovoltaica conectada à rede, viabilidade econômica.

### INTRODUÇÃO

Grande parte da matriz elétrica do Brasil é composta principalmente por usinas hidrelétricas com 65,2% e termelétricas com 20,5% (EPE, 2021), apesar disso, o uso e a expansão da hidroeletricidade tende a encontrar barreiras ambientais que envolvem as construções das usinas e a escassez hídrica em que o país é acometida desde 2014. Para suprir a demanda energética no Brasil, tem-se aumentado o uso das termoelétricas, que no ponto de vista ambiental é desvantajosa, devido uma grande emissão de Gases de Efeito Estufa. Isso acontece devido a queima de combustíveis fósseis e, do ponto de vista econômico, também é desvantajosa porque o custo do quilowatt hora é alto, quando comparado às demais fontes geradoras de energia elétrica. Então, é interessante a busca por outras fontes que possam ser inseridas na matriz elétrica brasileira que possam contribuir com a geração de energia elétrica e que não sejam poluentes. Uma possibilidade é a energia solar que pode ser utilizada para a geração de energia elétrica através dos módulos fotovoltaicos.

A energia solar fotovoltaica tem sido utilizada em diversos países e é promissora no Brasil devido a uma grande incidência de radiação solar na extensão territorial o que viabiliza este uso em diversas regiões do país (EPE, 2020). Em 2012, foi publicada a resolução 482/2012 que apresenta as condições para conexão dos sistemas de micro e minigeração distribuída à rede da concessionária (ANEEL, 2012). Em 2012 havia apenas 7 instalações cuja potência instalada de 444 kW. Já em 2019, com aprimoramento e diminuição das barreiras para a utilização da tecnologia, a potência instalada passou para 1.340.094 kW com mais de 100 mil instalações com geração fotovoltaica. Um dos motivos que colaboraram para esse aumento foi a redução de 43% do preço dos painéis fotovoltaicos entre os anos 2014 e 2019. Outra contribuição foi a queda do tempo de retorno do investimento na geração distribuída (GD) de 7 anos em 2015 para 4,5 anos em 2019 (ANEEL, 2019).

A GD tem como vantagens a redução de 2,7 milhões de tonelada de CO<sub>2</sub> lançados na atmosfera desde 2012, além de trazer R\$ 24 bilhões em investimentos acumulados com mais de 150 mil empregos gerados nesse período (ABSOLAR, 2021). O encorajamento à adesão desse sistema é justificado pelos benefícios para o sistema elétrico. Segundo ANEEL (2018) entre eles “estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética”.

Portanto, este trabalho tem como objetivo verificar a implementação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica em uma residência no interior do Espírito Santo, Nova Venécia, realizando estudos de viabilidade de expansão do sistema já existente como também os aspectos econômicos e ambientais.

## **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

A energia solar fotovoltaica é aquela gerada por meio da conversão da incidência solar em eletricidade por intermédio das células fotovoltaicas que operam mediante o efeito fotovoltaico (GUIMARÃES, et. al., 2019). Este efeito fotovoltaico (FV) foi visto primeiramente pelo físico Edmond Becquerel em 1839, que observou a capacidade de alguns materiais semicondutores transformarem

em eletricidade mediante absorção de energia dos fótons quando incididos de radiação luminosa (GALHARDO, et. al., 2012).

Em 1883, o inventor Charles Fritts, a partir de um experimento onde um semicondutor de selênio foi revestido de uma camada fina de ouro, criou a primeira célula solar, que por meio dessa junção foi possível atingir 1% de eficiência, que por não ser tão expressiva, não foi muito útil como fonte de geração de energia para essa época (CARVALHO, 2010). Já em 1954, cientistas da Bell Labs desenvolveram a primeira célula de silício, cuja eficiência era de aproximadamente 6%. Posteriormente em 1959, o aproveitamento da energia solar como fonte alternativa de energia elétrica começou nos Estados Unidos com o objetivo inicial de utilizá-la como geradora de energia elétrica para satélite (MARQUES, 2009).

Nos próximos tópicos será descrito como ocorre a conversão solar em eletricidade, assim como os elementos que compõem um sistema fotovoltaico e os aspectos econômicos de sua instalação.

