

# Coletânea Brasileira de Inovação em Engenharia e Gestão



1ª Edição  
2021

Editora Kreatik

**Thaise Ribeiro Luz  
Organizador(a)**

# **Coletânea Brasileira de Inovação em Engenharia e Gestão**

**EDITORA KREATIK  
ITAJUBÁ - BRASIL  
2021**

© 2021 – KREATIK

editora.kreatik.com.br

✉ publicacao@kreatik.com.br

**Editor(a) Chefe e Organizador(a):** Thaise Ribeiro Luz

**Editoração, Arte e Capa:** Editora Kreatik

**Revisão:** Respectivos autores dos artigos

#### Conselho Editorial

Prof. Me. Ernany Daniel de Carvalho Gonçalves

Prof. Me. João Paulo Chaves Barbosa

Prof. Dr. Vinicius de Carvalho Paes

C694

Coletânea Brasileira de Inovação em  
Engenharia e Gestão/ Organizador(a) Thaise  
Ribeiro Luz. - Itajubá (MG) : Editora Kreatik,  
2021.  
315p. : il.

Formato: PDF

Requisito de Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-993959-3-2

Inclui bibliografia

1. Engenharias . 2. Gestão. 3. Inovação.  
I. Luz, Thaise Ribeiro. II. Título.

CDD: 620

Os **conteúdos** dos artigos científicos incluídos nesta publicação são de **responsabilidade** exclusiva dos seus respectivos **autores**.

## **Apresentação**

Seja bem-vindo leitor!

A **Coletânea Brasileira de Inovação em Engenharia e Gestão** foi organizada especialmente com conteúdos científicos das áreas de Engenharias e Gestão.

Esta publicação no formato e-book PDF conta com 27 trabalhos especialmente selecionados por pesquisadores da área.

Os artigos organizados como capítulos desta coletânea, visam garantir maior visibilidade dos mesmos por meio de um canal de comunicação acessível para muitos leitores, facilitando também o compartilhamento do conteúdo. No fim desta publicação pode ser verificada a biografia dos autores.



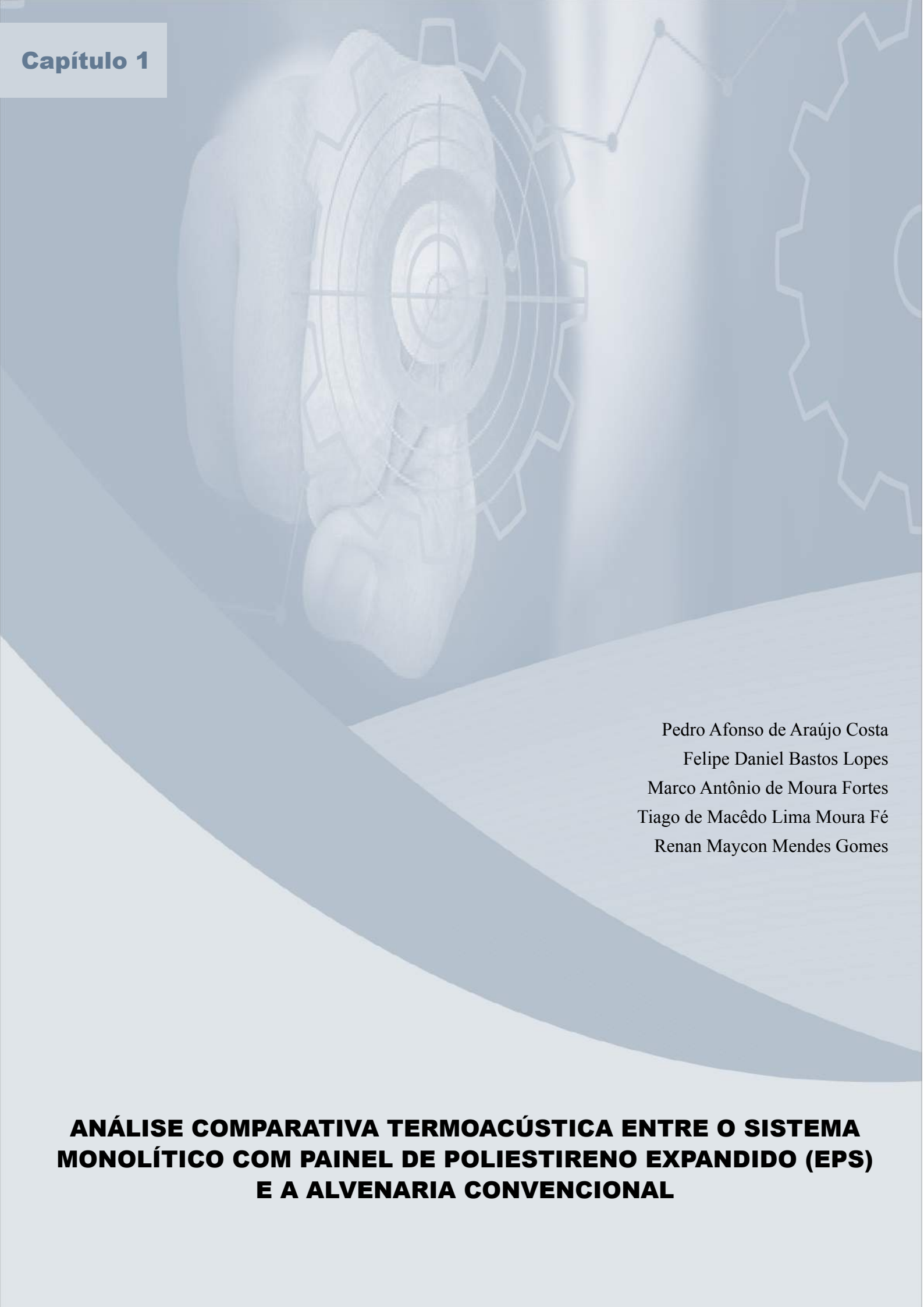


# SUMÁRIO

- Capítulo 1** ----- página 7  
ANÁLISE COMPARATIVA TERMOACÚSTICA ENTRE O SISTEMA MONOLÍTICO COM PAINEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) E A ALVENARIA CONVENCIONAL  
Pedro Afonso de Araújo Costa, Felipe Daniel Bastos Lopes, Marco Antônio de Moura Fortes, Tiago de Macêdo Lima Moura Fé e Renan Maycon Mendes Gomes.
- Capítulo 2** ----- página 23  
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO BIM NO PROJETO DE INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA  
Nayamma Almeida da Silva, Lourena Barbosa Cavalcante Paiva e Rokátia Lorrany Nogueira Marinho.
- Capítulo 3** ----- página 38  
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL EM TERESINA-PI  
Hércules Gylben Oliveira Do Vale Melo, Pedro Henrique Dias Veras, Anna Vitória Arcanjo Da Silva, Guilherme Mendes Figueredo, Pedro Augusto Tajra Evangelista Freitas e Renan Maycon Mendes Gomes.
- Capítulo 4** ----- página 50  
ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM CÉLULAS METAMATERIAS PRÓXIMAS À LINHA DE ALIMENTAÇÃO  
Adelson Menezes Lima, Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima, Humberto Dionísio de Andrade, Paulo César Linhares da Silva, Reuber Régis de Melo e Samanta Mesquita de Holanda.
- Capítulo 5** ----- página 59  
ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM SUBSTRATO MICRO USINADO  
Reuber Régis de Melo, Paulo César Linhares da Silva, Adelson Menezes Lima e Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima.
- Capítulo 6** ----- página 69  
ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM UMA FENDA NA LINHA DE ALIMENTAÇÃO  
Adelson Menezes Lima, Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima, Alan Pedro Vasconcelos Martins e Paulo César Linhares da Silva.
- Capítulo 7** ----- página 74  
ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE EM UM CASO REAL DE MURO DE CONTENÇÃO  
Iálysson da Silva Medeiros, Gustavo José de Araújo Aguiar, José Floro de Arruda Neto e Martha Maria Bezerra Santos.
- Capítulo 8** ----- página 84  
ARQUITETURA DE HARDWARE E SOFTWARE OPEN SOURCE PARA DOMÓTICA UTILIZANDO IOT  
Leonardo Felipe da Silva dos Santos e Claudio Felipe Tomm.
- Capítulo 9** ----- página 96  
AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DA MULITA SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL  
Aluska do Nascimento Simões Braga, José Rosa de Souza Farias, Ketelly Estefane da Silva Alves, Geysivana Késsya Garcia Carvalho, Veruska do Nascimento Simões, Ycaro Breno Alves de Almeida e Romualdo Rodrigues Menezes.
- Capítulo 10** ----- página 105  
AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DA HIDROXIAPATITA SINTETIZADA POR PECHINI  
Geysivana Késsya Garcia Carvalho, Ketelly Estefane da Silva Alves, José Rosa de Souza Farias, Veruska do Nascimento Simões, Ycaro Breno Alves de Almeida, Slanna Larissa Olimpio Costa e Aluska do Nascimento Simões Braga.

<b>Capítulo 11</b> -----	página 115
COMPARAÇÃO E ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR DE DIFERENTES TECNOLOGIAS	
Janine Cavalcante de Oliveira, Fernando Nunes Belchior e Leonardo de Queiroz Moreira.	
<b>Capítulo 12</b> -----	página 119
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS: PROVA DE CONCEITO	
Davi Henrique da Silva Pedroso e Gilson Fernandes Braga Junior.	
<b>Capítulo 13</b> -----	página 127
E-COMMERCE: EXPECTATIVA VERSUS REALIDADE FRENTE A PANDEMIA DE COVID-19	
Vinícius Maciel Vaz, Viviane de Senna e Adriano Mendonça Souza.	
<b>Capítulo 14</b> -----	página 142
ESPECTROSCOPIA DIELÉTRICA DA POLPA DO AÇAÍ NA FAIXA DE MICRO-ONDAS COM A ADIÇÃO DE IMPUREZAS	
Marcello Franklin Figueiredo de Sousa e Gilson Fernandes Braga Junior.	
<b>Capítulo 15</b> -----	página 149
ESTRATÉGIAS DE MARKETING: INOVAÇÃO NO VAREJO DURANTE AS MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E DISTANCIAMENTO SOCIAL PROVOCADAS PELA PANDEMIA DA COVID-19	
Eduardo Rocha de Oliveira, Graziela Oste Graziano Cremonesi, Jacir Leonir Casagrande e Alvaro José de Souto.	
<b>Capítulo 16</b> -----	página 169
ESTUDO TEÓRICO DE DOSAGEM DE CONCRETO ATRAVÉS DO MÉTODO IPT/EPUSP	
Celso Amaral Cordeiro, João Pedro Rabelo de Sousa Araújo, Stênio Cavalier Cabral, Clara Da Costa Zon, Gilson Rodrigues de Souza e Daniele De Jesus Machado.	
<b>Capítulo 17</b> -----	página 177
FATORES COMPORTAMENTAIS E SEUS EFEITOS SOBRE O USO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ORGANIZAÇÕES DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICAS	
Hugo Ferreira Ginu, Fernando Nunes Belchior e Vicente da Rocha Soares Ferreira.	
<b>Capítulo 18</b> -----	página 181
ILUMINATCHÊ: POR UM FUTURO MAIS BRILHANTE	
Simone Ramires, Augusto Magagnin Danelus, Gabriel Andreolio Tannhauser, Gabriel Gomes Osório Torres, Nicolas Anklan Golembiewski, Paula Dias Carena, Vitoria Regina Sielski, Cláudio Rogério de Assis Carena, Guilherme Wagner Loureiro, Lucas Stéphano Viegas e Felipe Vizzotto Petersen.	
<b>Capítulo 19</b> -----	página 192
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO DE TURBINA A GÁS AERONÁUTICA	
Guilherme Saraiva Santana, Tiago Mendes e Carlos Alexandre Oliveira de Souza.	
<b>Capítulo 20</b> -----	página 205
O TRABALHO ENTRE LINHAS: ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA BORDADEIRA EM UMA CONFECÇÃO DE FARDAMENTOS	
Míria Melligene de Souza, José Gonçalves de Araújo Filho e Talita Martins Leite.	
<b>Capítulo 21</b> -----	página 214
POLÍTICA DE ESTOQUES: PROPOSTA EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO METAL-MECÂNICA	
Cicero Gomes Leo	
<b>Capítulo 22</b> -----	página 231
PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE CONCEITOS LEAN PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS	
Marcone Freitas dos Reis, Felipe Pereira dos Santos, José Gabriel Cruz Prates, Lucas José Santos Alexandre e Daniela Sayão Vieira.	
<b>Capítulo 23</b> -----	página 249
PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO PARA ALERTA DE DESLIZAMENTO EM ÁREAS DE RISCO	
Celso Amaral Cordeiro, Gustavo Henrique Barbosa de Oliveira, Ayolle Milena Silva Ávila, Isabela Guimarães Cyriaco e Daniel Moraes Santos.	
<b>Capítulo 24</b> -----	página 256
QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE LUMINÁRIAS DE EMERGÊNCIA	
Ana Paula da Silva, Everson Pires da Cruz, Gabriela Maria Martinez e Fernanda Paola Butarelli.	

<b>Capítulo 25</b> -----	página 270
SÍNTESE DE BETA FOSFATO TRICÁLCIO ( $\beta$ -TCP) ATRAVÉS DO MÉTODO PECHINI José Rosa de Souza Farias, Ketelly Estefane da Silva Alves, Geysivana Késsya Garcia Carvalho, Veruska do Nascimento Simões, Ycaro Breno Alves de Almeida, Erique Ramille Rodrigues Costa e Aluska do Nascimento Simões Braga.	
<b>Capítulo 26</b> -----	página 282
SISTEMAS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO E EM CONCRETO PROTENDIDO: ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS Bárbara Doumith Oliveira Sobrinho Paes Figueiredo, Pricila Miranda Becho Rettore e Elvys Dias Reis.	
<b>Capítulo 27</b> -----	página 293
TRATAMENTO DE PACIENTES IDOSOS COM COVID-19 UTILIZANDO O APLICATIVO COVIDOSOS Cecir Barbosa de Almeida Farias, João Vitor da Silva Alves, Pedro Florêncio Almeida Lima, Alisson Clementino da Silva e Ana Maria Silva Paiva.	
<b>Sobre os autores</b> -----	página 304
<b>Sobre o(a) organizador(a)</b> -----	página 315



Pedro Afonso de Araújo Costa  
Felipe Daniel Bastos Lopes  
Marco Antônio de Moura Fortes  
Tiago de Macêdo Lima Moura Fé  
Renan Maycon Mendes Gomes

**ANÁLISE COMPARATIVA TERMOACÚSTICA ENTRE O SISTEMA  
MONOLÍTICO COM PAINEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)  
E A ALVENARIA CONVENCIONAL**

# ANÁLISE COMPARATIVA TERMOACÚSTICA ENTRE O SISTEMA MONOLÍTICO COM PAINEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) E A ALVENARIA CONVENCIONAL

Pedro Afonso de Araújo Costa  
Felipe Daniel Bastos Lopes  
Marco Antônio de Moura Fortes  
Tiago de Macêdo Lima Moura Fé  
Renan Maycon Mendes Gomes

## RESUMO

As altas temperaturas da cidade Teresina-PI aliadas ao acentuado tráfego urgem a necessidade de um sistema mais moderno e mais benéfico à sociedade e ao meio ambiente, tendo em vista que no Brasil um dos métodos construtivos mais preponderantes e expressivos no que tange à geração de resíduos é o da alvenaria convencional. Dessa forma, empregou-se o sistema com painel de poliestireno expandido (EPS) como uma boa opção de permutação ao método de alvenaria convencional - comumente utilizado - e, dessa maneira, o artigo vigente almejou analisar e comparar essas problemáticas com a construção de dois protótipos, fazendo a utilização de cada um dos modelos citados, a fim de averiguar qual se sobressai no aspecto termoacústico. Nesse viés, investigou-se o conforto térmico durante um ciclo de 15 dias e o conforto acústico durante um dia completo, ambos em relação ao ambiente e a cada um dos protótipos, visto que para essas comparações, utilizou-se um sistema envolvendo tanto uma placa Arduíno quanto um decibelímetro. Logo, observou-se que o minimodelo com o sistema de painéis de poliestireno expandido (EPS) expôs resultados mais vantajosos e mais positivos relacionados à temperatura e à umidade, porém apresentou valores acústicos similares aos do modelo construído com alvenaria convencional, representando, assim, que ambos acusticamente são indiferentes.

**Palavras-chave:** conforto térmico, conforto acústico, protótipos, método de alvenaria convencional, sistema com painel de poliestireno expandido (EPS).

## INTRODUÇÃO

A indústria da construção Civil (ICC) tem criado novos métodos que vêm sendo cada vez mais aprimorados. No entanto, de acordo com Bertoldi (2007), hodiernamente, no Brasil, os processos mais utilizados ainda são os convencionais, os quais são considerados atrasados não só em detrimento do tempo de execução que demandam, mas, também, dos materiais

desperdiçados, do intenso uso de mão de obra no canteiro e do pouco reaproveitamento existente.

Diante desse panorama, é indubitável que não se busquem outras fontes e métodos construtivos mais eficientes no que diz respeito à geração de menos impactos, resíduos e entre outros fatores benéficas à produtividade e ao conforto. Baseando-se nisso e averiguando-se a possibilidade de substituição da alvenaria convencional por algo mais inovador e que se adapte melhor as diferentes e intensas variações térmicas presentes no território brasileiro, escolheu-se como referência o sistema monolítico com painel de poliestireno expandido (EPS).

O método de EPS monolítico surgiu na Itália em 1980, porém, só chegou ao Brasil em 1990. O sistema, também conhecido como Monolite, a grosso modo, comporta-se como um sanduíche, pois possui um painel de isopor entre duas placas eletro soldadas de argamassa armada. Além disso, o novo método possibilita adaptações arquitetônicas que os convencionais não oferecem e possibilita uma melhor racionalização, leveza na estrutura, minimiza os desperdícios, reduz o tempo de execução da obra e melhora os ambientes com o conforto termoacústico proporcionado pelo poliestireno (Bertoldi, 2007).

Com a grande taxa de crescimento populacional, é cada vez mais comum se observar a frequente elevação da temperatura no planeta Terra. Além disso, a urbanização gerou uma poluição sonora que se encontra presente em grande parte do nosso cotidiano. Dessa maneira, o conforto termoacústico é um fator bastante importante e relevante, visto que proporciona ao morador um caráter satisfatório em relação ao ambiente em que vive. Assim, Dias (2009) aponta que o grau de exigência do Homem em relação ao seu conforto e bem-estar é proporcional à evolução da humanidade.

Segundo Marreiros (2019), os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apontam que o estado do Piauí possui 8 cidades entre as 20 mais quentes do Brasil. Outrossim, na capital piauiense, local onde se passará o presente trabalho, as temperaturas médias anuais são de 30°C, entretanto, em alguns períodos chegam facilmente aos 40°C.

Diante desse cenário, buscando-se aderir a uma forma construtiva mais moderna e sustentável às regiões de climas elevados como, por exemplo, no estado do Piauí, o presente estudo visa mostrar se o método que utiliza o sistema monolítico com painel de poliestireno expandido (EPS) poderá trazer uma melhoria no conforto térmico e acústico das edificações na cidade de Teresina, visto que, em conformidade com as suas propriedades, o processo mostra-se mais qualificado e favorável à substituição do método convencional nesse local.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As fases do estudo foram feitas conforme o exibido na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma das etapas.