### **Funcionamento de conversão de energia solar em energia elétrica**

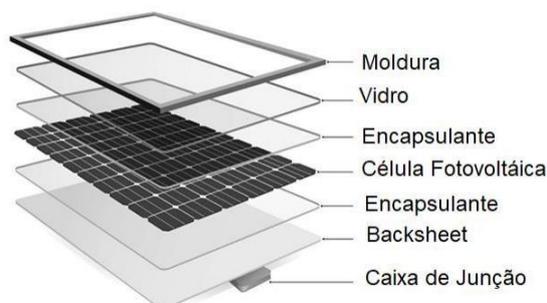
O princípio de funcionamento do processo de conversão da energia solar em elétrica consiste na quebra das ligações químicas nas moléculas dos materiais semicondutores quando a energia é absorvida da luz, fazendo com que sejam liberadas cargas elétricas. A corrente elétrica só é possível por meio de uma junção criada no semicondutor o qual permite gerar um campo elétrico em seu interior. Todo o processo inicia-se na dopagem de um material semicondutor, processo ao qual são adicionadas impurezas químicas no elemento ainda puro, compondo assim a ele a propriedade de semicondução. Após a dopagem, o elemento passa a possuir uma junção do tipo p-n que naturalmente leva a um fluxo de elétrons pelo processo de migração dos elétrons do tipo n para o do tipo p, que cessa após a formação de uma barreira chamada de zona de depleção. Nessa barreira é formada uma diferença de potencial que é rompida quando o material recebe radiação solar. Logo, esse movimento de elétrons na junção é captado por condutores, gerando uma corrente elétrica, ou ainda, fotocorrente (GALHARDO, et. al., 2012).

### **Componentes e tipos de um sistema FV**

Cada sistema FV tem uma característica dependendo dos fatores do ambiente e necessidade do local. Balfour, Shaw e Nash (2019) descrevem as partes que compõem um sistema, sendo o primeiro recurso a fonte de energia primária o sol. As células FV são os elementos principais do módulo e os modelos comerciais são baseados em silício cristalino (c-Si), subdivididas em monocristalinas e policristalinas por sua estrutura, e seus principais tipos de células são as laminadas, de filmes finos, de multijunção e concentração fotovoltaica (TOLMASQUIM, 2016). A junção de várias células por sua vez, formam os módulos e estes, ligados em paralelo ou em série, formam os painéis. Por fim, uma matriz que usualmente é presa a uma estrutura, consiste em vários painéis ligados em série, paralelo ou série-paralelo o que influencia diretamente na potência do sistema (BALFOUR, SHAW E NASH, 2019).

Detalhando mais a construção do módulo apresentado na Figura 1, além das células, ele é revestido de vidro temperado ou resina de forma a torná-lo mais resistente à fatores externos como a, poeira, salinidade, neve, tempestade e granizo (MARQUES, 2013). O encapsulante trata-se de um filme de material especial que protege as células do desgaste causado pelos raios UV, temperatura e umidade. Por trás do módulo, é colocado um filme plástico branco, o *backsheet*, cuja função é preservar os componentes internos além de isolamento elétrico. Uma moldura de alumínio anodizado é inserida ao redor para sustentar o módulo, protegendo e garantindo a integridade na hora da instalação e, por último, há a caixa de junção onde é realizada a conexão elétrica dos módulos (PORTAL SOLAR, 2021).

Figura 1: Característica construtiva de um módulo fotovoltaico



Fonte: Portal Solar, 2021

Outro componente de um sistema FV são os inversores que são equipamentos capazes de converter uma fonte de energia de corrente contínua

(CC) em alternada (CA). Com a evolução das tecnologias, os inversores modernos são desenvolvidos utilizando chaves eletrônicas de estado sólido desenvolvidos a partir de técnicas complexas para cada aplicação, permitindo assim aos inversores alcançarem quase 99% de eficiência. Seu dimensionado é realizado de acordo com a potência e características elétricas do sistema FV, tipo de topologia que foi escolhida pela instalação, que pode ser por exemplo, inversor central, descentralizado, micro inversor, interna etc. O fator de dimensionamento de inversores (FDI) também deve ser considerado de modo que ele não fique sobrecarregado ou trabalhe em potências abaixo da nominal por muito tempo. A tensão de entrada, as faixas de tensão de operação do seguimento do ponto de potência máxima e corrente máxima CC também são pontos importantes para melhor otimização de operação do inversor (PINHO; GALDINO, 2014).

Há também todo o cabeamento elétrico que interliga os componentes do sistema FV, a estrutura de suporte e ainda os dispositivos de proteção para o sistema em si e também às pessoas, contendo fusíveis, chaves seccionadoras, disjuntores e dispositivos de proteção contra surtos (WAENGA; PINTO, 2016).

Caso não haja a disponibilidade de rede elétrica da concessionária para suprir a demanda de energia da instalação, torna-se necessário o uso de baterias e controladores de carga. Este tipo de instalação é conhecido como sistema FV autônomo/isolado, ou ainda *off-grid*, que estende aplicações à iluminação pública, carregamento de baterias de veículos elétricos, pequenos aparelhos eletrônicos portáteis e substituir geradores a diesel, além do fornecimento de eletricidade em instalações afastadas. Como nesses casos a geração não é constante, a tensão de saída nos módulos é instável, logo, a presença de baterias ou bancos de baterias é necessária para estabilizar a tensão fornecidas aos equipamentos ou inversor (VILLALVA, 2012). Os controladores de carga regulam, carregam e protegem a bateria ou o banco de baterias, e são indispensáveis em sistemas que utilizam baterias, pois são os que controlam o carregamento e a desconexão das baterias quando atingem a carga plena ou realiza o desvio da energia quando atinge um nível mínimo de segurança (PINHO; GALDINO, 2014).

Além dos sistemas isolados como já citado, têm-se o sistema fotovoltaicos conectado à rede (SFCR) que possuem um ponto de conexão na rede da

concessionária e toda a energia gerada por esse sistema é consumida pela carga ou o excedente é injetado na rede de distribuição. Dentre os modelos existentes, há os sistemas fotovoltaicos integrados a edificações (SFIE), que são aplicados em telhados e fachadas, sendo esta uma das suas vantagens, pois caso definido na fase de projeto arquitetônico, pode ser substituído o telhado convencional pelos próprios painéis diminuindo os custos finais da obra. Outra vantagem é que a energia gerada diminui as perdas com transmissão, distribuição e o consumo da rede da concessionária o que têm ligação direta com a redução dos níveis de CO<sub>2</sub> (PINHO; GALDINO, 2014).

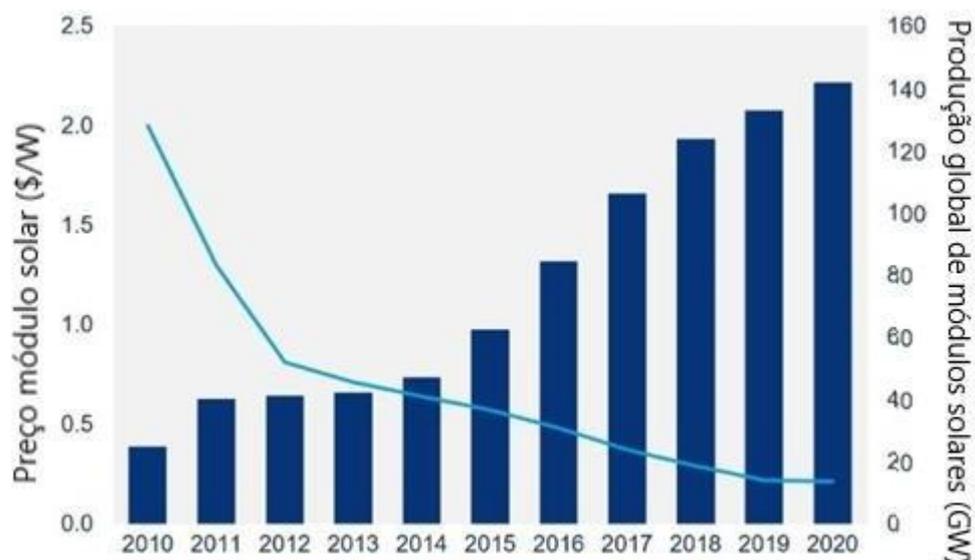
Classificando o SFCR pela potência, na resolução normativa nº 482 têm-se que para centrais geradoras, cuja potência instalada de valor igual ou menor a 75 kW é especificado como microgeradora. Já as centrais com potência maior que 75 kW e menor que 5 MW são intituladas minigeradoras (ANEEL, 2012, p.1).

Em 2015 foi publicada a REN nº 687/2015, após revisão da REN nº 482/2012, para reduzir custos e tempo para implantação do sistema FV além de melhorar o sistema de compensação de energia elétrica. Como em um sistema de GD, tem como metodologia durante o dia a injeção de ativo excedente na rede e à noite é devolvida para a unidade consumidora, caso esta energia injetada seja maior que a consumida, entra-se no processo de crédito de energia, o qual não é revertido em dinheiro para o consumidor, mas pode ser utilizado para compensar o consumo em outras instalações, além da que possui o sistema de geração, desde que seja na mesma concessionária (ANEEL, 2018).

### **Aspectos Econômicos**

Uma das preocupações relacionada à energia FV é seu alto custo inicial que pode ficar ainda mais oneroso caso deseje-se armazenar energia elétrica nas baterias para suprir o consumo durante a noite ou em dias nublados (BALFOUR, SHAW E NASH, 2019). A evolução da tecnologia na área dos semicondutores associado ao aumento na fabricação de células fotovoltaicas reduziram os preços dos sistemas FV e fez com que houve um crescimento neste mercado (DANTAS, POMPERMAYER, 2018). Na Figura 2 é possível analisar a evolução dos preços dos módulos fotovoltaicos em paralelo com a capacidade de fabricação global.

Figura 2: Capacidade de fabricação global X Preço médio módulo solar de 2010 - 2020



Fonte: Portal Energia, 2020 (editada).

Mesmo que o Brasil tenha bastante diversidade nos tipos de clima, isso não afeta na irradiação solar, o que faz com que haja boa uniformidade por toda extensão territorial, permitindo implementar projeto de geração de energia elétrica fotovoltaica em várias regiões. Mesmo tendo essa disponibilidade solar, o dimensionamento da quantidade de módulos e a potência do inversor deve ser realizada e a soma do valor dos módulos e do inversor corresponde a quase 77% do custo total de instalação de um sistema FV (DANTAS, POMPERMAYER, 2018). Na Tabela 1 é apresentada uma simulação de preços em função da quantidade de módulos fotovoltaicos utilizados.