A construção dos protótipos se iniciou com a obtenção dos materiais necessários como, por exemplo, o cimento, a areia, os blocos cerâmicos, o painel de poliestireno expandido e entre outros, que foram fornecidos pelo grupo Soferro, localizado na Avenida Joaquim Nelson, 1100 – Livramento, Teresina-PI. A aplicação do método teve iniciativa com a construção de dois protótipos com dimensões de 1,00 x 1,00 x 1,00 m, separados por uma distância de dois metros e com uma abertura de 0,33 x 0,45 m em cada um deles, visto que um dos minimodelos foi feito com o método de alvenaria convencional e o outro com o sistema monolítico com painel de poliestireno expandido, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Processo de construção dos protótipos.



O processo executivo dos protótipos foi feito de maneira simultânea, uma vez que tinha uma equipe formada por três trabalhadores, o que facilitou o processo construtivo e o erguimento de maneira rápida dos dois minimodelos. Além disso, salienta-se que a execução de cada um dos sistemas obedeceu todas as etapas construtivas que cada um dos métodos impõe, com a exceção da fundação, da utilização de fôrmas e dos acabamentos, haja vista que as dimensões dos protótipos não estabelecem a necessidade de elementos estruturais e só possuem a finalidade de estudo, o que não necessita de pintura e de outras instalações.

Os protótipos foram executados em um terreno pertencente ao grupo Soferro que tinha espaço suficiente à confecção dos minimodelos e que está localizado na Avenida Joaquim Nelson, 1100 – Livramento, Teresina-PI. Vale ressaltar que os procedimentos construtivos e os materiais das coberturas foram iguais para os dois protótipos, uma vez que se utilizaram telhas



sanduíches, conforme o exposto na Figura 3. A escolha pelo formato cúbico e espaçoso dos protótipos foi feita com o intuito de simular as condições reais de uma residência no que diz respeito as características de ventilação e luminosidade, como ilustrado na Figura 4.

Figura 3 - Processo construtivo das telhas sanduíche.



Figura 4 - Protótipos com a execução completa.



Logo após o processo de construção dos protótipos, começou-se a etapa de verificação da temperatura e umidade. Desse modo, de maneira análoga ao processo construtivo dos minimodelos, antes de qualquer coisa, precisou-se adquirir os equipamentos necessários em um estabelecimento local. Em seguida, foi feito um sistema com a placa Arduino que acabou sendo instalado nos protótipos, posicionando os sensores de umidade e temperatura dentro de cada um dos modelos de estudo e no meio em que estavam inseridos, totalizando, assim, 3 sensores, dos quais se dividem em: sensor 1 inserido no protótipo com o sistema de poliestireno expandido, sensor 2 inserto no ambiente e sensor 3 colocado no minimodelo de alvenaria convencional.

Na montagem do sistema colocado nos protótipos e no ambiente foram colocados eletrodutos e um suporte central com a finalidade de proteger os fios que faziam parte do sistema, uma vez que eram frágeis e não podiam ter contato com água, conforme exposto na Figura 5. Dessa maneira, notabiliza-se que a instalação feita nos protótipos e no ambiente contou com a associação entre uma placa Arduino Mega 2560 R3, três sensores Dht22, um módulo Relé 2



canais 5V, um módulo Cartão Micro SD, um Real Time Clock RTC DS1307, uma Fonte Chaveada 12V, um Capacitor Eletrolítico 4700 $\mu$ F e um Display LCD 16 x 2, visto que, no final, conectou-se o sistema à rede elétrica.

Figura 5 - Sistema instalado nos protótipos e no ambiente.



Portanto, o funcionamento do sistema instalado ocorreu com a utilização de dois programas, os quais tiveram as suas funções respectivas de configurar e armazenar os dados adquiridos sobre o estudo. Dessa forma, inicialmente, utilizou-se de comandos de programação para atribuir ao sistema a competência de recolher as informações durante 15 dias e a verificar a temperatura e umidade em intervalos de 10 minutos, conforme apresentado na Figura 6. Vale ressaltar que todos os dados medidos no intervalo programado eram captados pelo sensor e vistos na tela do Display LCD 16 x 2, como o apresentado na Figura 7. Na sequência, aplicou-se um programa para coletar os dados medidos e, no final do ciclo, transportou-os para o Excel, em busca de interpretar e organizar os dados coletados. Além disso é importante comentar que as aferições com o sistema Arduino não seguem nenhuma norma, no entanto, é uma programação segura, precisa e muito utilizada no meio científico com a finalidade da criação de sistemas que vão dos mais simples até os mais complexos.

Figura 6 - Sistema construído para realizar as aferições de temperatura e umidade.

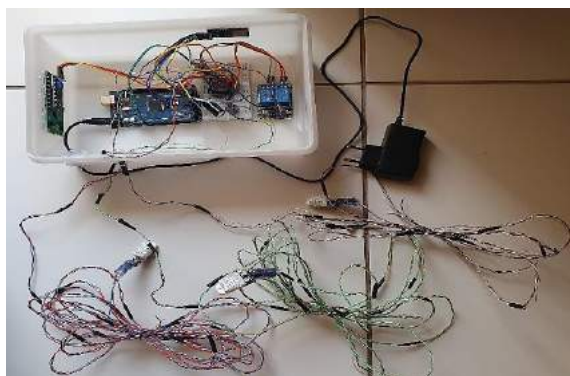


Figura 7 - Display que exhibe os dados de temperaturas e umidades.



O processo de verificação do ruído foi efetuado após a aferição da temperatura. Assim, a análise do ruído contou com um medidor digital portátil 4 em 1 calibrado, com uma caixa JBL Flip 3 de 16 W de potência e com uma trena de 5 metros. Devido ao tamanho dos protótipos e visto que a maioria das normas de conforto acústico se convergem para testes direcionados a espaços habitáveis, o teste feito para o presente estudo não segue nenhuma norma. Salienta-se que o sonômetro utilizado conta com as funções de: higrômetro, decibelímetro, luxímetro e termômetro. Contudo, o presente artigo necessitou do instrumento apenas à análise de medição de nível sonoro, isto é, do uso do decibelímetro. A ferramenta utilizada pode ser melhor compreendida a partir da ilustração da Figura 8.

Figura 8 - Medidor digital portátil 4 em 1.



O experimento baseou-se em medir o ruído que chegava no interior de cada protótipo de acordo com o distanciamento do mesmo para uma fonte de emissão de ruído. Dessa maneira, para ter uma melhor noção de variação entre os sistemas, foi realizada uma medição no próprio ambiente, para se ter uma noção do quanto chegava ao equipamento, haja vista que não tinha nenhum obstáculo à frente, ou seja, foram feitas análises em cada um dos protótipos e no ambiente que estavam inseridos, totalizando 3 análises distintas. O estudo feito padronizou as distâncias de 1, 2, 3, 4 e 5 metros para cada um dos meios, conforme mostrado na Figura 9. Vale destacar que as medições feitas foram fixadas com blocos de concreto presentes no local,

uma vez que se media a metragem de face a face.

Figura 9 - Distâncias padronizadas no estudo de ruído.



Diante disso, as últimas distâncias às medições dos ruídos no ambiente foram feitas de maneira análoga aos processos anteriores. Assim, após se concluir o processo de medições, começaram-se as aferições de ruídos com a utilização do medidor sonoro, conforme o exposto na Figura 10. Assim, todos os dados aferidos foram coletados conforme se tinha a mudança de posição da caixa emissora de som nos distanciamentos padronizados. Desse modo, o processo de verificação do ruído com o decibelímetro foi realizado de maneira semelhante para os dois protótipos e para o ambiente.

Figura 10 - Medição do ruído no protótipo constituído pelo isopor.



Os dados foram coletados e analisaram-se os resultados. Primeiramente foram verificadas as aferições de temperaturas e umidade, visto que, em um ciclo de 15 dias que se iniciou no dia 08 de outubro de 2020 e terminou no dia 23 de outubro de 2020, captaram-se um total de 2141 dados de temperatura e 2141 dados de umidade. Logo após foram averiguadas as aferições acústicas que aconteceram em apenas um dia e foram feitos testes durante os turnos da manhã, tarde e noite do dia 31 de outubro de 2020, totalizando um espaço amostral de 540 dados. Posteriormente, de maneira separada, todos os resultados armazenados foram dispostos em planilhas do Excel® para verificá-los e interpretá-los, uma vez que foram feitas tabelas que

separavam os dados por turno e, subsequentemente, geraram-se gráficos estatísticos para uma melhor decifração e correlação entre as informações.

Em seguida, separadamente, todos os valores organizados foram encaminhados para o programa GraphPad Prism 8.0.2 que é um programa científico que efetuou a análise de variância (ANOVA), levando em consideração o arranjo paramétrico das informações, com a finalidade de diferenciar se existiu variação ou não entre os dados identificados. Além disso, utilizou-se o mesmo programa para efetuar o teste de Tukey com o objetivo de verificar a presença de regularidade entre os resultados e fornecer os valores mínimos, medianos, máximos, médios e de desvio padrão de cada protótipo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de temperatura foi realizada após os 2141 dados serem submetidos aos estudos estatísticos feitos pelo teste de Tukey que informou estatisticamente os resultados mínimos, medianos e máximos. Dessa forma, a Gráfico 1 e a Tabela 1 ilustram as médias e desvios-padrão de todos os resultados obtidos no estudo.

Gráfico 1 - Temperaturas Médias Gerais e Desvio Padrão.

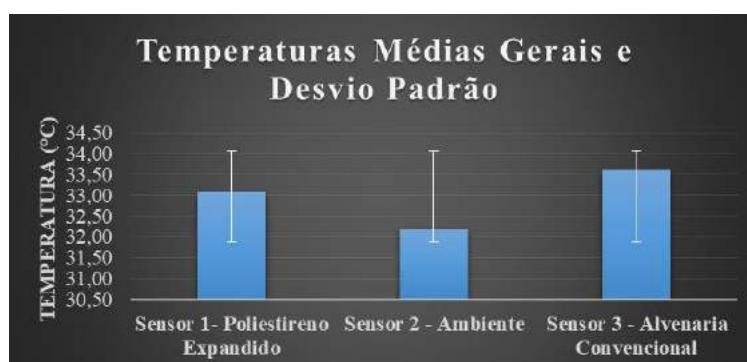


Tabela 1 - Temperaturas Médias Gerais e Desvio Padrão.

SENSORES	TEMPERATURAS MÉDIAS GERAIS	DESVIO PADRÃO
Sensor 1- Poliestireno Expandido	33,10	3,75
Sensor 2 - Ambiente	32,19	5,62
Sensor 3 - Alvenaria Convencional	33,62	4,18

Interpretando os dados informados no Gráfico 1 e na Tabela 1, pode-se observar que, em média, os valores gerais do protótipo com sistema de poliestireno expandido (EPS) são 0,52°C menores que o minimodelo com alvenaria convencional. Além disso, observa-se que o minimodelo com EPS apresenta um desvio padrão entre os seus dados 0,43°C menor do que o protótipo com

alvenaria convencional, isto é, o modelo com poliestireno expandido compreende uma menor amplitude térmica em seu interior, isso significa que a sensação térmica ambiente é melhor, o que comprova um melhor conforto térmico. Vale ressaltar que ao analisar esses dados relacionados ao desvio padrão, podemos observar que não houveram interferências externas no sistema montado para essas aferições, posto que os valores são condizentes e atestam que as medições das temperaturas são precisas.

Até aqui podemos compreender que o EPS realmente impõe ao sistema construtivo características melhores que o bloco cerâmico ao sistema de alvenaria convencional. Visto que o isopor tem como uma de suas vantagens principais o conforto térmico e acústico, algo que está inteiramente ligado com as propriedades do material e que pôde ser visto melhor após todas as análises estatísticas descritivas feitas até então. Tendo isso em vista, salienta-se que para entender um pouco melhor sobre o significado dos resultados coletados, realizou-se o Teste de Tukey que, além de servir à análise descritiva, contribuiu diretamente na compreensão dos valores encontrados, como ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Teste de Tukey para Normalidade da Temperatura.

P VALUE	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Passed Normality Test (Alpha = 0,05)?	No	No	No
P Value Summary	****	****	****

A Tabela 2 exibe que os dados são estatisticamente significativos, ou seja, eles possuem correlação entre si. Essa interpretação pode ser compreendida com o valor de P sendo inferior a 0,05, o que mostra que os valores encontrados não passaram no teste de normalidade, comprovando, assim, que estamos comparando valores muito significantes. Em outras palavras, significa que todos os dados variaram conforme o parâmetro método construtivo, isto é, o ambiente entre o isopor e a alvenaria está significativamente diferente e, principalmente, o isopor está estatisticamente diferente da alvenaria.

Além do Teste de Tukey, outra avaliação realizada e bastante importante se trata do Teste ANOVA que verificou os resultados de temperaturas coletados nos protótipos e no ambiente, conforme exibido na Tabela 2.



Tabela 2 - Teste ANOVA da Temperatura.

TUKEY'S MULTIPLE COMPARISONS TEST	MEAN DIFF,	95,00% CI OF DIFF,	SIGNIFICANT?	SUMMARY	ADJUSTED P VALUE
Isopor vs. Ambiente	1,078	0,9485 to 1,207	Yes	****	<0,0001
Isopor vs. Alvenaria	-0,3572	-0,3804 to -0,3339	Yes	****	<0,0001
Ambiente vs. Alvenaria	-1,435	-1,553 to -1,317	Yes	****	<0,0001

O Teste ANOVA feito na Tabela 2 compara entre si as três variáveis que foram submetidas as aferições de temperatura. Primeiramente o teste confrontou os dados encontrados do sistema com Isopor em relação ao ambiente, logo após a análise feita foi entre os protótipos de EPS e alvenaria convencional e, por último, verificou-se o minimodelo de alvenaria em relação ao ambiente. Dessa maneira, a interpretação dessas análises foram que todas elas são extremamente significantes, uma vez que os dados não compreendem nenhuma correlação entre si, o que aponta que os ambientes estão em condições totalmente diferentes.

A análise de umidade foi exercida após os 2141 dados serem submetidos aos estudos estatísticos feitos pelo teste de Tukey que indicou estatisticamente os resultados mínimos, medianos e máximos. Dessa maneira, a Gráfico 2 e a Tabela 3 ilustram as médias e desvios-padrão de todos os resultados obtidos no estudo.

Gráfico 2 - Umidades Médias Gerais e Desvio Padrão.



Tabela 3 - Umidades Médias Gerais e Desvio Padrão.

SENSORES	UMIDADES MÉDIAS GERAIS	DESVIO PADRÃO
Sensor 1- Poliestireno Expandido	53,61	13,35
Sensor 2 - Ambiente	57,91	19,67
Sensor 3 - Alvenaria Convencional	51,94	13,56

O Gráfico 2 e a Tabela 3 exibem que, em média, os valores gerais do protótipo com o sistema contendo EPS são maiores que os resultados encontrados no minimodelo com alvenaria convencional em 1,67%. Outrossim, nota-se que o modelo construído com EPS apresenta um desvio padrão entre os seus dados 0,21% menor do que o outro modelo construído com alvenaria convencional, ou seja, o protótipo com poliestireno expandido apresenta uma menor variação de umidade em seu interior, isso expressa que em grande parte do dia a sensação de bem estar ambiente é melhor, principalmente em regiões muito quentes.

A série de análises estatísticas feitas até o momento mostraram que o sistema com EPS é mais eficiente do que o método de alvenaria convencional, no que diz respeito às análises de umidades. Diante disso, procurando-se compreender um pouco melhor sobre o significado dos dados adquiridos, realizou-se o Teste de Tukey que, além de servir à análise descritiva, cooperou diretamente no entendimento dos valores encontrados, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Teste de Tukey para Normalidade da Umidade.

P VALUE	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Passed Normality Test (Alpha = 0,05)?	No	No	No
P Value Summary	****	****	****

A Tabela 4 relata que os dados são estatisticamente significativos, isto é, eles possuem correlação entre si. Nesse contexto, o valor de P estabelece que todos os valores que forem inferiores a 0,05 não passam no teste de normalidade, o que significa que estamos comparando dados significantes, visto que todos os dados de umidade foram menores que 0,05. Em outras palavras, revela-se que todos os valores variaram de acordo com o parâmetro método construtivo, ou seja, o ambiente entre o isopor e a alvenaria está significativamente diferente e, principalmente, o isopor está estatisticamente diferenciado da alvenaria.

Outra avaliação feita foi o Teste ANOVA que verificou os resultados coletados de umidades nos protótipos e no ambiente, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 - Teste ANOVA da Umidade.

TUKEY'S MULTIPLE COMPARISONS TEST	MEAN DIFF.	95,00% CI OF DIFF.	SIGNIFICANT?	SUMMARY	ADJUSTED P VALUE
Isopor vs. Ambiente	-4,295	-4,680 to -3,911	Yes	****	<0,0001
Isopor vs. Alvenaria	1,672	1,641 to 1,703	Yes	****	<0,0001
Ambiente vs. Alvenaria	5,967	5,595 to 6,339	Yes	****	<0,0001

O Teste ANOVA realizado na Tabela 5 confronta entre si as três variáveis que foram submetidas as aferições de umidade. Primeiramente o teste comparou os valores coletados do sistema com Isopor em relação ao ambiente e, em seguida, foi realizada uma verificação entre os protótipos de EPS e alvenaria convencional e, por último, confrontou-se o minimodelo de alvenaria em relação ao ambiente. Portanto, os resultados dessas comparações foram que todas elas são extremamente significantes, uma vez que os dados não possuem nenhuma ligação entre si, o que indica que os ambientes estão em condições totalmente diferentes.

A análise do ruído foi realizada após os 540 dados serem submetidos aos estudos estatísticos feitos pelo teste de Tukey que informou estatisticamente os resultados mínimos, medianos e máximos. Desse modo, o Gráfico 3 e a Tabela 6 ilustram as médias e desvios-padrão de todos os resultados obtidos no estudo.

Gráfico 3 - Média Geral dos Ruídos e Desvio Padrão.



Tabela 6 - Média Geral dos Ruídos e Desvio Padrão.

LOCAIS	MÉDIA GERAL DOS RUIDOS	DESVIO PADRÃO
Poliestireno Expandido	52,44	5,97
Ambiente	65,99	7,03
Alvenaria Convencional	53,90	6,67

Diante dos dados expostos pelo Gráfico 3 e pela Tabela 6, constata-se que, de modo geral, a captação sonora no interior do protótipo com o sistema de poliestireno expandido (EPS) foi 1,46 dB menor do que o minimodelo de alvenaria convencional e 13,55 dB menor comparado a medição no ambiente, visto que, por outro lado, o protótipo de alvenaria convencional teve uma diferença em relação ao ambiente de 12,09 dB. Além disso, o Gráfico 3 e a Tabela 6 trazem os dados de desvio padrão, uma vez que comparados com o ambiente, o modelo com o sistema de isopor tem uma diferença menor em 1,06 dB, enquanto o protótipo com alvenaria convencional teve uma diferença menor em 0,36 dB. Portanto, diante das mesmas comparações entre os dois protótipos, mas com o minimodelo contendo isopor apresentando resultados



inferiores de captação de ruído comparado ao ambiente e um desvio padrão mais distante, o método composto pelo poliestireno expandido (EPS) apresenta uma superioridade acústica comparada ao de alvenaria convencional.