Tabela 1: Preço final dos sistemas FV simulados

Quantidade de módulos fotovoltaicos	Preços dos equipamentos (R\$)	Instalação (R\$)	Total (R\$)
6	10.048	1.500	11.548
10	14.467	2.500	16.967
18	22.958	4.500	27.458

Fonte: Dantas e Pompermayer, 2018

A respeito do retorno de investimento, considerando a resolução vigente, quando o sistema é interligado na rede de baixa tensão, o consumidor que possui a geração distribuída (GD) se isenta de pagar todas as componentes da tarifa de fornecimento em cima da energia consumida, pois é compensada pela injetada na rede da concessionária e os custos de encargos, perdas e transporte de energia são rateados pelos consumidores que não tem GD. Na fatura para

unidade consumidora do grupo B que possui GD o custo de disponibilidade da energia, a taxa de iluminação pública assim como os as tarifas e impostos são cobrados, mesmo que no mês a unidade tenha injetado mais que o consumido gerando créditos de energia (ANEEL, 2019).

Desde 2019 há uma proposta em debate prevê mudanças no sistema de faturamento, porém para quem já tem GD, o sistema de faturamento permanecerá o mesmo até 2030. Para as novas unidades geradoras, é proposta uma cobrança, além das informadas anteriormente, dos custos referentes ao uso da rede de distribuição e os encargos. Entretanto, mesmo que haja alteração nas regras de compensação, ainda assim o investimento em GD permanecerá viável. Os estudos realizados pela ANEEL mostraram que caso o consumidor decida optar pelo sistema autônomo, o investimento em baterias pode chegar a um valor nove vezes maior que um SFCR (ANEEL, 2019).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa bibliográfica é elaborada por meio de um conteúdo já existente, normalmente baseado em artigos e livros científicos (GIL, 2008). Assim foi fundamentado este trabalho de conclusão de curso em uma pesquisa bibliográfica aplicada qualitativa devido a necessidade de embasamento teórico para perfeito entendimento do tema e possibilidade de conclusões fundamentadas. Toda a proposta foi amparada por meio de recursos, como: biblioteca digital disponibilizada pela faculdade Multivix, Periódico Capes e recursos próprios. A pesquisa foi realizada por meio de artigos e teses com tema sobre módulos fotovoltaicos, avanços da GD FV e inovações do setor, além de consultas em sites de órgãos públicos para obtenção de dados e fundamentações normativas para o estudo proposto.

Uma das características do estudo de caso é dado por um estudo profundo sob a área desejada permitindo o retorno de um conhecimento amplo e satisfatório a respeito, tarefa impossível em comparação a outros estudos (GIL, 2008). Na pesquisa foi realizado um estudo de caso para ampliação um sistema de geração distribuída fotovoltaico existente em uma residência no interior do Espírito Santo. A proposta é analisar os detalhes construtivos e também o potencial de geração, assim como apresentar os benefícios econômicos fornecidos à residência. Pretende-se ainda, apresentar o estudo da viabilidade de expansão da GD prevendo um aumento de carga da residência e suas

vantagens e desvantagens em aspectos econômicos.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

No memorial de cálculo demonstrado a seguir, foi considerada uma residência na cidade de Nova Venécia no interior do Espírito Santo o qual já possui um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica da concessionária. Este sistema já possui 10 módulos instalados no telhado conforme a Figura 3.

Figura 3 - Módulos solares em uma residência de Nova Venécia



Fonte: Autores

Devido a construção de uma nova edificação no mesmo terreno, este estudo tem como objetivo a obtenção do cálculo do retorno investido para a ampliação da geração de energia elétrica para alimentar essa nova edificação.

### **Dados de consumo da residência e levantamento de carga adicional**

A residência possui uma instalação bifásica, grupo B e tensão nominal de 220V/127V. Para obter a média de consumo da residência foram observados os valores mensais dos últimos 12 meses apresentados na conta de energia elétrica. Foi obtido uma média de consumo mensal de 198 kWh. Na Tabela 2 é apresentado o histórico de consumo mensal da residência.

Tabela 2 - Histórico de consumo kWh da residência

Mês	Consumo mês / kWh
set/20	133
out/20	219
nov/20	153
dez/20	289
jan/21	336
fev/21	269
mar/21	285
abr/21	277
mai/21	176
jun/21	172
jul/21	160
ago/21	130

Fonte: Autores

Para o levantamento da carga adicional, foram selecionados os aparelhos de maior consumo que irão ser instalados na nova edificação a ser construída, bem como um ar-condicionado que será instalado em uma edificação já existente no mesmo terreno. Os valores de consumo foram obtidos a partir da tabela fornecida pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, que apresenta o consumo médio mensal avaliando a potência média dos aparelhos. A média de uso é obtida pelo produto entre a quantidade de dias vezes a quantidade de horas por dia de utilização do aparelho. Na Tabela 3 é apresentado o consumo médio dos aparelhos a serem instalados na nova edificação.