Somado a esses fatores, pode-se observar que foram feitas um conjunto de análises que envolveram valores mínimos, medianos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados. Porém, tendo em vista um melhor entendimento sobre os resultados coletados na presente pesquisa, realizou-se o Teste de Tukey à formulação dos dados e para mostrar a significância dos valores encontrados em relação a normalidade, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 -Teste de Tukey para Normalidade do Ruído.

P VALUE	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Passed Normality Test (Alpha = 0,05)?	No	No	No
P Value Summary	****	****	****

A Tabela 7 expõe que os dados são estatisticamente significativos, isto é, eles possuem correlação entre si. Essa interpretação pode ser compreendida com a partir do valor de P que sendo inferior a 0,05 mostra que os valores encontrados não passaram no teste de normalidade, desse modo as relações na Tabela 7 comprovam que o valores de ruídos aferidos são inferiores a 0,05, o que significa que estamos comparando valores muito significantes. Então, indica-se o ambiente entre o isopor e a alvenaria está significativamente diferente e, principalmente, o isopor está estatisticamente diferente da alvenaria.

Por último, realizou-se o Teste ANOVA que contribuiu com a compreensão dos dados coletados, visto que comparou os dados de ruídos aferidos nos protótipos e no ambiente. Salienta-se que para explicar de forma mais detalhada sobre como se interpretou cada situação, dividiu-se o Teste ANOVA por turnos como representados nas Tabelas 8,9 e 10.

Tabela 8 - Teste ANOVA do Ruído pela Manhã.

TUKEY'S MULTIPLE COMPARISONS TEST	MEAN DIFF,	95,00% CI OF DIFF,	SIGNIFICANT?	SUMMARY	ADJUSTED P VALUE
Isopor vs. Ambiente	-16,61	-18,31 to -14,91	Yes	****	<0,0001
Isopor vs. Alvenaria	-1,497	-3,633 to 0,6386	No	ns	0,2133
Ambiente vs. Alvenaria	15,11	13,59 to 16,63	Yes	****	<0,0001

Tabela 9 - Teste ANOVA do Ruído pela Tarde.

TUKEY'S MULTIPLE COMPARISONS TEST	MEAN DIFF,	95,00% CI OF DIFF,	SIGNIFICANT?	SUMMARY	ADJUSTED P VALUE
Isopor vs. Ambiente	-11,98	-13,77 to -10,18	Yes	****	<0,0001
Isopor vs. Alvenaria	-1,981	-3,779 to -0,1832	Yes	*	0,0271
Ambiente vs. Alvenaria	9,995	8,197 to 11,79	Yes	****	<0,0001

Tabela 10 - Teste ANOVA do Ruído pela Noite.

TUKEY'S MULTIPLE COMPARISONS TEST	MEAN DIFF,	95,00% CI OF DIFF,	SIGNIFICANT?	SUMMARY	ADJUSTED P VALUE
Isopor vs. Ambiente	-13,09	-14,40 to -11,79	Yes	****	<0,0001
Isopor vs. Alvenaria	-1,272	-2,578 to 0,03399	No	ns	0,0582
Ambiente vs. Alvenaria	11,82	10,51 to 13,13	Yes	****	<0,0001

O Teste ANOVA feito na Tabela 8 exibe que, no turno da manhã, os valores entre os protótipos e o ambiente são significantes, no entanto aponta não ter uma diferença significativa entre os modelos construtivos. Em seguida, o Teste feito na Tabela 9 está relacionado ao turno da tarde e está comparando os dados encontrados entre os sistemas construtivos e, também, entre cada um dos minimodelos e o ambiente, tendo como resposta que todas as comparações resultaram em dados extremamente significativos. Logo após, a Tabela 10 apresenta os valores noturnos, visto que apresentam resultados com a mesma interpretação dos dados da manhã presentes na Tabela 8. Desse modo, tendo em vista a repercussão dos valores expostos nas Tabelas 8 e 10, podemos supor que quando os valores sobem, a casa de isopor mantém o conforto acústico, mas para valores menores a diferença não é estatisticamente significativa.

## CONCLUSÃO

Nessa perspectiva, o presente artigo apresentou uma divisão na análise dos seus resultados em três variáveis, sendo elas: temperatura, umidade e ruído. Assim sendo, os resultados e discussões mostraram que a maioria dos resultados envolvendo todas as variáveis do protótipo com isopor dispuseram de resultados mais positivos e vantajosos comparados aos do minimodelo de alvenaria convencional. Além disso, destaca-se que os Testes de Tukey e ANOVA apontaram nas análises de temperatura e umidade que os dados coletados são extremamente significativos e que os ambientes possuem diferenças entre si.

Ainda nessa linha de raciocínio, os Testes de Tukey e ANOVA identificaram na análise

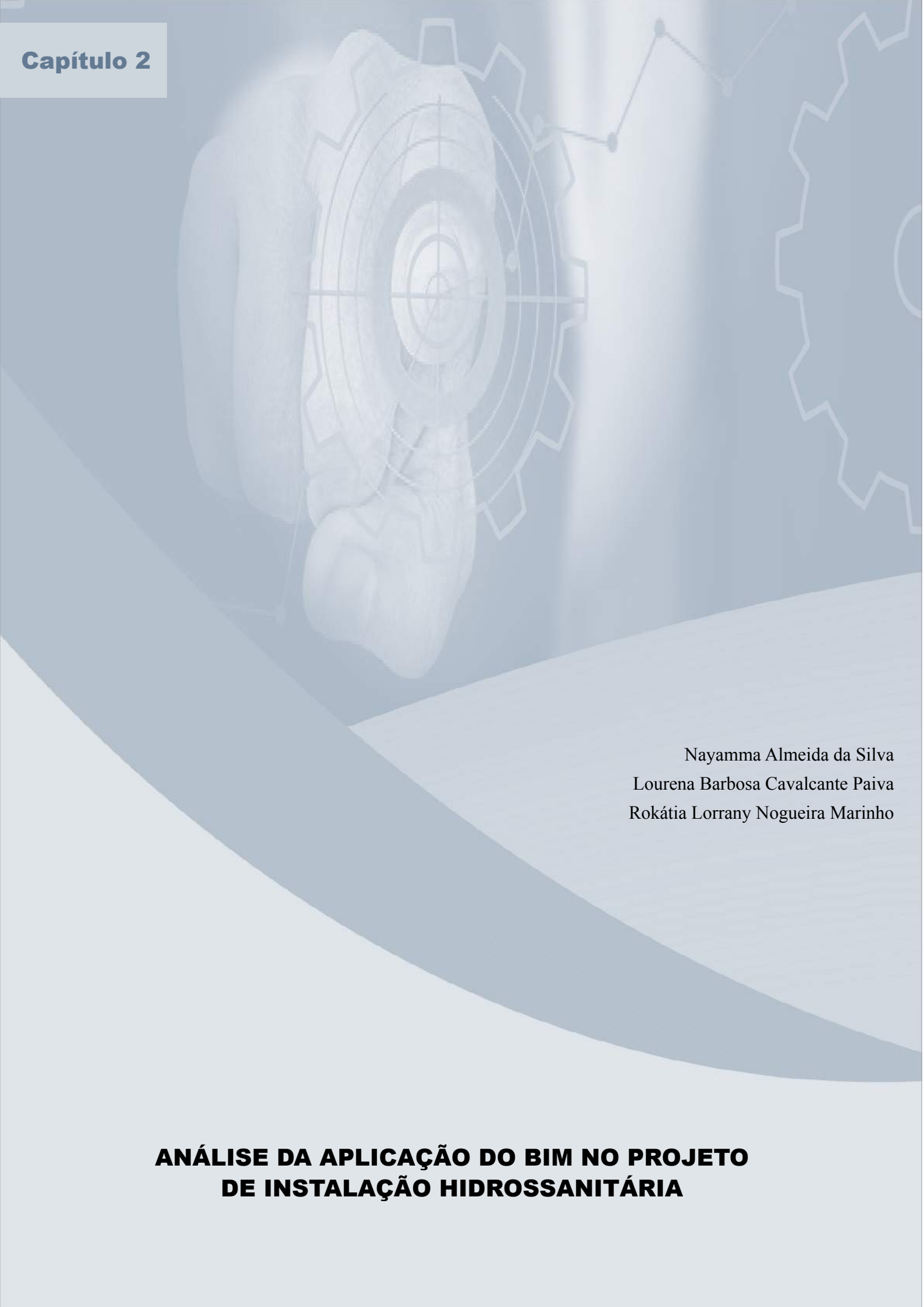
detalhada de ruído que os dados entre os modelos construtivos não eram tão significantes pela manhã e pela noite, porém eram extremamente significativos pela tarde. Portanto, conclui-se que o sistema com painel de poliestireno expandido foi bem mais eficiente do que o modelo de alvenaria convencional em relação aos estudos de temperatura e umidade atribuindo, assim, melhor conforto térmico. Todavia, mesmo o protótipo com painéis de EPS tendo valores acústicos melhores do que os registrados no modelo de alvenaria convencional, cientificamente eles não foram significativos, o que aponta que acusticamente os dois sistemas são similares.

## REFERÊNCIAS

BERTOLDI, R. H. Caracterização de Sistema Construtivo com Vedações Constituídas por Argamassa Projetada Revestindo Núcleo Composto de Poliestireno Expandido e Telas de Aço: Dois Estudos de Caso em Florianópolis. Dissertação (Pós-graduação e Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis. 144p. 2007.

DIAS, A. Avaliação das Condições de Conforto Térmico e Acústico de Salas de Aula em Escola de Tempo Integral – Estudo de Caso da Escola Padre Josimo em Palmas (TO). Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília (Minter UnB/UFT). Brasília, 2009.

MARREIROS, L. Bom Jesus, no Piauí, é considerada a cidade mais quente do país; outras 8 fazem parte da lista. Matéria Feita ao Jornal G1 Piauí. Disponível em:<<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2019/10/09/bom-jesus-no-piaui-e-considerada-a-cidade-mais-quente-do-pais-outras-8-fazem-parte-da-lista.ghtml>>. Acesso em 02 de março de 2020.



Nayamma Almeida da Silva  
Lourena Barbosa Cavalcante Paiva  
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO BIM NO PROJETO  
DE INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA**

# ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO BIM NO PROJETO DE INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA

Nayamma Almeida da Silva  
Lourena Barbosa Cavalcante Paiva  
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho

## RESUMO

A Modelagem de Informação da Construção (BIM) encontra-se presente durante todo o ciclo de vida da obra, sendo possível compatibilizar projetos otimizando o tempo, reduzindo erros e custos, e agregando valor a obra. A pesquisa compara um projeto de Instalações Hidrossanitárias utilizando a metodologia BIM e o método tradicional – CAD. Por fim, o BIM mostrou-se mais viável em relação ao método tradicional, resultando em uma maior produtividade e maiores possibilidades de análises e verificações.

**Palavras-chave:** Revit; AutoCAD; construção civil; compatibilização; softwares.

## INTRODUÇÃO

A modelagem BIM – *Building Information Modeling* – é a mais recente forma de modelagem da Construção Civil. Seu grande diferencial é obter mais êxito e menos erros nas etapas de execução dos projetos. Além disso, esta modelagem também se diferencia da metodologia convencional CAD – *Computer-Aided Design* – por sua facilidade em integralizar e compatibilizar projetos verificando possíveis erros de interferência para que sejam solucionados antes da execução da obra.

Apesar de bastante utilizado em outros países ao redor do mundo, o BIM será obrigatório somente a partir de 2021 no Brasil. Entretanto, esta modelagem não é tão recente, sendo desenvolvida em 1974 foi criado pelo professor Charles M. Eastman e sua equipe o conceito BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), visando a passagem dos projetos realizados em papel para a utilização de sistemas computacionais (*softwares*), chamados de Desenho Assistido por Computador – CAD –. Seguindo este pensamento, G.A. van Nederveen e Tolman (1992) abordaram a necessidade da integralização e compatibilização dos projetos onde, pela primeira vez, ouviu-se falar sobre o termo BIM.

Além de toda essa evolução tecnológica, o BIM não é apenas uma proposta 3D, esta modelagem relaciona diversas dimensões como, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D e 8D, onde cada uma tem a sua definição para agregar a tecnologia da construção.

Segundo Eastman et al. (2014), o BIM traz benefícios em várias etapas da obra, como na pré-

construção e desenvolvimento do projeto, à construção e à fabricação, como também, na pós-construção. Quanto aos benefícios no projeto, o autor destaca que pode-se obter uma visualização antecipada e mais precisa, gerar correções automáticas quando mudanças são feitas; nos benefícios à construção e à fabricação ressalta-se a sincronização de projeto e planejamento da construção, detecção de interferências antes da construção, rápida reação a problemas de projeto ou do canteiro, melhor implementação e técnicas de construção enxuta, e, ainda, sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção.

O projeto hidrossanitário define os sistemas de distribuição de água fria, quente, água pluvial e esgoto de uma edificação. Este projeto bem executado traz diversos benefícios de economia, com relação aos gastos de materiais, e até a longo prazo, evitando problemas que possam ser causados por uma má execução, como as patologias. Além disso, evita a contaminação de água, vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações, impede que os gases do interior do sistema de esgoto sanitário atinjam o interior das edificações; impossibilita o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema; dentre outros benefícios (EASTMAN et al., 2014). Desse modo, esta tecnologia se faz importante para a modelagem de projetos hidrossanitários das edificações, pois é possível visualizar todos os elementos que compõem esta instalação, mesmo que fiquem localizados em difíceis acessos, diminuindo assim os erros na execução do projeto e melhorando a produtividade da obra.

Sendo assim, com incremento de recursos que facilitam a execução da Instalação Hidrossanitária por parte da metodologia BIM, é cabível comparar um projeto realizado em software 2D – sistema CAD – com um *software* em modelagem BIM – 3D. Os *softwares* comparados no corrente trabalho serão, respectivamente, o *AutoCAD* 2019 – 2D – e o *Revit* 2020 – modelagem BIM –, ambos da empresa *Autodesk*. Nesta comparação, ressaltar-se-ão as diferenças, vantagens e desvantagens em aplicar um mesmo projeto hidrossanitário no método tradicional 2D e na metodologia BIM – 3D.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do estudo**

Esta pesquisa tem como método de pesquisa a ordem descritiva e explicativa. Segundo Gil (2008), as pesquisas descritivas propõem estudo das características de uma população, e ainda, uma relação entre variáveis. Ainda, pela concepção do autor, algumas pesquisas descritivas se aproximam das explicativas as quais vão além da identificação da existência de relações entre variáveis.

Conforme Richardson (1999), a pesquisa se classifica como qualitativa. O método qualitativo não utiliza como referências os princípios estatísticos. Pelo próprio nome, uma pesquisa qualitativa é aquela usada para entender a natureza de um fenômeno.

Para a realização da pesquisa foi necessário, inicialmente, um levantamento bibliográfico iniciando na fase da elaboração do pré-projeto e estendeu-se até a escrita do trabalho final. Este levantamento bibliográfico serviu de embasamento para estruturar o trabalho final.

Dito isso, o ponto de partida dessa pesquisa corresponde a entender o conceito da Modelagem de Informação da Construção (BIM), visando a sua importância para a construção. Então, foi desenvolvido um mesmo projeto de Instalação Hidrossanitária em duas plataformas: *AutoCAD* 2019 – 2D – e *Revit* 2020 – BIM. Além disso, comparou-se este mesmo projeto nos dois *softwares* a fim de mostrar na prática a diferença entre cada um. Utilizou-se como projeto arquitetônico base uma unidade residencial do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) que contém: uma sala, dois quartos, um banheiro, uma cozinha e uma lavanderia (Figura 1). Contendo os seguintes aparelhos sanitários: lavatório, chuveiro, bacia sanitária, tanque, pia da cozinha e torneira de jardim.

Figura 1 - Projeto arquitetônico base



### Descrição do trabalho

Para a elaboração das Instalações Hidrossanitárias foram realizados três dimensionamentos. Sendo o primeiro da Capacidade do Reservatório, seguido do Dimensionamento da Instalação de Água Fria e, por último, o Dimensionamento do Esgoto Sanitário. Todos os dimensionamentos realizados foram utilizados como embasamento para os projetos elaborados tanto no *Revit* 2020 como no *AutoCAD* 2019. Porém, vale ressaltar que o dimensionamento foi realizado para se obter os valores adequados dos diâmetros para a instalação, possibilitando a realização do traçado das tubulações, para a posterior análise e comparação dos projetos realizados nos dois *softwares*.

A escolha dos *softwares* ocorreu, inicialmente, devido aos conhecimentos prévios da autora

deste trabalho nos programas. Outro fator importante na escolha sucedeu do fato dos dois *softwares* possuírem versão gratuita para estudantes. Aprimorando ainda a preferência pela utilização do *Revit* 2020 na metodologia BIM, este *software* possui bibliotecas gratuitas de peças/materiais, comercializados no mercado brasileiro e fornecidos pelas empresas, como Tigre, Celite, Fortlev, Deca, dentre outros.

#### Projeto Hidráulico

Os cálculos dos dimensionamentos da Capacidade do Reservatório e da Instalação de Água Fria da residência foram realizados de acordo com a NBR 5626/1998, tendo em vista que a NBR 5626/2020 não descreve um método exato para o cálculo deixando a critério do projetista. Devido a isto, optou-se por utilizar os métodos encontrados na Norma de Instalação Predial de Água Fria de 1998. Estes dimensionamentos são válidos para os dois *softwares* utilizados, *AutoCAD* – 2019 e *Revit* – 2020, considerando que possuem o mesmo projeto.

A instalação de água fria foi elaborada conforme o sistema indireto por gravidade, ou seja, contendo apenas um reservatório superior sendo este alimentado através da rede pública de abastecimento.

A respeito do dimensionamento para Instalação de Água Fria, considerando o Tópico 5.3.4 da NBR 5626/1998 que aborda a velocidade máxima de água nas tubulações, determina que a velocidade em cada trecho não exceda 3 m/s, em concordância com isto, o dimensionamento realizado na residência não superou 3 m/s.

Ainda de acordo com a mesma NBR 5626/1998 no seu item 5.3.5 determina que a pressão dinâmica, ou seja, com escoamento, nas conexões da rede deve ser superior a 5kPa, para o bom desempenho das peças de utilização e aparelho sanitário deve ser superior a 10kPa – com exceção do tipo de vaso sanitário –, a pressão estática, portanto, sem escoamento, deve ser inferior a 400kPa.

Após desenvolver o projeto arquitetônico para o *Revit* 2020 e *AutoCAD* 2019, elaborou-se o traçado do projeto hidráulico do sistema de água fria. Tentou-se obter o máximo de simetria possível ao desenvolver o mesmo projeto nos dois *softwares*, para que a localização dos pontos de utilização, da caixa d'água e das colunas fossem as mesmas.

A partir da caixa d'água destinaram-se dois barriletes, dos quais originaram duas colunas de distribuição que alimentam a cozinha, o banheiro e a lavanderia. Uma das colunas abastece a cozinha, sendo um único ramal para a pia. Já a outra coluna é destinada para atender o banheiro e a lavanderia, assim os ramais de água fria alimentam o lavatório, vaso sanitário, chuveiro e a torneira do tanque de lavar roupa. Ainda foi adicionada uma torneira de jardim na qual é conectada diretamente com a tubulação vinda da rede pública. A caixa d'água também possui a tubulação de limpeza e o extravasor, como também as tubulações de ventilação.



## Projeto Sanitário

O desenvolvimento e dimensionamento do projeto sanitário foram realizados com base na NBR 8160/1999 que determina os requisitos mínimos a serem obedecidos pelo projetista em relação à higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. A elaboração do projeto ocorreu de forma a obter um rápido e efetivo escoamento dos esgotos do banheiro, cozinha e lavanderia.

O dimensionamento das tubulações foi calculado através das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC), sendo este valor específico para cada aparelho sanitário, como, lavatório, chuveiro, vaso sanitário, pia de cozinha e tanque.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dados de projeto de Água Fria

Para obter os dados do dimensionamento do reservatório, Creder (2006) diz que o número de pessoas é determinado pela taxa de ocupação de acordo com a natureza do local, no caso do projeto realizado se enquadra como uma residência popular. Para residências e apartamentos estima-se que a taxa de ocupação (P) por quarto social é de duas pessoas e cada quarto de serviço por uma pessoa, a edificação possui dois quartos sociais e nenhum quarto de serviço. Ainda em conformidade com Creder (2006), o consumo per capita (q) para residências populares é de 150 L/dia. Conforme a NBR 5626/1998, o volume de água reservado para uso doméstico (T) é preciso ser de, no mínimo, 24 horas, não levando em consideração o volume de água para combate a incêndio, não sendo necessária para este tipo de residência, porém, optou-se por utilizar dois dias (48 horas) de reserva. Na Tabela 1 é possível encontrar os valores calculados.

Tabela 1 - Dimensionamento do reservatório

<b>Dimensionamento do reservatório</b>			
<b>q</b>	Natureza do local	Residência popular	
	Consumo per capita	<b>150 L/dia</b>	
<b>P</b>	Quantidade de quartos social	2	<b>4</b>
	Quantidade de pessoas por quarto social	2	
	Quantidade de quartos de serviço	0	
<b>T</b>	Dias de reserva	<b>2</b>	
<b>Volume do reservatório</b>		<b>1200 L</b>	

O volume obtido foi de 1200 L, como não há reservatórios deste volume no mercado, optou-se por utilizar um de 1500 L.

A Tabela 2 mostra os dados obtidos na Instalação de Água Fria, levando em consideração que o objetivo do dimensionamento tem apenas o intuito de mostrar com exatidão os dados do

projeto e realização do traçado da instalação. Os Aparelhos Sanitários 1 citados na Tabela abaixo se refere ao lavatório, bacia sanitária, chuveiro (ducha) e torneira do tanque de lavar roupa. Já o Aparelho Sanitário 2 diz respeito a pia da cozinha.

Tabela 2 - Dados da Instalação de Água Fria

<b>Dados do projeto de água fria</b>			
<b>Ramal</b>	<b>Tipos de trecho</b>	<b>Volume do reservatório (L)</b>	<b>DN (mm)</b>
1	Aparelhos sanitários 1	1000	20
2	Aparelho sanitário 2		

O mesmo diâmetro nominal (DN) adotado em todas as tubulações visa à economia de custo. O item 4 da NBR 5626/1998 aponta os Materiais e Componentes que podem ser utilizados na composição de tubos e conexões de instalação de água fria, um dos materiais citados é o PVC (Policloreto de Vinila) rígido, no qual foi utilizado no trabalho.

Como a torneira de jardim é alimentada diretamente pela tubulação da rede pública não foi incluída no dimensionamento, assim como, a tubulação de alimentação tendo em vista que ocorre de forma indireta.

### **Dados de projeto de Esgoto Sanitário**

O último dimensionamento realizado foi do Esgoto Sanitário, onde, assim como no dimensionamento de Instalação de Água Fria, utilizou-se o método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) – quantidade que representa a contribuição conhecida em função da utilização de cada aparelho sanitário. Para a realização do dimensionamento da tubulação seguiu-se as recomendações da NBR 8160/1999, os dados do dimensionamento foram coletados a partir das Tabelas 1 a 5, como também a Tabela 8 da norma. Os dados obtidos podem ser vistos na Tabela 3 deste trabalho.

Tabela 3 - Dados do dimensionamento Esgoto Sanitário

<b>Dados do dimensionamento Esgoto Sanitário</b>			
<b>Aparelho sanitário</b>	<b>Ramal de descarga</b>	<b>Ramal de esgoto</b>	<b>Ramal de ventilação</b>
	<b>DN (mm)</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>DN (mm)</b>
Bacia sanitária	100	100	50
Chuveiro	40	50	
Lavatório	40		
Tanque de lavar roupas	40		
Pia de cozinha	50	50	-

Ainda de acordo com a NBR 8160/1999, a declividade mínima para as tubulações dos ramais de esgoto e de descarga com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm deve ser de 2%, caso o diâmetro nominal seja igual ou superior a 100 mm deve-se utilizar uma inclinação de 1%, dito isto, as inclinações presentes no trabalho não ultrapassaram os limites da norma. O material utilizado para o caso em estudo, onde a tubulação é embutida escolheu-se para a tubulação e conexões PVC rígido da série normal.

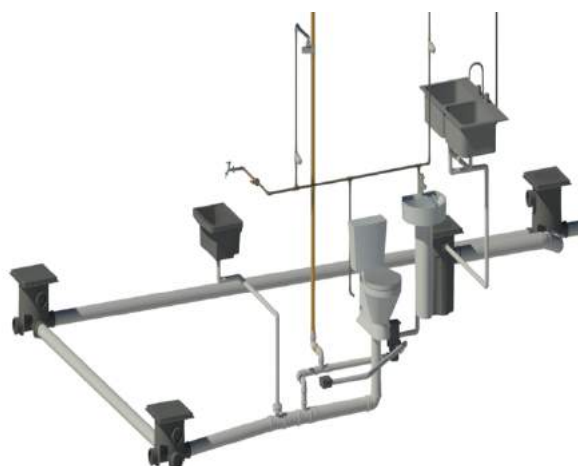
### **Análise comparativa (CAD x BIM)**

Ao analisar as vantagens do BIM em relação à metodologia CAD, pode-se perceber que a Modelagem de Informação da Construção é mais completa em vários casos, como nos exemplos citados abaixo.

#### **Análise 1: Compatibilização**

Devido ao fato do Revit 2020 conseguir compatibilizar os projetos, foi possível observar as interferências entre a tubulação de água fria e a tubulação de esgoto. Em relação ao AutoCAD 2019 é necessária uma análise mais complexa, seriam necessários desenhos mais detalhados das regiões do projeto, podendo, talvez, perceber a interferência e encontrar uma solução adequada. A vantagem de realizar a compatibilização é perceber as interferências e a reparação do erro antes da execução da obra, o que não pode ser obtido de forma automática pelo AutoCAD. Na Figura 2 é possível observar a compatibilização do projeto de água fria e de esgoto no software Revit 2020.

Figura 2 - Compatibilização projeto de água fria e de esgoto (Revit 2020)



#### **Análise 2: Visualização 3D**

O modo em três dimensões, obtido pelo Revit 2020, facilita a visualização final de todo projeto (Figura 3). Com este recurso, o projeto se torna mais limpo e de fácil entendimento seja para os

clientes ou projetistas. Além do mais, devido a sua facilidade em gerar cortes e alternar de uma janela para outra, é possível realizar e entender melhor o projeto na fase de elaboração, no caso do esgoto sanitário, é possível realizar, também, a inclinação da tubulação. Estas se tornam mais algumas vantagens em relação ao AutoCAD 2019, tendo em vista que sua visualização é apenas em linhas através da perspectiva isométrica nos três eixos de coordenadas (Figura 4).

Figura 3 - Visualização 3D do projeto de Água Fria do banheiro (Revit 2020)

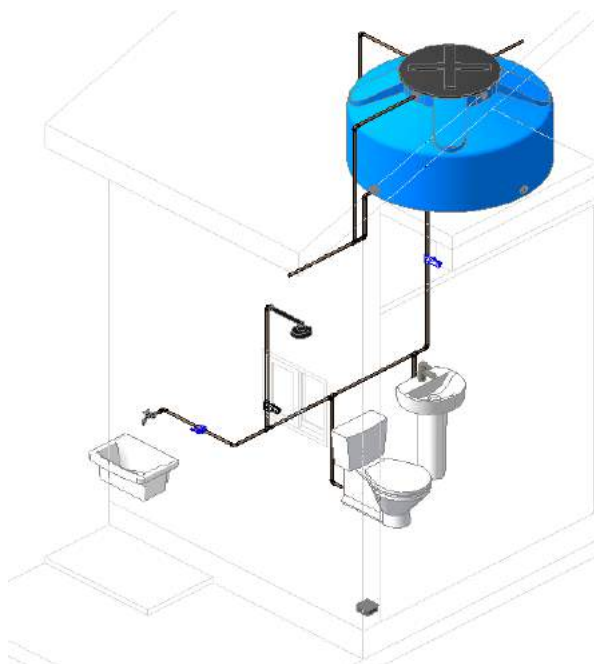
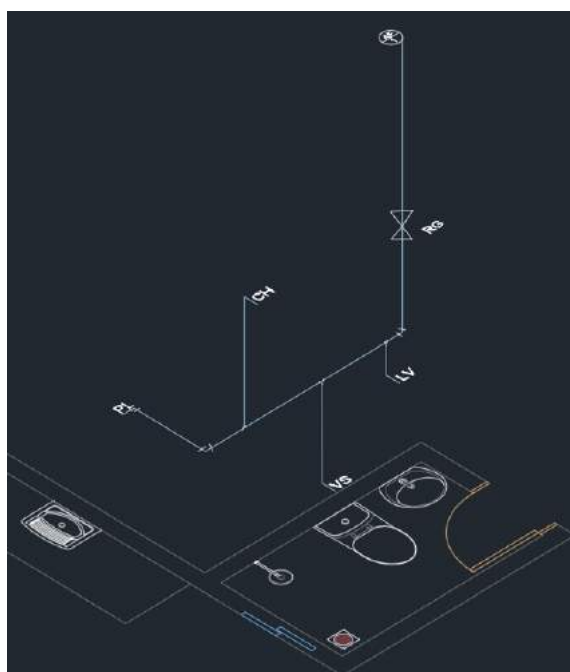


Figura 4 - Visualização isométrica do projeto de Água Fria do banheiro (AutoCAD 2019)



### Análise 3: Blocos MEP

No *Revit* é possível inserir blocos MEP, ou seja, famílias que possuem fabricante, altura, diâmetro, volume, entre outras características. A Figura 5 contém as propriedades da família da bacia sanitária e na Figura 6 a família deste aparelho sanitário onde visualiza-se os diâmetros do tubo de entrada e de saída. Os blocos inseridos no *software* que emprega o método 2D, *AutoCAD*, possuem apenas sua forma geométrica (Figura 7).

Figura 5 - Propriedades da família da bacia sanitária do Revit 2020

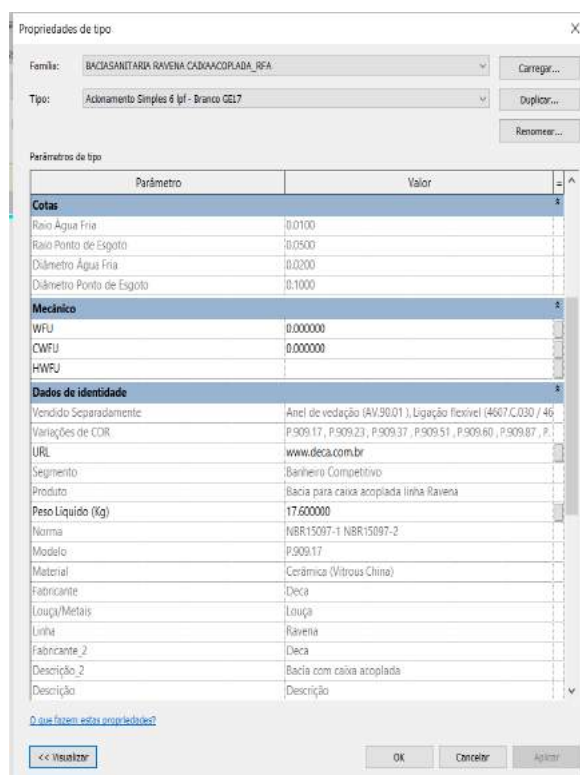


Figura 6 - Família da bacia sanitária do (Revit 2020)

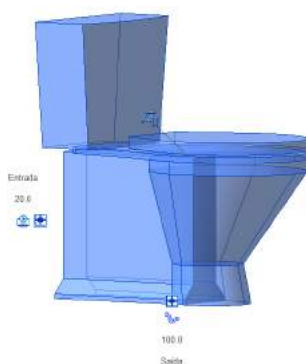
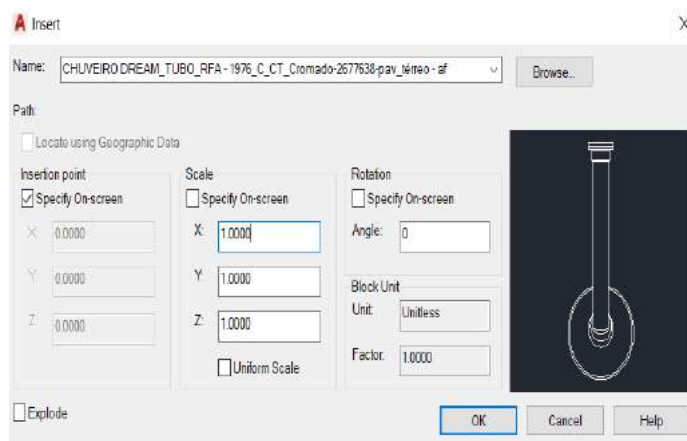


Figura 7 - Bloco do chuveiro (AutoCAD 2019)



**Análise 4: Tabela automática dos quantitativos de materiais**

O Revit 2020 fornece, de forma automática e quantitativa, tabelas dos elementos presentes no projeto, como, por exemplo, Tabela de tubos (Figura 8) e Lista de Conexões (Figura 9). Além disso, também é possível exportá-las. Na Tabela de tubos presente na Figura 8, consta os dados do comprimento total da tubulação, de acordo com o diâmetro, por exemplo, na tubulação de água fria doméstica com diâmetro de 20mm, o comprimento de tubulação utilizado na instalação é de 37,84 m. Na Lista das conexões, aborda o tipo de sistema da conexão, como também a sua quantidade, descrição e dimensão. No AutoCAD 2019 o projetista deve-se realizar este quantitativo de forma manual, contando a quantidade de cada conexão e medir o comprimento de cada tubulação, visto que o software não oferece este recurso.

Figura 8 - Tabela de tubos gerada pelo Revit 2020

<Tabela de tubos>				
A	B	C	D	E
Tipo de sistema	Descrição	Comprimento	Tamanho	Diâmetro
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - TIGRE	7.42	Ø40	40.0
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - TIGRE	0.80	Ø50	50.0
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - TIGRE	11.46	Ø100	100.0
Água fria doméstica	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - TIGRE	37.84	Ø20	20.0

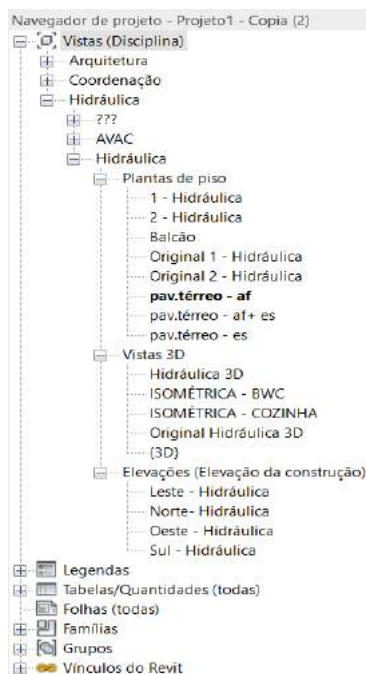
Figura 9 - Lista de conexões gerada pelo Revit 2020

<Lista das Conexões>					
A	B	C	D	E	F
SISTEMA:	QUANT.:	SÍMBOLO:	DESCRIÇÃO:	DIMENSAO:	CÓDIGO:
Água Fria	7	Ø0	Tê Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20-Ø20	22.20.020.8
Água Fria	30	Ø0	Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20	22.15.020.0
Água Fria	3	Ø0	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20	22.06.668.8
Esgoto	1	Ø0	Tê 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40-Ø40	27.69.040.8
Esgoto	5	Ø0	Produto Inexistente		Produto ou Cód.
Esgoto	4	Ø0	Lua Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.30.100.9
Esgoto	2	Ø0	Lua Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	26.30.050.9
Esgoto	1	Ø0	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.24.100.6
Esgoto	12	Ø0	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	27.56.040.7
Esgoto	2	Ø0	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	27.55.040.1
Esgoto	1	Ø0	Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø40	27.39.692.5

## Análise 5: Organização dos projetos

O *Revit* possui uma Aba chamada Navegador de projeto, onde é possível organizar as fases do projeto através das disciplinas (Figura 10). Nestas contém vistas, cortes, elevações, entre outros, resultando em um projeto mais organizado e limpo.

Figura 10 - Organização dos projetos (Revit 2020)



## Análise 6: Conexões automáticas

Na elaboração do projeto, o *Revit* insere de forma automática as conexões entre as tubulações, como joelho, curvas e Tê (Figura 11). Enquanto o *AutoCAD* possui apenas uma demonstração destas conexões, sendo inseridas pelo projetista (Figura 12).

Figura 11 - Conexões inseridas automaticamente (Revit 2020)

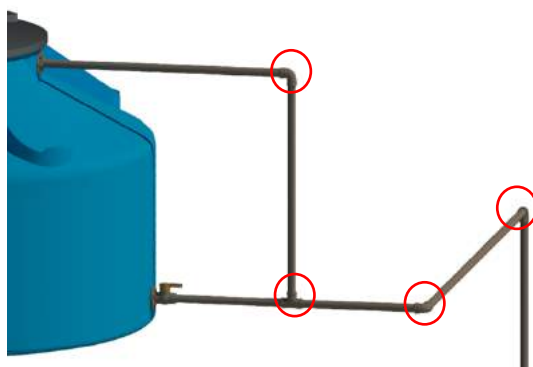
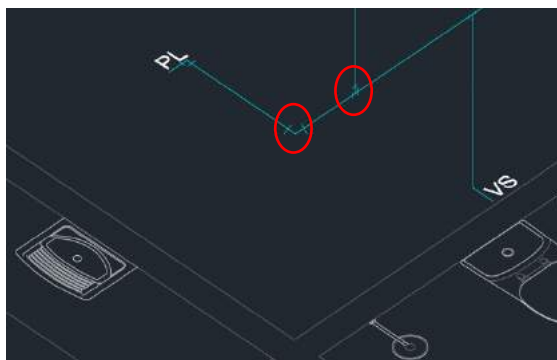


Figura 12 - Representação das conexões de Joelho e Te (AutoCAD 2019)



### Análise 7: Detalhamento Automático

Ao finalizar o projeto, é necessário fazer o seu detalhamento. Neste detalhamento se insere o diâmetro nominal das tubulações, inclinação no caso de tubulação de esgoto, material, entre outros. No *Revit* é possível obter este detalhamento de forma automática no Menu Anotar, em Identificador por categoria (Figura 13). No *AutoCAD* terá que inserir a cota de cada tubulação (Figura 14).