Tabela 3 - Consumo médio dos aparelhos eletrônicos

Aparelhos Eletrônicos	Dias Estimados Uso/Mês	Média utilização/dia	Consumo médio mensal (kWh)
Ar-condicionado 9.000 BTU/h	30	8 h	128,8
Chuveiro elétrico - 4500 W	30	32 min	72
Ferro elétrico automático a seco - 1050 W	12	1 h	2,4
Geladeira 1 porta frost free	30	24 h	39,6
Lâmpada fluorescente compacta - 15 W (x 3)	30	5 h	6,75
Somatório			249,55

Fonte: Procel, 2006.

Portanto, considerando a média de consumo da residência e o valor previsto para expansão do consumo de carga, considerado carga total, o consumo final será de 447,55 kWh/mês.

### **Cálculo da energia produzida pelos módulos fotovoltaicos**

Para se obter o quanto de energia será produzida por um módulo

fotovoltaico diariamente, foi utilizado o cálculo pelo método da insolação, que conforme Villalva (2012) é o mais adequado quando se trata de um sistema conectado à rede devido a possibilidade de rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT).

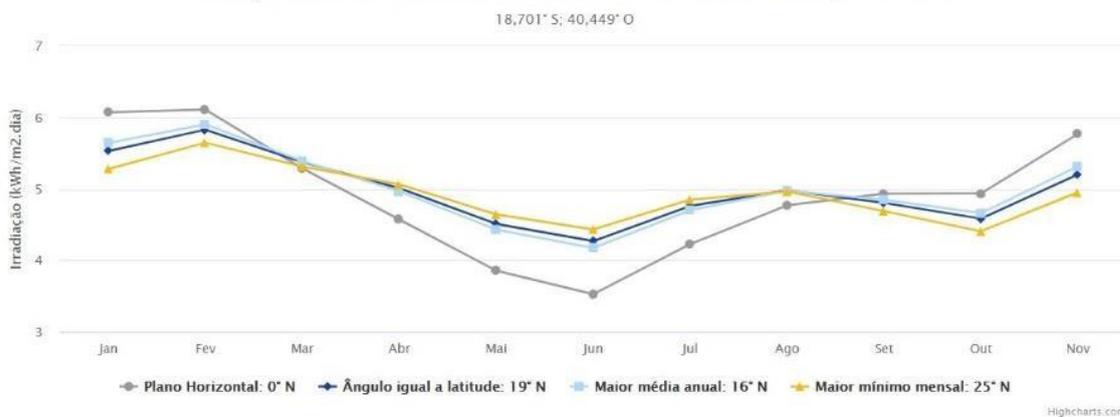
Inicialmente foi verificada a irradiação solar diária média mensal na cidade de Nova Venécia, inserindo as coordenadas geográficas da residência no site do Centro de Referência para as energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito – CRESESB. Na Figura 4 são apresentados os gráficos e valores de irradiação obtidos. O valor obtido foi de 4,93 kWh/m<sup>2</sup>. dia.

Figura 4 - Irradiação solar diária média mensal de Nova Venécia (ES)

Estação: Nova Venecia  
Município: Nova Venecia, ES - BRASIL  
Latitude: 18,701° S  
Longitude: 40,449° O  
Distância do ponto de ref. ( 18,715687° S; 40,405254° O ): 4,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,07	6,11	5,29	4,57	3,85	3,53	3,62	4,23	4,77	4,93	4,94	5,77	4,81	2,58
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	19° N	5,53	5,83	5,37	5,01	4,51	4,27	4,31	4,76	4,98	4,80	4,58	5,20	4,93	1,56
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	16° N	5,64	5,90	5,39	4,97	4,43	4,17	4,23	4,70	4,97	4,85	4,66	5,31	4,93	1,73
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	25° N	5,28	5,64	5,31	5,06	4,64	4,43	4,46	4,85	4,96	4,69	4,41	4,95	4,89	1,24

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Nova Venecia–Nova Venecia, ES-BRASIL



Fonte: CRESESB, 2021.

Foi escolhido para o dimensionamento o módulo fotovoltaico da fabricante Neosolar, cujo modelo é o RS6E-155M. Na Tabela 4 são apresentados os dados utilizados nos cálculos obtidos no *datasheet*.

Tabela 4 - Dados do módulo fotovoltaico

Dados do modelo RS6E - 155M	Valores
-----------------------------	---------

Potência nominal	155 W
Altura	1,270 m
Largura	0,676 m
Área (largura*altura)	0,85852 m <sup>2</sup>
Tensão de Circuito aberto (Voc)	24,46V
Coefficiente de temperatura (Voc)	-0,28%/°C
Eficiência do módulo	18,05%

Fonte: *Datasheet* módulo RS6E-155M Neosolar, 2021

A energia produzida ( $E_p$ ) por um módulo fotovoltaico é obtido conforme a Equação 1 (VILLALVA, 2012):

$$E_p = E_s * AM * E_f \text{ (Wh/dia)} \quad (1)$$

Onde:  $E_s$  = Insolação diária (Wh/m<sup>2</sup>.dia),  $AM$  = área da superfície do módulo (m<sup>2</sup>),  $E_f$  = Eficiência do módulo.