Figura 13 - Identificar conexões (Revit 2020)

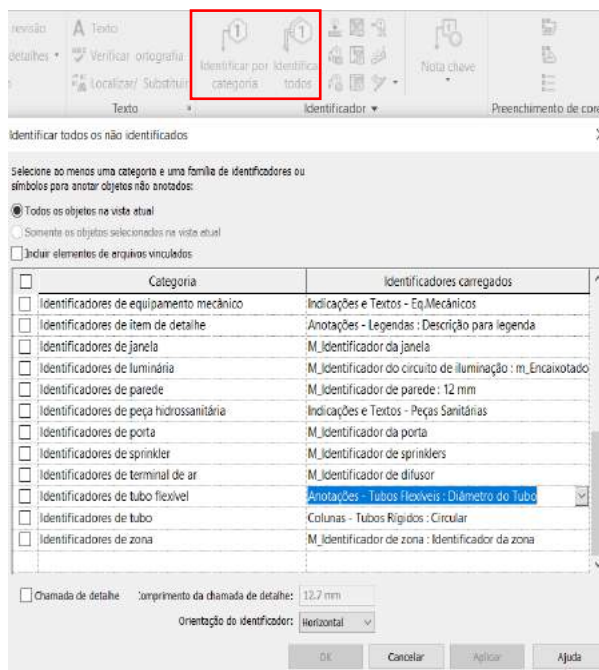


Figura 14 - Cotas (AutoCAD 2019)





## **Análise 8: Tempo (BIM x CAD)**

Outro fator que pode-se destacar é o tempo de realização do projeto no *Revit* e no *AutoCAD*. Não foi possível obter, de forma quantitativa, o período de realização do projeto nos softwares visto que a autora elaborou o projeto estudando, simultaneamente, a instalação de água fria e de esgoto, dispondo de pausas na elaboração. Porém, visualizando de uma forma geral todas as etapas do trabalho, foi possível observar que o *Revit 2020* se torna mais ágil em relação ao *AutoCAD 2019* devido na sua elaboração ser possível intercalar entre várias vistas. Como no *Revit* é possível detectar interferências, escolher material, alterar dimensões, entre outras características, o projeto se torna mais eficaz, economizando tempo, diminuindo desperdícios, devido aos imprevistos terem sido resolvidos na etapa de elaboração.

## **CONCLUSÃO**

O objetivo principal do trabalho foi cumprido, onde o intuito era compreender a importância do BIM na construção civil, tendo em vista que o uso da Metodologia de Informação da Construção mostrou-se mais vantajosa que o método CAD em vários aspectos, e algumas análises foi possível somente com uso do *software* BIM.

Uma das inúmeras vantagens desta modelagem é a possibilidade de perceber, na construção virtual, possíveis interferências de forma automática, por exemplo, incompatibilidades entre tubulações de água fria e esgoto por estarem passando por um mesmo ponto, e solucionar isto antes da execução da obra, o que em um projeto realizado no sistema convencional seria mais difícil de identificar.

Feitas as considerações das vantagens do uso do BIM para a elaboração de um projeto de Instalações Hidrossanitárias comparativamente ao uso do CAD, tem-se que o BIM possui, consideravelmente, mais informações que o CAD, pois nele é possível obter as classificações dos materiais, o modelo tridimensional, como também a compatibilização em várias etapas do projeto. Então, ressalta-se que embora seja necessário um maior esforço para projetar em BIM, os benefícios trazidos pelo mesmo são indiscutíveis, visto que agrega mais valor para a atividade, otimiza o tempo, aumenta a qualidade do projeto, diminui desperdícios, e, além disso, evita retrabalhos no projeto e no canteiro de obra.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5626: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5626: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

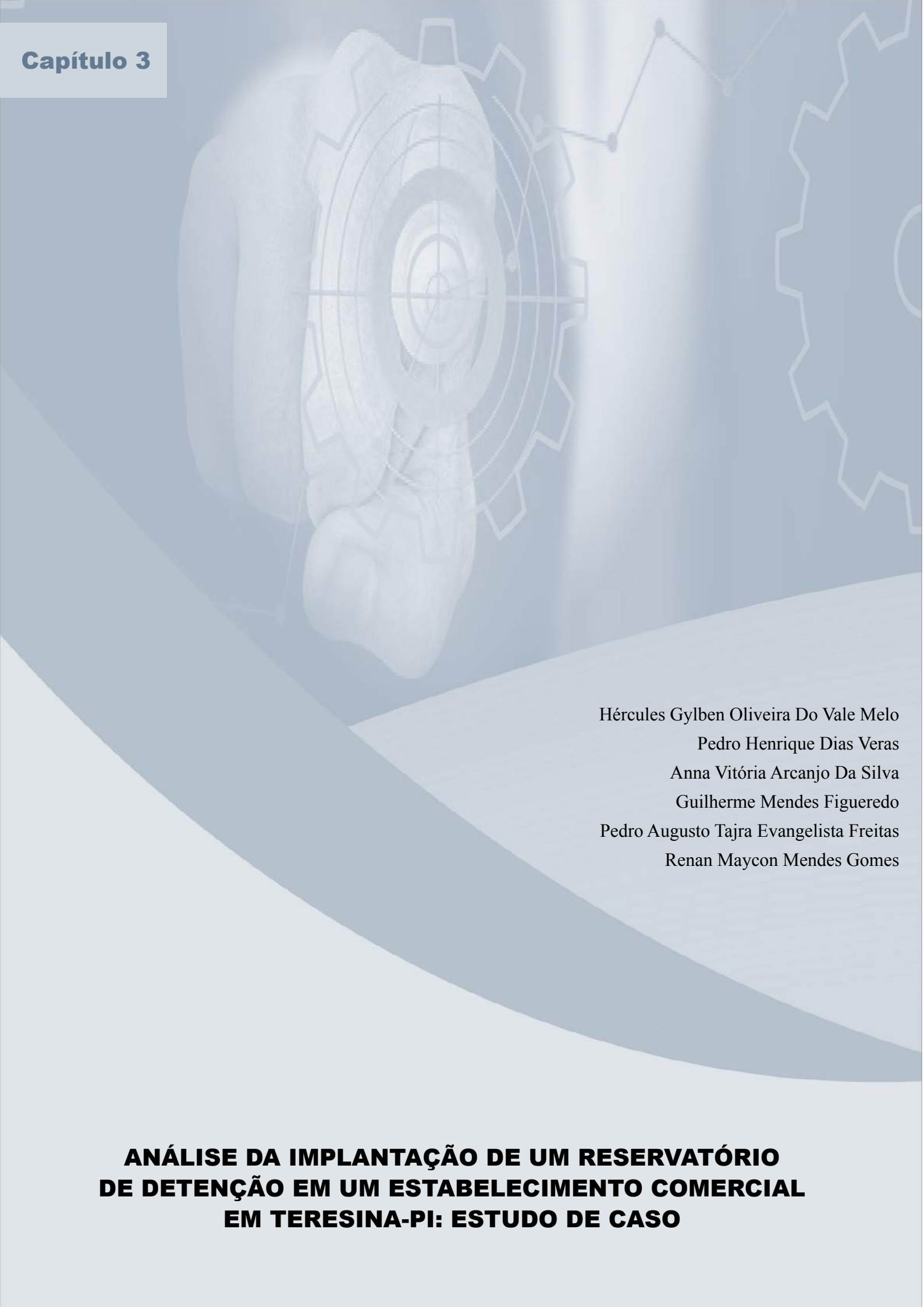
CREDER, H. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6ª Edição. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006.

EASTMAN, C. et al. Manual de BIM - Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, contrutores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GIL, A.C. Métodos e Técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008.

RICHARDSON, R.J. Pesquisa Social: métodos e técnicas. 3. Ed. Reimpressão. São Paulo: Atlas, 1999.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modeling multiple views on buildings. Automation in Construction, Amsterdam NL, v. 1, issue 3, p. 215-224, Dec. 1992.



Hércules Gylben Oliveira Do Vale Melo  
Pedro Henrique Dias Veras  
Anna Vitória Arcanjo Da Silva  
Guilherme Mendes Figueredo  
Pedro Augusto Tajra Evangelista Freitas  
Renan Maycon Mendes Gomes

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO  
DE DETENÇÃO EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL  
EM TERESINA-PI: ESTUDO DE CASO**

# ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL EM TERESINA-PI: ESTUDO DE CASO

Hércules Gylben Oliveira Do Vale Melo

Pedro Henrique Dias Veras

Anna Vitória Arcanjo Da Silva

Guilherme Mendes Figueredo

Pedro Augusto Tajra Evangelista Freitas

Renan Maycon Mendes Gomes

## RESUMO

Planos diretores e projetos de drenagem urbana possuem a finalidade de mitigar os efeitos da urbanização no ciclo hidrológico. Este trabalho objetiva dimensionar e avaliar o desempenho de sistema de drenagem urbana com reservatório de retenção de um empreendimento em Teresina-PI, que partindo dos dados de caracterização da sub-bacia e das medidas adotadas com base no Plano Diretor de Drenagem Urbana, obtiveram-se resultados satisfatórios em comparação ao sistema sem o reservatório de retenção.

**Palavras-chave:** drenagem urbana, plano diretor, reservatório de retenção.

## INTRODUÇÃO

A água é um bem natural de suma importância para a manutenção da vida; assim sendo, é necessário ter-se cuidado e maestria na utilização da mesma, evitando o seu mal gerenciamento. Dentre os cuidados necessários, cabe-se ressaltar a drenagem urbana, pois apesar da drenagem ter sofrido diversas modificações e inovações ao longo do tempo, a sociedade ainda está compreendendo que ela é parte imprescindível para o desenvolvimento humano e das cidades, já que ela é responsável por combater as enchentes e inundações, as quais vêm crescendo em proporções alarmantes.

À medida que as cidades se desenvolvem ocorre o maior adensamento populacional, assim necessitando de maiores e mais eficientes sistemas de drenagem, buscando amenizar os desequilíbrios causados por esse avanço humano desenfreado. Sem um plano de gerenciamento e contingenciamento, os recursos naturais são comprometidos, produzindo diminuição da qualidade de vida da população.

A urbanização pode produzir sérios efeitos sobre os recursos hídricos, pois quando maior a população, mais construções de moradias são realizadas, aumentando, assim, a quantidade de

solos impermeáveis, prejudicando o ciclo hidrológico, impedindo a infiltração natural da água no solo, e isso, somado a outros fatores como a ineficiência do atual sistema de drenagem e o acúmulo de sujeiras nas ruas, interferindo diretamente no volume e velocidade da água no escoamento superficial, acarretando em inundações e enchentes.

Mesmo sendo uma cidade planejada, Teresina-PI não foi capaz de se adaptar ao acelerado crescimento populacional. Segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana (2012), em Teresina, a criação de novas edificações, incremento de calçadas em conjunto a um processo contínuo e desordenado de ocupação urbana resultaram no aumento do grau de impermeabilização de bairros, o que trouxe vários agravantes para a cidade, de maneira a proporcionar um aumento crítico no que diz respeito a alagamentos causados pelas chuvas na região.

Dessa forma, faz-se necessário o planejamento de um sistema de drenagem eficaz, capaz de comportar todo o volume de água no referido sistema. Vendo tal necessidade, propõe-se avaliar o desempenho de um sistema de reservatório de retenção em um empreendimento comercial na cidade de Teresina-PI, com o objetivo de analisar sua viabilidade técnica de implantação, bem como seus benefícios.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi feito a partir de dados e embasamentos teóricos e documentais - Manual de Drenagem, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina (PDDrU, 2012) – e sites oficiais para se ter acesso a informações da população, socioeconômicas, unidades de planejamentos e ferramentas.

### **1) Caracterização do Local da Pesquisa**

A edificação em estudo está localizada na Avenida Joaquim Nelson, Nº 3163, Bairro Dirceu Arcoverde, Zona Sul, CEP 64.078-625, na cidade de Teresina, no Estado do Piauí, com posição geográfica de Latitude 5°06'14.6"S e Longitude 42°45'08.7" W. A mesma está situada dentro da sub-bacia PD 06 com características morfológicas e hidrográficas distintas.

### **2) Sub-bacia PD06**

A Sub-bacia PD 06 está localizada no interior do perímetro de área urbana da região sul de Teresina. Sua região nordeste é altamente povoada e, devido a isso, há nessa área uma boa quantidade de redes de drenagem e dispositivos instalados na região, porém ainda há necessidade de novos ramais. Já a parte sudoeste é pouco povoada e, também, é alvo de alagamentos que interditam trechos.

### 3) Dados Construtivos

O terreno da pesquisa tem área construída e impermeável de 2.972,59 m<sup>2</sup>, com perímetro de 313,53 m. Entre os seus elementos essenciais construídos, as áreas impermeáveis são listadas compreendendo as áreas do telhado, as calçadas e estacionamento, como é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de elementos que impactam na drenagem.

Descrição	Área (m <sup>2</sup> )
Cobertura 01	818,35
Cobertura 02	770,35
Cobertura 03	42,00
Cobertura 04	63,60
Área impermeável 01	1197,05
Área impermeável 02	81,24
Área total de contribuição	2972,59

### 4) Dimensionamento do Projeto

#### 4.1) Parâmetros do Projeto

Os fatores meteorológicos foram determinados através da NBR-10.844/89, do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina e da Lei Complementar N° 4724.

#### 4.2) Período de Retorno e Tempo de Concentração

Para o objeto do estudo da sub-bacia PD 06 foi estipulado o tempo de retorno de 5 anos para cobertura e/ou terraços, e para o tempo de Concentração (T<sub>c</sub>), foi adotado um período de 5 minutos, que atende às prescrições do Manual de Drenagem Urbana do Município de Teresina.

#### 4.3) Intensidade Pluviométrica

A intensidade pluviométrica é obtida conforme a equação do IDF (Intensidade, Duração e Frequência) expressa abaixo:

$$i = \frac{1194,273 \times T^{0,1738}}{(t + 10)^{0,7457}} \quad (1)$$

Onde:

I = intensidade da chuva em (mm.h<sup>-1</sup>);

T = período de retorno do evento, em anos; t = duração da precipitação, em minutos.

A precipitação P esperada para um período de t minutos é dada através de:

$$p = i \times \frac{t}{60} \quad (2)$$

#### 4.4) Coletores

A canalização das águas pluviais dos telhados será feita por tubos em PVC até o reservatório de retenção e os coletos horizontais foram dimensionados conforme as recomendações do item 5.7 da NBR-10.844/89.

A canalização das águas pluviais precipitadas sobre o pavimento será feita através de calha com grelha retangular até o dispositivo de drenagem. O cálculo da grelha de drenagem foi feito através da fórmula:

$$Q_c = 60000 \times \frac{A}{n} \times R h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Onde:

Rh = Raio hidráulico (A/P); A = Área da seção molhada; P = Perímetro molhado;

n = Coeficiente de Rugosidade de Manning; S = declividade.

#### 4.5) Extravasador de Segurança do Reservatório

Para o dimensionamento do vertedor de excessos foi adotada a Equação (3), em que foi utilizada uma grelha de piso.

#### 4.6) Dimensionamento do Reservatório de Detenção

O dimensionamento do reservatório de retenção foi calculado seguindo o Artigo 10, §2º, da Lei Municipal 4.724/2015, para áreas inferiores a 100 hectares.

$$V_R = 5,33 \times A_i \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \quad (4)$$

Onde:

V = volume por unidade de área de terreno, em m<sup>3</sup>.

h<sup>-1</sup>

A<sub>i</sub> = área impermeável do terreno, em %.

A Tabela 2 ilustra dos dados do reservatório de retenção.

Tabela 2 - Resumo da área e volume do reservatório.

Descrição	Reservatório de Detenção
A <sub>i</sub> (%)	100
Área (ha)	0,297259
Volume (m <sup>3</sup> )	158,44

#### 4.7) Vazão Máxima Admissível

O dimensionamento da vazão máxima de saída segue a expressão abaixo, conforme demonstrado no Art. 8, § 2º, da lei 4.724/2015.

$$Q_{max} = 52,10 \times A_t \quad (5)$$



Onde:

$Q_{max}$  = Vazão máxima de admissível (l/s);

$At$  = Área total do terreno ( $ha^{-1}$ ).

#### 4.8) Seleção da bomba e Diâmetro de Recalque

Para a escolha da bomba, foi levado em conta o volume de reservatório e o tempo de utilização da bomba, seguindo indicação do fabricante, e a altura manométrica de recalque.

O dimensionamento da tubulação de recalque seguiu os parâmetros da NBR – 5626, onde diâmetro de recalque é calculado através da Fórmula de *Forchheimer*:

$$D_r = 1,3 \times \sqrt{D} \times \sqrt[4]{X} \quad (6)$$

Onde:

$D_r$  = Diâmetro da tubulação de recalque;

$Q$  = Vazão de recalque  $m^3/s$ ;

$X$  =  $H/24$  horas;

$H$  = Número de horas de funcionamento da bomba por dia.

#### 4.9) Dissipador de Energia

A partir da Equação (7), com o Número de *Froude*, é possível verificar se há a necessidade de um dissipador ao se identificar o regime, conforme a Tabela 3.

$$F = \frac{V}{(g \times Hn)^{\frac{1}{2}}} \quad (7)$$

Onde:

$V$  = Velocidade de escoamento;

$G$  = Gravidade (adota-se  $9,81m/s^2$ );

$Hn$  = Altura da lâmina d'água manométrica.

Tabela 3 - Tipos de regime de escoamento e sua necessidade de dissipadores.

Nº de <i>Froude</i> (F)	Regime de escoamento
$F < 1$	Subcrítico
$F = 1$	Crítico
$F > 1$	Supercrítico

#### 4.10) Destino Final

As águas pluviais precipitadas sobre as áreas impermeáveis do terreno irão para os coletores de águas pluviais passando por caixas de areia de onde escoarão por gravidade até o Reservatório de Detenção, para, em seguida, serem recalçadas por uma bomba centrífuga submersa até a sarjeta pública.

## 5) Comparação Técnica

A comparação será feita através do resultado do cálculo do extravasor, que é dado como a vazão máxima do sistema, com a Equação (5) de vazão permitida por norma e juntamente com a vazão de saída do projeto ( $Q_{\text{sistema}}$ ) dada através de:

$$Q_{\text{sistema}} = \frac{Ac \times i}{1000} \quad (8)$$

Onde:

$Ac$  = Área de contribuição ( $m^2$ );

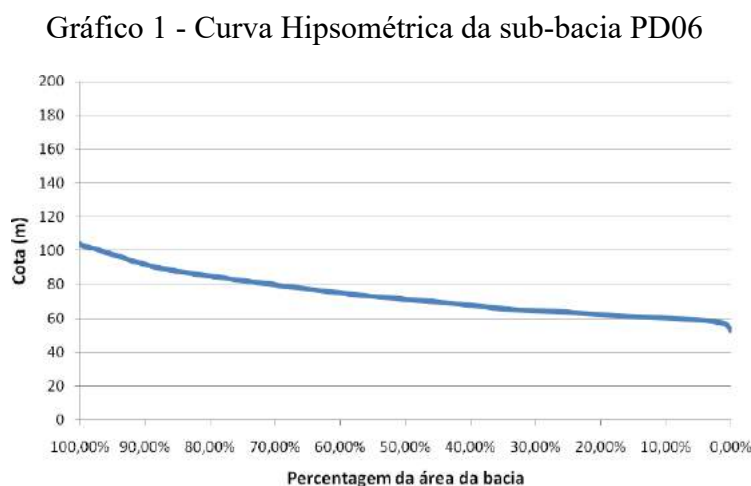
$I$  = Intensidade pluviométrica ( $mm \cdot h^{-1}$ );

Com esses aspectos, pode-se analisar e avaliar a minimização de impacto causada pela utilização do reservatório de detenção no sistema em função do que é permitido pela norma no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6) Intensidade Pluviométrica

A PD06 tem uma enorme extensão e um gradiente topográfico predominantemente suave, com cotas que variam de 104 metros próximo à cabeceira e 53 metros na foz em relação ao nível do mar, como apresentado na Curva Hipsométrica sub-bacia do Gráfico 1.



Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana (2010).

Para o cálculo de intensidade pluviométrica adota-se: Período de retorno de 5 anos;

Tempo de concentração de 5 minutos;

A partir, desses dois dados calcula-se a intensidade pluviométrica conforme a Equação 1:

$$i = \frac{1194,273 \times 5^{0,1738}}{(5 + 10)^{0,7457}} = 207,69 \text{ mm/h}$$

Para o cálculo da precipitação através da Equação 2, a precipitação P foi de:

$$P = 209,98 \times \frac{5}{60} = 17,50 \text{ m}$$

### 7) Coletores

De acordo com volume de água captado pelas áreas dos telhados, foram adotados 10 tubos coletores com DN 150 mm e 5 tubos coletores com DN 100 mm, e para as áreas impermeáveis, grelha de piso.

### 8) Área Impermeável

As áreas impermeáveis são calculadas através da Equação 3, em que as dimensões são:

Grelha: 0,15 m x 0,15 m, logo: área (A) = 0,0225 m<sup>2</sup>;

Rh = 0,05 m;

n = 0,013 (concreto);

S = 2%.

$$Q_c = 60000 \times \frac{0,0225}{0,013} \times 0,05^{\frac{2}{3}} \times 2^{\frac{1}{2}} = 19932,06 \text{ L/min}$$

$$Q_c = 0,06 \times 19932,06 = 119,53 \text{ m}^3/\text{h}$$

Grelha: 0,30 m x 0,30 m, logo: área (A) = 0,09 m<sup>2</sup>;

Rh = 0,1 m;

n = 0,013 (concreto);

S = 2%.

$$Q_c = 60000 \times \frac{0,09}{0,013} \times 0,1^{\frac{2}{3}} \times 2^{\frac{1}{2}} = 126560,66 \text{ L/min}$$

$$Q_c = 0,06 \times 126560,66 = 759,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 9) Extravador de Segurança do Reservatório

Para o dimensionamento do extravasor também é utilizado a Equação (3):

Grelha: 0,35 m x 0,30 m, logo: área (A) = 0,105 m<sup>2</sup>;

Rh = 0,11 m;

n = 0,013 (concreto);

S = 2%.

$$Q_c = 60000 \times \frac{0,105}{0,013} \times 0,11^{\frac{2}{3}} \times 2^{\frac{1}{2}} = 15784,17 \text{ L/min}$$

$$Q_c = 0,06 \times 15784,17 = 947,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 10) Dimensionamento do Reservatório de Detenção

O cálculo do volume do reservatório será calculado pela Equação 4:

$$V_{R1} = 533 \times 0,289135 = 154,10 \text{ m}^3$$

As dimensões adotadas para Reservatório de Detenção, sendo que este será de alvenaria e concreto armado, estão apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 - Dados das dimensões do reservatório.

Descrição	Dimensões (m)
Largura (L)	15,55
Comprimento (C1)	9,37
Profundidade (H1)	1,25

Observação: Profundidade 1,25 metros (20 cm para ventilação).

### **11) Vazão Máxima de Saída do Reservatório de Detenção**

O dimensionamento da vazão máxima de saída conforme na Equação (5):

$$Q_{max} = 52,10 \times 0,297259 = 15,48 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = 15,48 \times 3,6 = 55,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Observação: A bomba adotada deve ter a vazão menor ou igual a  $Q_{max} = 55,75 \text{ m}^3/\text{h}$ , e a altura manométrica mínima de 4,5 m.c.a.

### **12) Dados da Bomba Adotada (Sugestão)**

Bomba Submersível *Schneider* BCS-320;

Vazão de 40,90 m<sup>3</sup>/h;

Altura manométrica = 5 m.c.a;

Potência de 2 CV.

A Figura 1 apresenta a imagem da Bomba Submersível BCS-320 do catálogo de bombas da *Schneider* escolhida através da identificação das necessidades do projeto, utilizando uma altura manométrica que fosse no mínimo 4,5 m.c.a e vazão que fosse menor do que a exigida por norma.

Figura 1 – Bomba submersível Schneider BCS – 320



Fonte: Catálogo de Bombas Schneider (2021)

### 12.1) Vazão da Bomba de Recalque

Capacidade do Reservatório de Detenção: 182,13 m<sup>3</sup>;

Material utilizado (Tubulação): CPVC;

Horas de funcionamento da bomba: 4,45 h/dia;

Vazão da bomba de recalque (m<sup>3</sup>/dia):

$$\frac{182,13 \text{ m}^3}{4,45 \text{ h}} = 40,90 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 13) Comparação Técnica

De acordo com o cálculo do extravasor, através Equação (3), realizado no Subitem 4.3, pode-se visualizar a contribuição máxima suportada ( $Q_{\text{máxima}} = 947,05 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e a do sistema ( $Q_{\text{sistema}}$ ) dada através da Equação 4:

$$Q_{\text{Sistema}} = \frac{2972,5 \times 209,69}{1000} = 623,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

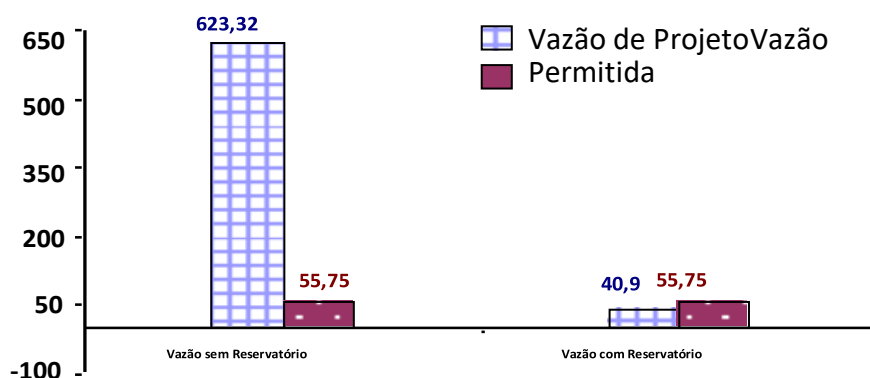
Partindo disso, com os valores de vazão do sistema e vazão máxima, foram comparadas com a vazão permitida pela norma que também é dada através da Equação 5, utilizando a área total  $A_t = 2972,59 \text{ m}^2$ .

$$Q_{\text{Máx permitida}} = \frac{52,10 \times 2972,5}{10000} = 15,49 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Máx permitida}} = 15,49 \times 3,6 = 55,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

A comparação é apresentada através do Gráfico 2, o qual contém as vazões de projeto e permitida por norma.

Gráfico 2 - Vazões de Projeto versus a Vazão Permitida



Fonte: Autores – modificada (2021)

Assim, o gráfico expressa visualmente a eficácia do método, em que houve uma redução de 93,44% da vazão que seria descarregada no sistema de drenagem.

## CONCLUSÃO

À medida que as cidades crescem, aumentam-se proporcionalmente os desequilíbrios sociais e ambientais e, assim, as inundações e enchentes fazem parte de um conjunto de acontecimentos que se agravam cada vez mais. Nesse viés, o presente estudo buscou mitigar a possibilidade da ocorrência desses fenômenos nas proximidades do empreendimento comercial estudado através do reservatório de retenção, um dispositivo de controle de drenagem e redução das grandes vazões.

Com os dados apresentados, ficou demonstrado como o reservatório de retenção foi capaz de reduzir em 93,44% da vazão de água pluvial que seria lançada nas vias públicas, resultando na redução dos riscos de enchentes e inundações causados pelo grande volume de água precipitado em um curto período de tempo.

Por tudo isso, os reservatórios de retenção mostraram ser uma solução tecnicamente eficaz, uma vez que, além de resolverem a origem do problema, são capazes de minimizar os efeitos das grandes vazões, as quais seriam lançadas nos sistemas de drenagem, entre eles, os prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

## REFERÊNCIAS

Conhecimento do ciclo hidrológico das cidades facilita preservação. 2007. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/noticias/conhecimento-do-ciclo-hidrologico-das-cidades1-facilita-preservacao>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOURA, M. G. B. de.; LOPES, W. G. R. Lagoas da zona norte de Teresina e seus entornos: Uma análise ambiental. In: III Encontro da ANPASS (p.1-16) 2006.

RODRIGUES NETO, E. X.; LIMA, A. J. (2019). Inundações em Teresina-Piauí: Uma questão socio-histórica. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v.11, e20180177. Disponível em <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180177>. Acesso em 15 de abr. 2020.

SILVEIRA, A. L. L. Hidrologia urbana no Brasil. In: Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: Ed. Da Universidade. p. 511-525. 2004.

SOBRINHA, Lôide A. Monitoramento e modelagem de um poço de infiltração de águas pluviais em escala real e com filtro na tampa. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências

Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2012. Teresina: Concremat Engenharia, 2012. V.25, T.05/15 Conteúdo: 25 V

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2012. Teresina: Concremat Engenharia, 2010. V.25, T.01/15 Conteúdo: 25 V

TERESINA. Programa Lagoas do Norte –Marco de Reassentamento Involuntário das famílias e imóveis afetados pela implantação do PLN. Teresina. Teresina – Programa Lagoas do Norte. Relatório de Avaliação Ambiental – RAA. Teresina.

TUCCI, CEM Gerenciamento integrado de inundações urbanas no Brasil. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v1n1.p59-73>. Acesso em: 10 mai. 2020.

TUCCI, CEM Gerenciamento integrado de inundações urbanas no Brasil. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v1n1.p59-73>. Acesso em: 10 mai. 2020.





Adelson Menezes Lima  
Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima  
Humberto Dionísio de Andrade  
Paulo César Linhares da Silva  
Reuber Régis de Melo  
Samanta Mesquita de Holanda

**ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM CÉLULAS  
METAMATERIAS PRÓXIMAS À LINHA DE ALIMENTAÇÃO**

# ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM CÉLULAS METAMATERIAS PRÓXIMAS À LINHA DE ALIMENTAÇÃO

Adelson Menezes Lima

Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima

Humberto Dionísio de Andrade

Paulo César Linhares da Silva

Reuber Régis de Melo

Samanta Mesquita de Holanda

## RESUMO

Neste trabalho é proposto uma antena de microfita com células metamateriais, próximas à linha de alimentação. Inicialmente, foi selecionada uma célula para a mesma frequência de operação da antena que é 5,8 GHz, em seguida fixada na parte superior da antena. Parâmetros como coeficiente de reflexão, largura de banda, ganhos em 2D e 3D, e distribuição do campo elétrico foram analisados. Resultados obtidos computacionalmente da antena proposta e padrão (sem células metamateriais) foram comparados, sendo evidenciado um melhor desempenho para alguns parâmetros da antena proposta.

**Palavras-chave:** Antenas de microfita, metamaterial, células, CLL.

## INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico no campo do sistema de comunicação sem fio, tem exigido equipamentos mais atraentes com características leve, baixa espessura e de fácil integração com outros sistemas (Balanis, 2005). Para atender estes sistemas, as antenas de microfita são introduzidas como uma alternativa viável por transmitir e receber informações, pois desde a década de 50 é difundida e passa por constante evolução com os pesquisadores, desta forma propondo novos modelos, soluções e melhores serviços de comunicação (Balanis, 2005).

Diante do contexto, vários materiais foram incorporados nos projetos das antenas, com o objetivo de tornar as antenas mais atraentes e otimizar o seu desempenho. Um dos materiais requisitados pelos pesquisadores, são os metamateriais (MTMs) (Lima, et al. 2020) e (Salim e Lim, 2018). Os MTMs são estruturas periódicas que apresentam características eletromagnéticas diferentes e não encontradas na natureza, quando comparadas com os materiais convencionais. Além disso, nos MTMs é possível manipular a suas propriedades, como a permissividade ( $\epsilon$ ) e permeabilidade ( $\mu$ ). Logo, a partir de  $\epsilon$  e  $\mu$  modificados, é possível conseguir novas características do material para muitas aplicações, assim como permitir

mudanças na radiação das antenas (Salim e Lim, 2018).

Na literatura, trabalhos são apresentados com estruturas MTMs nos projetos e construção das antenas, que em forma de células, proporcionam efeitos na propagação eletromagnética da antena. As células são aplicadas nas partes constituintes das antenas de microfita, ou seja, no *patch* e próximo a linha de alimentação (Golliwar et al. 2016), (Hidalgo, 2019), (Hassain et al. 2019) e (Selvi et al. 2018), dentro do substrato (Lima, et al. 2020) e (Silva, et al. 2015) e no plano de terra (Devapriya e Robinson, 2019) e (Serria e Hussein, 2020).

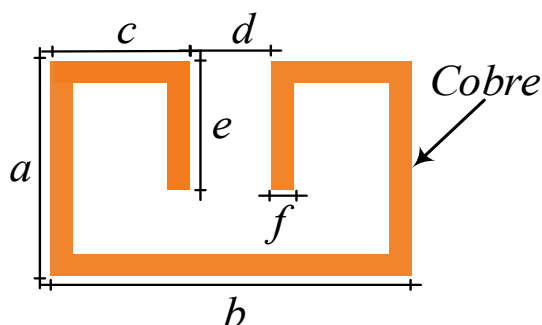
Assim, com o objetivo de analisar o desempenho de uma antena *patch* de microfita com células metamateriais, através das suas propriedades de radiação, neste trabalho estruturas ressoadoras foram posicionadas próximas à linha de alimentação da antena. As dimensões da antena foram projetadas para operar uma frequência de 5,8 GHz. Além disso, a antena proposta foi comparada com a antena padrão computacionalmente, por meio do *software ANSYS HFSS®*, que utiliza o método dos elementos finitos.

Por fim, os resultados nos mostram que os MTMs melhoraram alguns parâmetros da antena, interferindo positivamente em seu desempenho, principalmente, com a supressão de modos superiores e tornando uma antena multibanda.

## MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi selecionada a célula ressoadora analisada em (Jabire, et al. 2019) e (Lima, et al. 2020), do tipo *Capacitive Loaded Loop (CLL)*, como é apresentado na Figura 1. A célula é desenvolvida e projetada para trabalhar na frequência de ressonância de 5,8 GHz, a partir das dimensões em milímetros (mm) da Figura 1, em que:  $a = 2$ ,  $b = 3,8$ ;  $c = 1,65$ ;  $d = 0,5$ ;  $e = 1,2$ ;  $f = 0,2$ . A célula tem um laminado de cobre com espessura de 0,03 mm. É importante destacar, que qualquer mudança nas suas dimensões, influenciará na frequência de ressonância da célula, consequentemente influenciará no desempenho da antena quando posicionada.

Figura 1 - Célula CLL e suas dimensões.



Em seguida uma antena de microfita foi projetada computacionalmente utilizando o *software ANSYS HFSS®*, para aplicações em 5,8 GHz (Lima, et al. 2020), conforme metodologia

apresentada por (Balanis, 2005) e (Matin, 2010). Além disso, para a simulação foi considerado um material em fibra de vidro (FR4), que é normalmente aplicado a dispositivos de comunicação sem fio, com constante dielétrica  $\epsilon_r = 4,4$  e tangente de perda ( $\delta$ ) igual a 0,02. Desta forma, foram determinados os parâmetros  $W_p$  e  $L_p$  das equações:

$$W_p = \frac{1}{2fr\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

$$L_p = \frac{1}{2fr\sqrt{\epsilon_{reff}}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} - 2\Delta L \quad (2)$$

A partir das equações (1) e (2), foram obtidos os parâmetros  $L_g$  e  $W_g$  para as equações:

$$L_g = 6h + L_p \quad (3)$$

$$W_g = 8h + W_p \quad (4)$$

Sendo  $W_p$  a largura do patch,  $f_r$  a frequência de ressonância,  $\epsilon_r$  a constante dielétrica do substrato,  $\mu_0$  a permeabilidade magnética do vácuo,  $\epsilon_0$  a permissividade elétrica do vácuo,  $L_p$  o comprimento do patch,  $\epsilon_0$  a constante dielétrica efetiva,  $\Delta L$  o comprimento estendido do *patch*,  $L_g$  o comprimento do plano de terra e  $W_g$  a largura do plano de terra.

A Figura 2 apresenta a antena de microfita padrão, sendo alimentada por uma linha de microfita com  $50 \Omega$  (Balanis, 2005), em que a antena tem a parte superior (*patch*) e a parte inferior (plano de terra) em cobre de espessura 0,03 mm. Entre o *patch* e plano terra, se encontra o material dielétrico (substrato) em FR4. A tabela 1 apresenta as dimensões e partes da antena.

Figura 2 - Antena de microfita padrão.

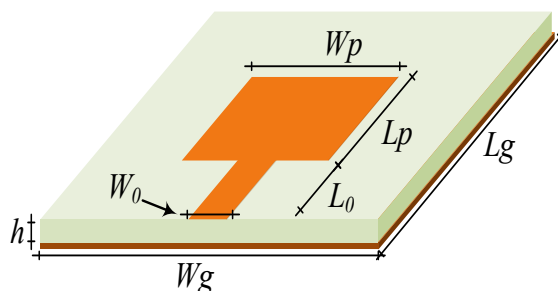


Tabela 1 - Parâmetros e dimensões da antena.

Parâmetros	Dimensões (mm)
Comprimento do <i>patch</i> ( $L_p$ )	29,2
Largura do <i>patch</i> ( $W_p$ )	41,6
Comprimento do plano de terra ( $L_g$ )	10
Largura do plano de terra ( $W_g$ )	16
Linha de alimentação ( $L_0$ )	6,5
Largura da linha de alimentação ( $W_0$ )	2,7
Largura do substrato ( $h$ )	1,58

A partir da célula tipo *CLL* e o projeto da antena padrão, duas células foram inseridas próximas à linha de alimentação da antena, para analisar o desempenho e efeito da antena de microfita, conforme as Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Antena de microfita proposta em visão superior.

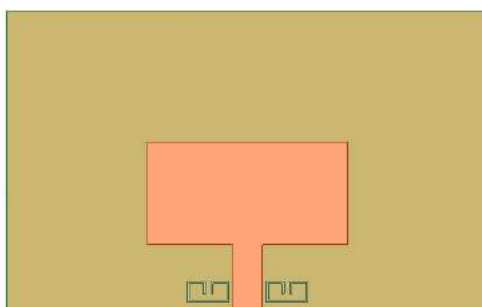
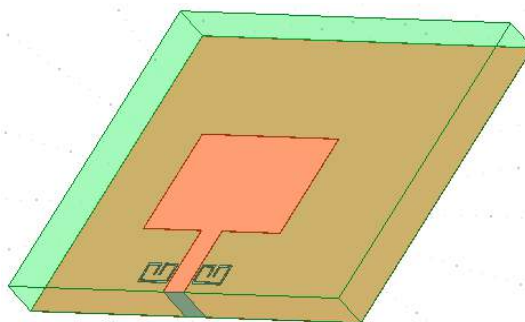


Figura 4 - Antena de microfita proposta em visão 3D.