Portanto, para os valores médio de irradiação solar, considerando a inclinação de 16°N apresentado na Figura 4, que apresenta a maior média anual, foi obtido o valor de 763,9669 Wh/dia de energia produzida.

### Dimensionamento do número de módulos

A partir da obtenção dos valores de consumo médio final da residência e da energia produzida diariamente pelo módulo escolhido para Nova Venécia, é possível determinar o número de módulos ( $N_p$ ) necessários para a instalação elétrica existente, bem como para a ampliação de consumo devido a instalação das cargas mencionadas anteriormente, conforme a Equação 2 (VILLALVA, 2012):

$$N_p = \frac{E_{sistema}}{E_p \text{ mensal}} \quad (2)$$

Sendo, Esistema: energia a ser produzida pelo sistema, sendo o necessário para residência 447,55 kWh/mês; Ep mensal: energia produzida pelo módulo mensalmente 30 vezes o valor diário de 763,9669 Wh.

Foi obtido a necessidade de 19,5 módulos. Como, atualmente, já existem 10 módulos instalados, serão necessários a aquisição de 10 novos módulos fotovoltaicos.

### **Dimensionamento dos inversores**

Villalva (2012) destaca dois critérios para dimensionamento de inversores. O primeiro deles é a tensão máxima permitida no inversor que deve ser maior que a tensão de circuito aberto. O inversor deve também ser dimensionado de modo que sua potência seja maior ou igual a de pico do sistema.

Para dimensionamento do inversor que será conectado com 20 módulos ligados em série e uma tensão de circuito aberto de 24,46V, tem-se que a tensão total de circuito aberto ( $V_{ocstring}$ ) na saída do sistema será obtida conforme a Equação 3, encontrando um valor de 489,2V (VILLALVA, 2012).

$$V_{ocstring} = N_p * V_{oc} \quad (3)$$

Onde:  $N_p$  é o número de módulos fotovoltaicos conectados em série e  $V_{oc}$  é a tensão de circuito aberto de cada módulo fotovoltaico.

Para obter a tensão de circuito aberto ( $V_{ocstring}$  empírico)) foi aplicado o fator de segurança empírico adotado de 1,1 e a tensão total do circuito aberto calculada de 489,2V, e conforme a Equação 4, obtém-se 538,12V (VILLALVA, 2012).

$$V_{ocstring} (empírico) = V_{ocstring} * 1,1 \quad (4)$$

A verificação da tensão de saída foi realizada considerando variação de temperatura baseada no coeficiente de temperatura do módulo escolhido. Para cada grau de redução na temperatura é aumentado 0,28% na tensão de saída. Tendo como base o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) a menor temperatura registrada em Nova Venécia foi 10 °C, portanto para cálculo será considerado que a temperatura nunca será menor que 5°C.

Conforme verificado *site* Climatempo, o qual apresenta as médias

climatológicas a partir da média de temperaturas em 30 anos, para temperatura ambiente em Nova Venécia foi considerado 24,4°C, logo serão obtidos a variação percentual de tensão de 5,4% e a variação de tensão será de 26,42V, pelas Equações 5 e 6 respectivamente (VILLALVA, 2012).

$$\text{Variação percentual de tensão} = (T - Mtr) * Autemp \quad (5)$$

Onde: T é a temperatura, Mtr é o menor registro de temperatura e Autemp é o aumento de temperatura.

$$\text{Variação de tensão} = Vpt * Vocstring \quad (6)$$

Onde: Vpt é a variação percentual de tensão.

A tensão total na temperatura de 5°C, será de 515,62V obtida conforme a Equação 7 (VILLALVA, 2012):

$$Vocstring = Vocstring + Vt \quad (7)$$

Onde: Vt é a variação de tensão.

Por fim, para definição do inversor, é necessário calcular a potência máxima utilizando o número de módulos e a potência de cada modulo conforme a Equação 8 (VILLALVA, 2012).

$$P_{\text{máxima}} = Np * Pm \quad (8)$$

Onde: Np é o número de módulos e Pm é a potência de cada um dos módulos.

Com base no inversor *on grid* da marca Renovigi existente na residência, foi verificado no *datasheet* (RENOVIGI ENERGIA SOLAR, 2019) a tensão máxima por entrada CC verificada na placa é de 550V, portanto, considerando o resultado da equação 7, é possível ligar os 20 módulos em série mesmo no pior caso que acontece quando a temperatura no local da instalação é a mais baixa o possível. A potência máxima indicada na placa do inversor é de 3600W, e como valor obtido na Equação 8, com a expansão torna-se necessário um inversor com potência acima de 3100W, logo não é necessário trocar o inversor.

### **Payback**

O valor total já investido na implantação do sistema fotovoltaico na residência incluindo módulos, inversor, condutores, dispositivos de proteção e mão de obra foi R\$ 14200,00. Abaixo é apresentada a Tabela 5 onde são informando os valores totais do investimento acrescentando o valor dos 10 módulos a serem instalados verificado no *site* da Neosolar. É importante salientar

que para os cálculos de custo não foram incluídos os valores para os novos condutores e nem a troca dos dispositivos de proteção necessários devido a ampliação do sistema de geração fotovoltaico.

Tabela 5 - Total do Investimento acrescentando os novos módulos

Componentes	Quantidade adicionada	Custo unitário	Custo total
Módulo monocristalino RS6E-155M	10	R\$ 399,00	R\$ 3.990,00
Valor já investido	-	-	R\$ 14.200,00
			<u>R\$ 18.190,00</u>

Fonte: Autores

A concessionária de energia em Nova Venécia atualmente é a Energia de Portugal – EDP. Consultando os valores do kWh de um consumidor residencial grupo B, a tarifa é R\$ 0,33125 bandeira verde. Devem também ser considerados os tributos verificados na conta de energia apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 - Tributos descontados na conta de energia

Valor do kWh EDP	0,33125
ICMS	25%
COFINS	2,61%
PIS	0,57%

Fonte: EDP

Logo, foi possível obter a tarifa incluindo os tributos conforme apresentado na Equação 9, resultando em R\$ 0,461 por kWh (ANEEL, 2013).

$$Valor\ kWh = \frac{Valor\ do\ kWh}{1 - (PIS + CONFINS + ICMS)} \quad (9)$$

Portanto, com o consumo médio mensal de 447,55 kWh/mês o valor médio mensal obtido foi de R\$ 206,32/mês.

A obtenção do tempo de retorno para o investimento será realizada conforme Equação 10. Esta permite definir a quantidade retornada em um período,  $n$ , conforme o valor mensal médio que será poupada,  $R$ , com uma determinada taxa de juros,  $i$ , que será considera a taxa da poupança (KASSAI, et al, 2011).

$$Pretorno = R \left\{ \frac{1 - \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{i} \right\} \quad (10)$$

Sendo o rendimento da poupança 70% da taxa Selic, que tendo base o mês de setembro de 2021, está em 6,25% aa., a taxa  $i$  considera para cálculo será de 4,375% aa (BCB, 2021). Para o valor de período  $n$ , foi adotado o tempo de vida útil do módulo visto no *datasheet*, de 30 anos considerando uma depreciação anual de 0,5%.

Portanto, em 30 anos o valor da quantia economizada esperada será de R\$ 56589,497. Conforme apresentado na Equação 11 o valor atual VA para verificação do investimento, obteve-se o valor de R\$ 38399,496. Por ter sido obtido um valor positivo, pode-se concluir que é rentável KASSAI (2011).

$$VA = \text{Retorno} - \text{Valor investido} \quad (11)$$

Utilizando a Equação 11 apresentada anteriormente e utilizando esses cálculos para gerar um gráfico utilizando o Excel, foi possível estimar o tempo de retorno do investimento, conforme demonstrado abaixo na Figura 5, aproximadamente 9 anos para começar o retorno do investimento.

Figura 5: Representação tempo de retorno do investimento



Fonte: Autores

É importante considerar que o inversor tem uma vida útil de 10 anos, dependendo das condições ambientais e da ocorrência de descargas atmosféricas, pode ser prolongado por 15 anos (SOLEN, 2019). Portanto, o mesmo deverá ser substituído, no mínimo 2 vezes, considerando a duração de

30 anos para os módulos solares. Apesar disto, e de ter sido encontrado um valor de aproximadamente 9 anos de *payback*, ressalta-se que já existe um retorno de 12 meses se considerarmos o tempo que o sistema está em pleno funcionamento gerando e injetando ativo na rede da concessionária. Portanto, mesmo que alto, o investimento é viável do ponto de vista econômico, visto que as tarifas sofrem reajustes anuais, e também inserção de nova bandeira tarifária mais cara inserida devida crise hídrica.

## CONCLUSÕES

A escassez hídrica está impactando diretamente no valor final da fatura dos consumidores, tendo em vista que novas bandeiras tarifárias estão sendo criadas para períodos de seca. Logo, a procura em novas fontes de energias alternativas é necessária para diminuir a dependência às fontes convencionais. O Brasil, por ser um país que possui alto índice de radiação solar por toda sua extensão territorial, torna o investimento na energia solar fotovoltaica uma alternativa atrativa, o que corrobora com o aumento exponencial de instalações com geração fotovoltaica.

Sendo uma forma de geração que não depende de tamanha complexidade e espaço para sua instalação quando comparada à outras fontes, para um consumidor residencial aderir à microgeração fotovoltaica é preciso que o mesmo disponha de um telhado e/ou fachada que tenha espaço suficiente para instalação dos módulos e em local aberto para receber a maior incidência solar possível. Outro aspecto a ser considerado é seu alto investimento inicial, que mesmo com avanços na área de fabricação de células diminuindo consideravelmente nos últimos anos o valor final dos módulos, ainda assim este tipo de sistema não tão acessível.