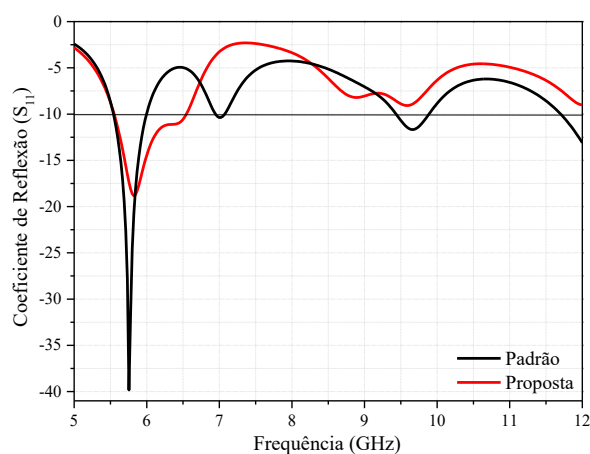
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações apresentam os resultados da antena padrão sem células MTMs e, da antena proposta com as células MTMs, para os parâmetros de coeficiente de reflexão ( $S_{11}$ ), largura de banda (LB), ganhos em 2D e 3D, e distribuição de campo elétrico. As simulações utilizaram o *software ANSYS HFSS®* que é baseado no método dos elementos finitos, para analisar os seus

desempenhos. Além disso, validar o projeto com valores de  $S_{11}$  abaixo de -10 dB, conforme a FCC (*Federal Communication Commission*) para escala comercial.

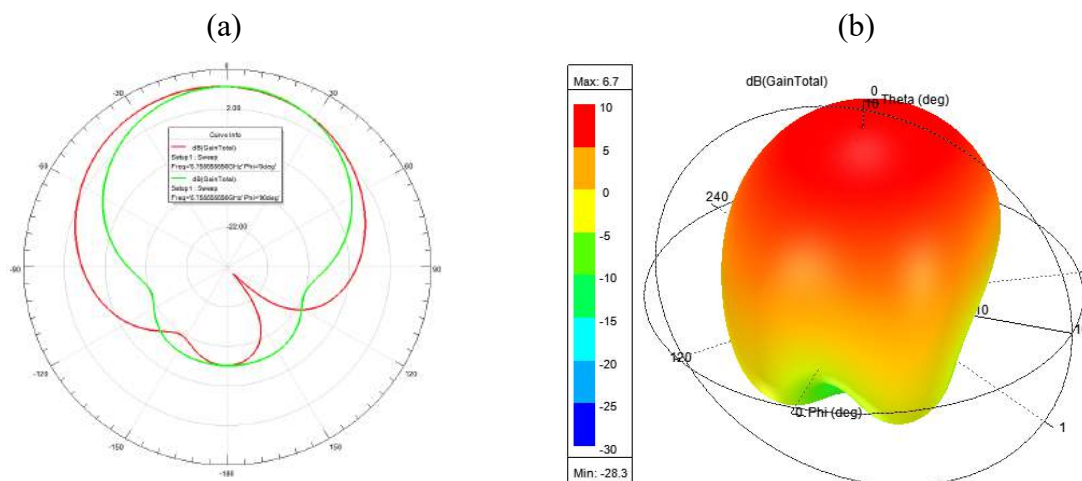
A Figura 5 mostra a comparação das curvas do  $S_{11}$ . Na antenna padrão, apresenta as frequências de 5,75 GHz com LB de 460 MHz, 7 GHz com LB de 120 MHz, e 9,66 GHz com LB de 460 MHz. Além disso, obtêm seus parâmetros  $S_{11}$  de -39,82 dB, -10,37 dB e -11,67 dB, respectivamente. Para a antenna proposta com as células MTMs, apresenta uma frequência de 5,84 GHz, LB de 1 GHz e  $S_{11}$  de -18,73 dB. Neste caso, a LB foi muito maior quando comparado com a antenna padrão, para a frequência fundamental das antenas. É importante destacar, que as antenas de microfita têm uma desvantagem de fornecer uma baixa LB e, na proposta existe um aumento em torno de 45%. Além disso, observa-se que a presença das células MTMs resultou na filtragem de outros modos de ordem superior à fundamental entre 6,55 GHz e 12 GHz, ficando acima de -10 dB.

Figura 5 - Parâmetro  $S_{11}$  da antenna padrão e proposta.



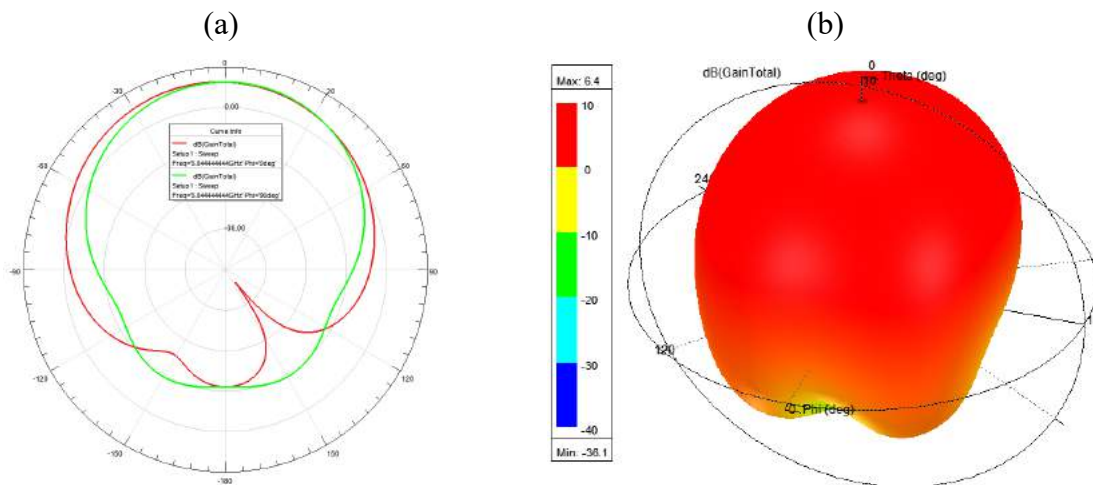
A Figura 6 mostra o diagrama de radiação em 2D para o plano E e plano H, e 3D para o ganho máximo na frequência de 5,75 GHz da antenna padrão. Assim, o maior ganho é alcançado quando teta é  $-15^\circ$ .

Figura 6 - Diagramas da antenna padrão a) 2D e b) 3D.



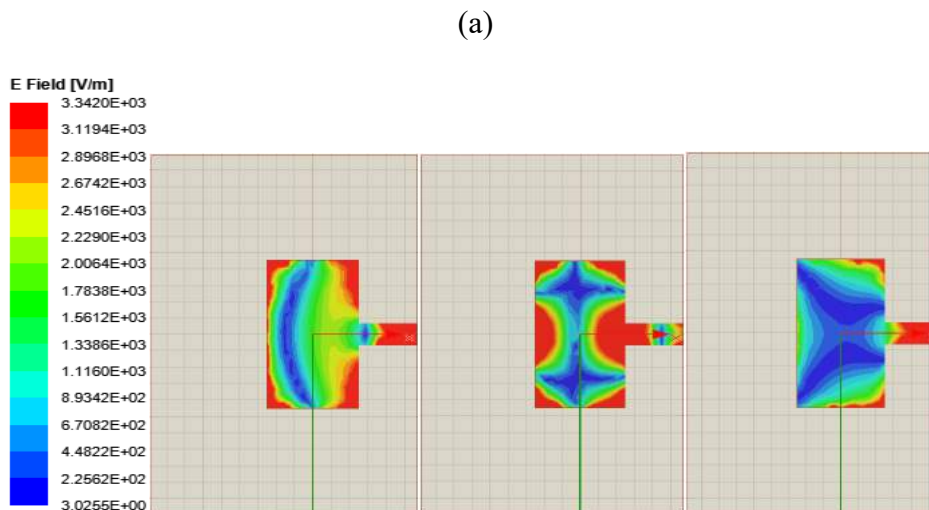
A Figura 7 mostra o diagrama de radiação em 2D para o plano E e plano H, e 3D para o ganho máximo na frequência de 5,84 GHz da antena proposta com as células metamateriais. Assim, o maior ganho é alcançado quando teta é 16°. Observa-se que o ganho foi menor que a antena padrão, logo está associado ao aumento de material metálico que proporcionou perdas (Lima, et al. 2020).

Figura 7 - Diagramas da antena proposta a) 2D e b) 3D.



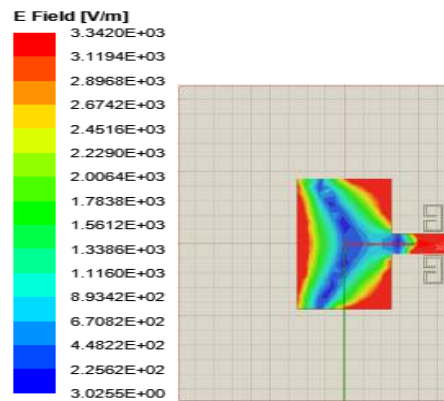
Na Figura 8 é ilustrado a distribuição do campo elétrico no *patch* das antenas, sendo classificados a partir da quantidade de semi-ciclos ao longo de  $L_p$  e  $W_p$ . Na antena padrão (Figura 8a), mostra o modo fundamental ( $TM_{10}$ ), e os modos harmônicos superiores  $TM_{12}$  e  $TM_{02}$ . Na antena proposta (Figura 8b), apresenta o modo fundamental ( $TM_{10}$ ).

Figura 8 - Distribuição do campo elétrico no patch a) Antena padrão e b) Antena proposta.





(b)



## CONCLUSÃO

Neste trabalho, uma antena de microfita foi projetada para trabalhar na frequência de 5,8GHz, além disso alguns de seus parâmetros foram analisados. O estudo foi baseado na proposta de inserir células metamateriais próximas à linha de alimentação da antena, para um tamanho fixo da célula.

A antena proposta foi comparada com a antena padrão pela análise dos parâmetros de coeficiente de reflexão em função da frequência de ressonância, largura de banda, ganho e distribuição de campo elétrico. A antena proposta apresentou um relevante aumento da largura de banda, supressão de modos superiores para valores acima de -10 dB e obteve um ganho menor. Por fim, fica evidenciado que o uso de células metamateriais em projetos de antenas microfita, auxilia no desempenho das antenas, conforme citado na literatura.

## REFERÊNCIAS

Balanis, C. A. *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd ed., New York, John Wiley and Sons, 2005.

Devapriya, A. T.; Robinson, S. Investigation on Metamaterial Antenna for Terahertz Applications, *Journal of Microwave, Optoelectronics and Electromagnetic Applications*, v. 18, n. 3, p. 377-389, 2019.

Golliwar, A. V. et al. Multiple Controllable Band Notch Antenna for UWB Cognitive Radio Application, 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), 2016.

Hassain, Z. A. et al. Single and Dual Band-Notch UWB Antenna Using SRR/CSRR Resonators, *Journal of Communications*, v. 14, n. 6, p. 504-510, 2019.

Hidalgo, A. E.; Rizo, F. M. Antena de Microcitra com Estructura Híbrida Metamaterial para 2.4 GHz, *Revista Chilena de Ingeniería*, v. 27, n. 1, p. 22-23, 2019.

Jabire, A. H. et al. Characteristic Mode Analysis and Design of Wide Band MIMO Antenna Consisteing of Metamaterial Init Cell, *Electronics (Basel)*, v. 8, n. 1, p. 68, 2019.

Matin, M. A.; Sayeed, A. I. A Design Rule for Inset-fed Rectangular Microstrip Patch Antenna, *WEAS Transactions on Communications*, v. 9, n. 1, p. 63-72, 2010.

Lima, A. M. et al. Effect of Metamaterial Cells Array on a Microstip Patch Antenna Design, *Journal of Microwave, Optoel. And Electromag. Applications*, v. 19, n. 3, p. 327-342, 2020.

Salim, A.; Lim, S. Review of Recent Metamaterial Microfluidic Sensors, *Sensors*, v. 18, n. 1, p. 232, 2018.

Selvi, N. T. et al. An Inset-Fed Rectangular Microstrip Patch Antenna with Multiple Split Ring Resonator Loading for WLAN and RF-ID Applications, *Progress in Electromagnetics Research C*, v. 81, n. 6, p. 41-52, 2018.

Serria, E. A.; Hussein, M. L. Implications of Metamaterial on Ultra-Wide Band Microstrip Patch Antena Performance, *Crystals*, v. 10, n. 8, p. 1-24, 2020.

Silva, J. L. et al. Microstrip Patch Antena Project with Split Ring Resonator Periodically Arrayed on the Substrate, *Microwave and Optical Technology Letters*, v. 57, n. 12, p. 2715-2720, 2015.



Reuber Regis de Melo  
Paulo César Linhares da Silva  
Adelson Menezes Lima  
Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima

**ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA  
COM SUBSTRATO MICRO USINADO**

# ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM SUBSTRATO MICRO USINADO

Reuber Regis de Melo  
Paulo César Linhares da Silva  
Adelson Menezes Lima  
Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima

## RESUMO

Neste trabalho, é proposto uma antena de microfita com substrato preparado por micro usinagem. A micro usinagem produz um gap de ar devido a retirada de uma fina camada de material do substrato. A antena foi projetada para ressoar em 2,45 Ghz com o propósito de aplicação em dispositivos para identificação por rádio frequência. Foram analisadas duas profundidades para o gap de ar com 30% e 60% da espessura do substrato. A permissividade relativa efetiva do substrato foi deduzida e utilizada para redimensionar a antena. Foram analisados o coeficiente de reflexão, o diagrama de radiação e o ganho da antena. Os resultados obtidos mostraram melhoras no ganho da antena e a possibilidade de configurar a frequência de operação com a inclusão do gap de ar.

**Palavras-chave:** Micro usinagem, antena de microfita, permissividade elétrica, ganho.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vários trabalhos de pesquisa têm sido realizados buscando aumentar a largura de banda, o ganho e melhorar a diretividade de antenas de microfita (Li e Luk, 2014). Uma estratégia utilizada é o uso da técnica de micro usinagem aplicada no substrato da antena. Essa estratégia consiste em retirar parte do substrato, criando multicamadas entre o patch e o plano de terra da antena (Gharsallah et. al, 2001; Kundu et. al, 2014; Islam e Latrach, 2013; Chen et. al, 2010; Papapolymerou et. al, 1998; Öjefors, 2004). Entretanto, o uso dessa técnica pode provocar variações na frequência de ressonância e o surgimento de modos degenerados que podem influenciar negativamente na eficiência da antena.

Alguns estudos com antenas de microfita com *patch* retangular e substratos micro usinados, tem direcionados o uso dessas antenas em dispositivos RFID (Saha et. al 2015). Além disso, os autores destacam a importância do uso de multicamadas em substratos com constantes dielétricas elevadas, tais como a sílica.

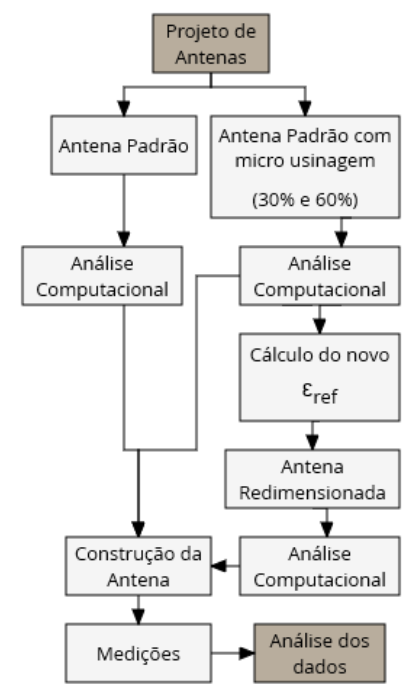
Diante disso, este trabalho realizou um estudo da técnica de micro usinagem aplicada no substrato de uma antena de microfita com *patch* retangular e alimentação por *inset-fed*. Foram

analisados os parâmetros das antenas considerando o substrato modificado por micro usinagem e comparados com os parâmetros obtidos da antena padrão. Após essa análise, uma nova constante dielétrica, chamada de permissividade relativa efetiva ( $\epsilon_{ref}$ ) foi obtida considerando os efeitos causados pela introdução do gap de ar formado no substrato. Com a nova  $\epsilon_{ref}$ , foi projetada uma nova antena redimensionada para evitar o deslocamento da frequência de operação provocado pelo defeito devido à dupla camada formada pelo FR4 e o gap de ar.

## MATERIAL E MÉTODOS

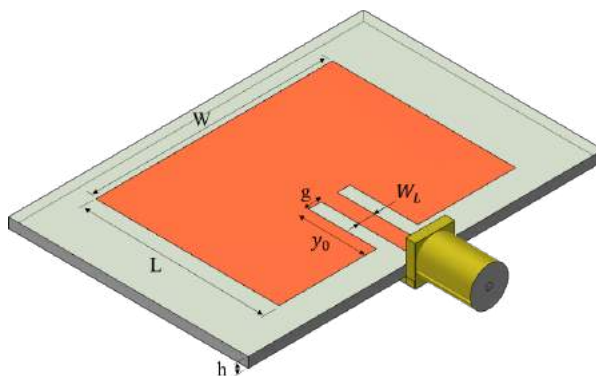
Nesta sessão serão descritos os materiais e métodos usados para desenvolver as antenas estudadas neste trabalho. A Figura 1 mostra de forma resumida as etapas da metodologia empregada para a realização do trabalho. O passo inicial foi analisar computacionalmente a estrutura da antena padrão sem micro usinagem e com 30% e 60% de micro usinagem. Depois foi construído as antenas para obter os resultados medidos. Posteriormente um novo  $\epsilon_{ref}$  foi calculado para poder redimensionar e analisar computacionalmente a nova estrutura. Por fim, todos os dados foram analisados. Nas subseções a seguir são descritos com mais detalhes cada etapa realizada.

Figura 1 - Diagrama da metodologia do trabalho



A antena utilizada neste trabalho foi de microfita com patch retangular projetada para operar em 2,45 GHz. A geometria da antena padrão é mostrada na Figura 2. Para o cálculo das dimensões da antena foi adotado o modelo da linha de transmissão descrito (Balanis, 2005). O material utilizado para o substrato foi o FR4, com permissividade relativa ( $\epsilon_r$ ) de 4,4 e tangente de perda ( $\delta$ ) de 0,02. A altura ( $h$ ) do substrato foi de 1,58 mm medindo 55,89 mm x 37,73 mm.

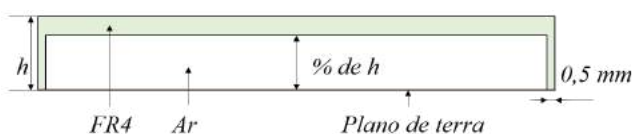
Figura 2 - Antena Padrão.



As dimensões finais para o patch da antena foram: largura  $W = 37,26$  mm e comprimento  $L = 28,83$  mm. A estratégia de alimentação utilizada foi por *inset-fed*, com profundidade  $y_0 = 10,69$  mm e espessura  $g = 0,6$  mm de acordo com (Matin e Sayeed, 2010). O comprimento da linha de alimentação ( $L_i$ ) foi de 15,44 mm obtido considerando um casador de impedância de  $1/4$  de comprimento de onda, e a largura da linha foi  $W_L = 2,52$  mm. O material que constitui o *patch* é o cobre com espessura de  $5,00$   $\mu\text{m}$ .