Os estudos realizados para a ampliação de um sistema fotovoltaico já existente em uma residência na cidade de Nova Venécia, foi constatado um tempo de *payback* de nove anos. Ainda que seja um pouco extenso, é satisfatório levando em conta que os módulos atuais possuem vida útil de mais de 25 anos, o que corresponde a apenas 36% de duração do sistema. Há ainda outra vantagem, pois a residência possui espaço físico para implementação de mais

módulos, e mesmo que nos cálculos não tenha sido necessária a troca do inversor existente, o consumidor pode considerar a troca por um de maior potência quando houver a necessidade, e ainda sim o investimento é justificado visto os aumentos anuais das tarifas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Geração Distribuída: Micro e Minigeração Distribuídas. 2018. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº 482. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL: Entenda melhor o que a ANEEL está propondo para o futuro da GD, 2019. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao2//asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/entendamelhoroqueaaneelestapropondoparaofuturodagd/656877?inheritRedirect=false&redirect=https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao2%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_zXQREz8EVIZ6%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D3](https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao2//asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/entendamelhoroqueaaneelestapropondoparaofuturodagd/656877?inheritRedirect=false&redirect=https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3)>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL: Revisão das regras de geração distribuída entra em consulta pública, 2019. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao//asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877](https://www.aneel.gov.br/saladeimprensaexibicao//asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877)>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Escelsa por dentro da conta de luz. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha%20Escelsa.pdf>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). Energia solar: mais empregos e sustentabilidade para o Brasil. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/artigos/energia-solar-mais-empregos-e-sustentabilidade-para-o-brasil/>>.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN).

BALFOUR, J.; SHAW, M.; NASH, N. Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. 241 p.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Remuneração dos Depósitos de Poupança. Disponível em: <<https://www4.bcb.gov.br/pec/poupanca/poupanca.asp?frame=1>>.

CARVALHO, E. F. A; CALVETE, M. J. F. Energia Solar: um passado, um presente... um futuro auspicioso. Rev. Virtual Quim. v. 2, n. 3, p. 192 -203, 2010.

CLIMATEMPO. Climatologia e histórico de previsão do tempo em Nova Venécia. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/77/novavenecia-es>> .

CRESESB. Potencia Solar: Sun Data v. 3.0. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M.; Viabilidade econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeito no setor elétrico. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD\\_2388.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf)>.

EDP. Tarifas: Clientes atendidos em baixa tensão (grupo B). Disponível em: <<https://www.edp.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-de-baixa-tensao>>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional. 2021. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Plano Nacional de Energia Solar, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao227/topico523/05.03%20Energia%20Solar.pdf#search=solar>>.

GALHARDO, M. A. B. et. al. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 248 p.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. Ed. Editora Atlas SA, 2008.

GUIMARÃES, K.C. et. al. Uso da energia solar fotovoltaica como alternativa de economia e sustentabilidade: estudo 12 de caso em residência em Palmas - TO. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC). Palmas, 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia: Dados históricos anuais. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>

JESUS, Fernando. Preços dos painéis solares descem 90% desde 2010. Portal de Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/precos-paineis-solares-148225/>>.

KASSAI, José Roberto; CASANOVA, Silvia Pereira de Castro; SANTOS, Arioaldo dos; ASSAF-NETO, Alexandre. Retorno do investimento, abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Atlas, 2011. 280p.

MARQUES, L. A. A.; FERNANDES, I. C. S.; COSTA, J. A. Energia solar fotovoltaica em unidades residenciais: estudo de caso. In: Congresso de

Iniciação Científica do IFRN (IX CONGIC), Tecnologia e Inovação para o Semiárido. Currais Novos, 2013.

MARQUES, R. C. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 30, n. 2, p. 153-162, 2009.

NEOSOLAR. Painel Solar Fotovoltaico 155W: Resun RS6E-155M. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-155w-resun-rs6e-155p.html>>

PINHO, João Tavares e GALDINO, Marco Antonio. Manual de engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014. 530 p.

PORTAL SOLAR. Passo a Passo da Fabricação do Painel Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/passo-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html>>.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética PROCEL INFO: Dicas de Economia de Energia. 2006. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000}>>.

RENOVIGI ENERGIA SOLAR. Inversor Solar Fotovoltaico - Conectado à Rede Elétrica: Manual do Usuário. 2019. Disponível em: <[https://solar.guianet.com.br/wp-content/uploads/2019/03/Manual\\_Inversor\\_3kW\\_-\\_5kW\\_-\\_KTN\\_-\\_Portugues.pdf](https://solar.guianet.com.br/wp-content/uploads/2019/03/Manual_Inversor_3kW_-_5kW_-_KTN_-_Portugues.pdf)>

SOLENE. Qual a durabilidade do kit energia Solar?. Disponível em: <<https://www.solenenergia.com.br/blog/durabilidade-do-kit-energia-solar/>>.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. 1. ed. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. Energia solar fotovoltaica conceitos e aplicações: Sistemas isolados e conectados à rede.

São Paulo: Érica, 2012. 224p.

WAENGA, A; PINTO, D. Impactos da Geração Distribuída Fotovoltaica no sistema de Distribuição de Energia Elétrica. 2016. 105f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

**MULTIVIX**

---

SERRA