Na Figura 3 é mostrada a estrutura com a micro usinagem aplicada no substrato da antena *patch* padrão. Devido a parte retirada por micro usinagem, formou-se duas camadas no substrato, uma com FR4 e outra com ar. Foram determinadas duas alturas para a camada de ar no substrato, 30% e 60% da espessura total  $h$ , representando respectivamente 0,47 mm e 0,94 mm de ar. Para efeito de fixação do plano de terra na antena foi considerado uma borda de 0,5 mm em todos os lados do substrato.

Figura 3 - Substrato com micro usinagem.



Com a nova estrutura obtida pela introdução da camada ar devido a micro usinagem, foi realizado um estudo para determinar  $\epsilon_{ref}$  considerando as camadas de ar e FR4. A nova permissividade foi calculada usando (1), encontrada analiticamente a partir do modelo da linha de transmissão [10].

$$\epsilon_{ref} = 2 \left( \frac{v}{2Wf_d} \right)^2 - 1 \quad (1)$$

Onde  $f_d$  é a frequência de ressonância do primeiro modo da antena padrão após a micro usinagem. Devido à presença do gap de ar, a frequência  $f_d$  aumenta em relação à frequência de ressonância da antena padrão sem o gap de ar. Na equação (1),  $W$  representa a largura do patch e o  $v$  é a velocidade da luz no espaço livre.

Com a obtenção da nova permissividade, as dimensões para a antena de microfita foram calculadas para o substrato considerando primeiramente uma retirada de 30% e em seguida de 60% do material do substrato. Os valores obtidos são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Novas dimensões para as antenas com micro usinagem

		(mm)					
	$\epsilon_{ref}$	$W$	$L$	$y_0$	$g$	$W_L$	$L_i$
30%	2,3	47,6	39,5	13,9	0,6	4,3	20,6
60%	1,3	56,9	51,9	18	0,6	6,4	26,9

As estruturas propostas das antenas foram analisadas computacionalmente por um software de simulação que utiliza o método numérico dos elementos finitos.

As medidas do coeficiente de reflexão das antenas foram realizadas por um analisador de rede vetorial (Keysight E5071C) com faixa de medição de 9kHz até 4,5GHz.

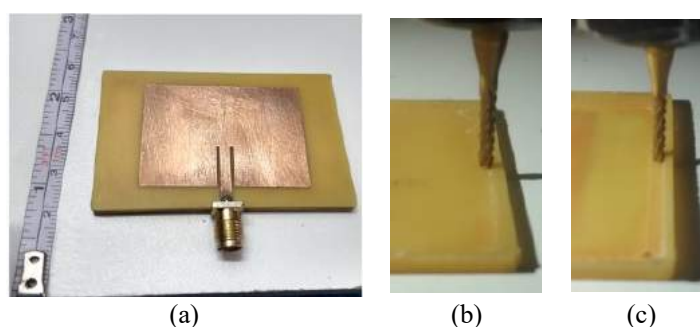
Os substratos das antenas foram construídos em uma mini CNC composta por três eixos de fuso acionados por motores de passo, sendo que, o eixo principal da CNC possui um *spindle* com rotação máxima de 12.000 rpm. A broca usada para micro usinar os substratos das antenas foi uma fresa de aço com 1,5mm de diâmetro.

Para confecção dos patches foi utilizado uma fita adesiva de cobre, e o corte da geometria do patch foi realizado por uma máquina Silhouette Cameo®. No acoplamento do plano de terra das antenas micro usinadas foi utilizado outra placa de FR4 para fixação sobre as bordas feitas na micro usinagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro parâmetro analisado foi o coeficiente de reflexão da antena padrão, considerando a micro usinagem. A Figura 4 mostra a antena padrão construída, assim como os substratos micro usinados.

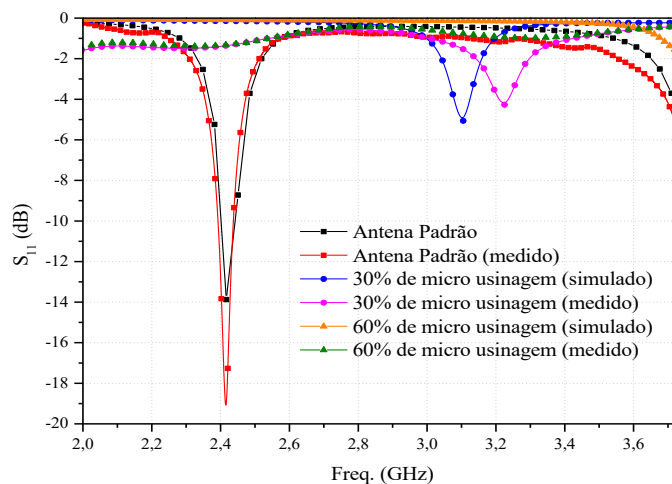
Figura 4 - (a) Antena Padrão. (b) Substrato com 30% de micro usinagem. (c) Substrato com 60% de micro usinagem.





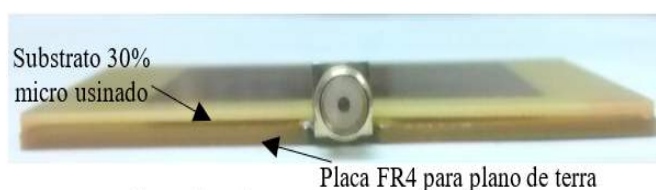
Como pode ser visto na Figura 5, o aumento da camada de ar no substrato provocou um aumento no coeficiente de reflexão e um deslocamento da frequência de ressonância da antena. Enquanto a antena padrão ressoou em 2,41 GHz com  $S_{11}$  de -13,8 dB, as antenas com 30% e 60% de micro usinagem apresentaram uma insignificante ressonância em 3,1 GHz e 3,7 GHz, com  $S_{11}$  de -5,4 dB e -0,6 dB respectivamente.

Figura 5 - Comparativo entre a antena padrão e com micro usinagem.



Como é possível observar na Figura 5, a micro usinagem provoca altas perdas de retorno na frequência  $f_d$ , e para contornar este problema, essa frequência foi usada para calcular as permissividades relativas efetivas das antenas com 30 % e 60 % de micro usinagem, e assim, uma nova antena redimensionada foi construída, como é mostrado na Figura 6. Por dificuldades de fabricação, não foi construído a antena redimensionada com 60 % de micro usinagem.

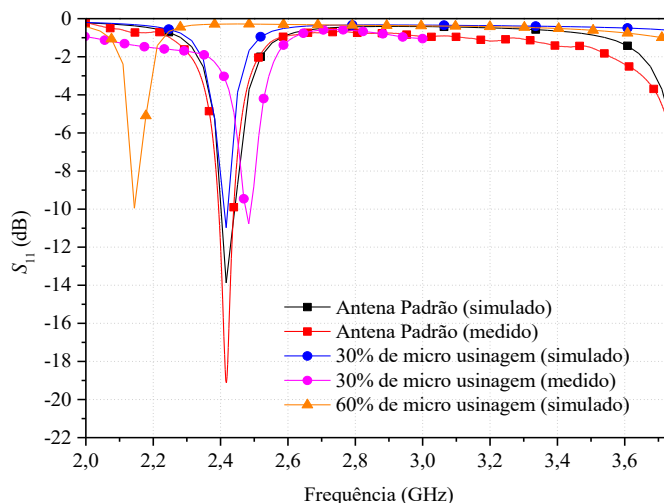
Figura 6 - Antena redimensionada.



A Figura 7 mostra os resultados medidos e simulados para as antenas redimensionadas com micro usinagem. É possível observar que para a antena 30% micro usinada e com o novo  $\epsilon_{ref}$ , o resultado simulado ressoou na frequência da antena padrão com  $S_{11}$  em torno de -11,5 dB, que corresponde um valor maior do que a medida para antena padrão. Isso significa que é preciso um ajuste melhor no casamento de impedância da antena micro usinada. A diferença do resultado medido e simulado da antena com 30% de micro usinagem pode ser justificado pela dificuldade encontrada na construção da estrutura proposta, principalmente no acoplamento do plano de terra e soldagem do conector.

Para a antena redimensionada com 60% de micro usinagem, houve ressonância em 2,14 GHz com  $S_{11}$  da ordem de -10 dB, mostrando-se que para esse nível de micro usinagem o padrão proposto não se aplica. Como o resultado simulado foi bastante distante da antena padrão, optou-se por não fabricar a antena.

Figura 7 - Comparativo entre as antenas redimensionadas com micro usinagem



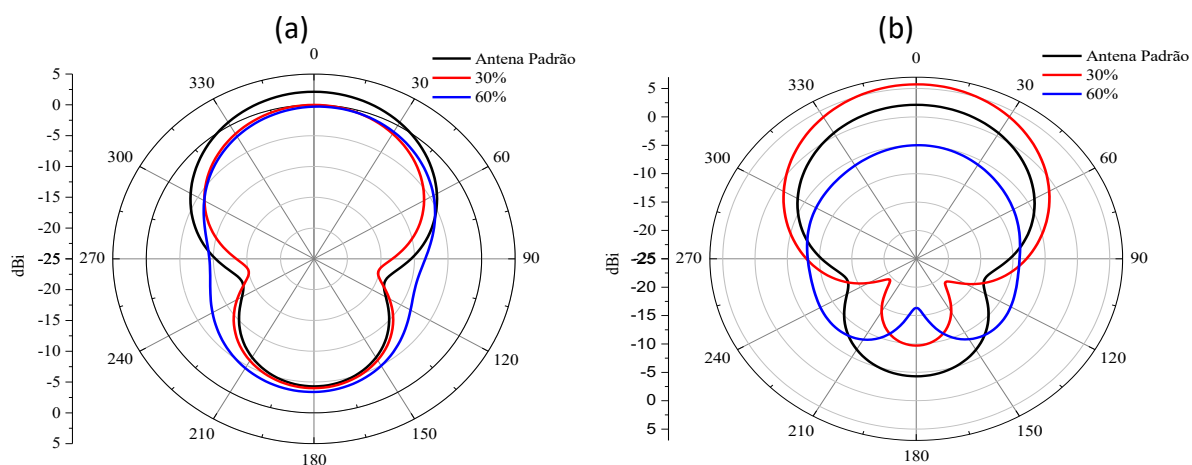
Com essa análise é possível constatar que a nova permissividade relativa efetiva considerando 30% de micro usinagem apresentou, com relação ao coeficiente de reflexão, condição satisfatória para a construção do novo protótipo. Entretanto, a baixa permissividade obtida quando consideramos 60% de micro usinagem, eleva os coeficientes de reflexão, tornando a antena ineficiente na nova frequência de ressonância. Com relação ao parâmetro  $S_{11}$ , os resultados apontam para existência de um limite na aplicação da técnica de micro usinagem no que se refere a retirada de material do substrato.

É importante destacar que os resultados obtidos estão de acordo com a literatura, onde indicam que o intervalo ideal para permissividade elétrica dos substratos das antenas de microfita é de  $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$  (Balanis, 2005).

Outro parâmetro analisado nesse trabalho foi o diagrama de radiação das antenas com micro usinagem. Foi analisado o efeito dessa técnica nas antenas com as mesmas dimensões da antena padrão e nas antenas redimensionadas. A Figura 8 mostra a análise comparativa considerando o plano E do diagrama de radiação.

Observa-se que ao se aplicar a micro usinagem com mesmas dimensões da antena padrão os ganhos em  $0^\circ$  são reduzidos em relação ao ganho da antena padrão.

Figura 8 - (a) Diagrama de radiação para as antenas com micro usinagem e mesmas dimensões da antena padrão. (b) Diagrama de radiação para as antenas com micro usinagem e redimensionadas.



Para as antenas redimensionadas destaca-se a antena com 30% de micro usinagem, onde o ganho superou a da antena padrão, chegando a 4,0 dBi de ganho em a  $0^\circ$  de  $\theta$ . A antena com 60% de micro usinagem apresentou um ganho muito baixo, evidenciando também que a baixa permissividade provocada pela camada de ar e FR4 não melhora a eficiência da antena.

## CONCLUSÃO

Nesse estudo, uma antena de microfita com patch retangular foi redimensionada de acordo com a permissividade relativa efetiva, obtida devido à inclusão de um gap de ar no seu substrato. A estrutura proposta foi projetada a partir da aplicação da técnica de micro usinagem para retirar material do substrato, provocando um defeito e causando um efeito eletromagnético similar ao que seria obtido através da deposição de múltiplas camadas para formar um único substrato. Constatou-se que é possível aumentar o ganho da antena através da modificação de suas dimensões de acordo com a nova permissividade obtida. Aqui,  $\epsilon_{ref}$  pode ser entendida como a permissividade para qual evolui a estrutura, quando o gap de ar que surge após a retirada de material do substrato, trabalha em conjunto com a camada de FR4.

Os resultados obtidos mostram uma melhor eficiência da antena com 30% de micro usinagem, mantendo-se bordas periféricas com 0,5 mm de espessura para fixação do plano de terra. Resultados preliminares apontam para uma tendência de diminuição na permissividade, quando a antena é redimensionada considerando valores elevados de retirada de material do substrato. O que ficou comprovado com a análise feita para micro usinagem de 60% do substrato.

## REFERÊNCIAS

Balanis, C. A. *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd ed., New York, John Wiley and Sons, 2005.

Chen, S., Liu, G., Chen, X., Lin, T., Liu, X., & Duan, Z. Compact dual-band GPS microstrip antenna using multilayer LTCC substrate. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, v. 9, p. 421-423, 2010.

Gharsallah, A., Mami, A., Douma, R., Gharbi, A., & Baudrand, H. Analysis of a microstrip antenna with fractal multilayer substrate using iterative method. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering: Co-sponsored by the Center for Advanced Manufacturing and Packaging of Microwave, Optical, and Digital Electronics (CAMPmode) at the University of Colorado at Boulder*, v. 11(4), p. 212-218, 2001.

Islam, S., & Latrach, M. Design construction and testing of a compact size patch antenna for RFID applications. *Microwave and Optical Technology Letters*, v. 55(12), p. 2920-2925, 2013.

Kundu, A., Roy, B., Batabyal, S., Chakraborty, U., & Bhattacharjee, A. K. A coaxial fed compact rectangular microstrip antenna with multi-layer configuration for WLAN 2.4/5.2/5.8 GHz band applications. In *2014 9th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, p. 1-4, 2014.

Li, Y., & Luk, K. M. Low-cost high-gain and broadband substrate-integrated-waveguide-fed patch antenna array for 60-GHz band. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, v. 62(11), p. 5531-5538, 2014.

Matin, M. A., & Sayeed, A. I. A design rule for inset-fed rectangular microstrip patch antenna. *WSEAS Transactions on Communications*, v. 9(1), 63-72, 2010.

Öjefors, E. *Micromachined antennas for integration with silicon based active devices (Doctoral dissertation)*, 2004.

Papapolymerou, I., Drayton, R. F., & Katehi, L. P. Micromachined patch antennas. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, v. 46(2), p. 275-283, 1998.

Saha, R., Bhunia, C. T., & Maity, S.. *Design of Micromachining Based Patch Antenna to*

Enhance Performances for RFID Tag Application. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, v. 8(1), p. 261-268, 2015.

Saha, R., Maity, S., & Trigunayat, N. Enhancement of gain, bandwidth and directivity of a patch antenna by increasing dielectric layers of the substrate through micromachining technique for RFID application. In *2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications*, p. 321-324. IEEE, 2015.



Adelson Menezes Lima  
Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima  
Alan Pedro Vasconcelos Martins  
Paulo César Linhares da Silva

**ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM  
UMA FENDA NA LINHA DE ALIMENTAÇÃO**

# ANÁLISE DE UMA ANTENA DE MICROFITA COM UMA FENDA NA LINHA DE ALIMENTAÇÃO

Adelson Menezes Lima

Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima

Alan Pedro Vasconcelos Martins

Paulo César Linhares da Silva

## RESUMO

Neste trabalho é proposto uma antena de microfita com fenda na linha de alimentação. A técnica é apresentada para otimizar o casamento de impedância e evitar reflexão de ondas eletromagnéticas. As antenas foram analisadas para a frequência de operação de 5,8 GHz, por meio dos parâmetros de coeficiente de reflexão e largura de banda. Resultados obtidos computacionalmente da antena com e sem fenda foram comparados, sendo evidenciado um melhor desempenho para a antena proposta.

**Palavras-chave:** Antenas de microfita, casamento de impedância, fenda, projeto.

## INTRODUÇÃO

As antenas de microfita são muito utilizadas em diversas aplicações de comunicação, como radares, satélites, radiodifusão, sensores e identificação por rádio frequência (Silva, 2019). Em uma configuração padrão, apresenta o elemento radiante (*patch*), substrato dielétrico e plano de terra.

Comparando as antenas convencionais com as antenas *patch* de microfita (APM), as APM apresentam vantagens, como: peso reduzido, menores dimensões, baixa espessura e custo de fabricação, fácil integração com sistemas de rádio frequência (RF) e micro-ondas (Balanis, 2005) e (Silva, et al. 2019). Entretanto, algumas desvantagens são intrínsecas, como: menor largura de banda (LB), redução no ganho e dificuldades em realizar o casamento de impedância (Balanis, 2005), (Silva, et al. 2019) e (Silva, 2019).

Entre as desvantagens, o casamento de impedância é um importante parâmetro de projeto, pois ele está relacionado com a linha de alimentação de uma APM. Quando projetado corretamente, evita que uma onda eletromagnética seja refletida para a fonte geradora, assim como otimiza o poder de transmissão e recepção de uma APM (Lima, et al. 2020), e acaba entregando mais energia para a carga ou outras partes do sistema. Além disso, pode afetar o desempenho geral das APM, pois estará alterando seus principais parâmetros.

Diante disso, desenvolver dispositivos que funcionem bem quando integrado com sistemas de

comunicação sem fio, para envio e recebimento de informações, é um desafio para os pesquisadores (Silva, et al. 2019). Entretanto, com o avanço tecnológico, isso tem se tornado cada vez mais possível e sendo superados gradualmente.

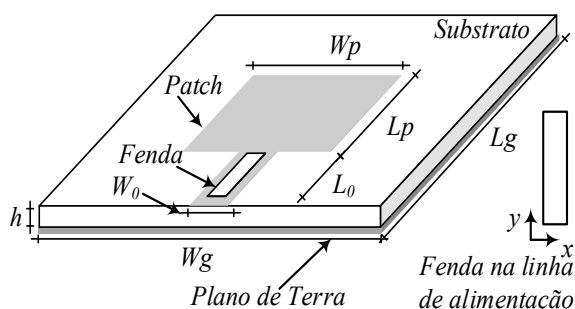
Assim, como forma de otimizar o casamento de impedância, técnicas são aplicadas na literatura, como a inserção de fendas na APM (*inset-fed*), transformadores de impedância ( $\lambda/4$ ), *stubs* e inserção de fenda na linha de alimentação (Balanis, 2005), (Matin, 2010), (Silva, et al. 2019) e (Silva, 2019).

Portanto, neste trabalho a técnica da inserção da fenda na linha de alimentação foi aplicada, para analisar o desempenho de uma APM, através da suas propriedades de radiação, para uma frequência de 5,8 GHz. Por fim, resultados computacionais por meio do *software ANSYS HFSS®*, foram apresentados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, uma APM foi projetada computacionalmente utilizando o *software ANSYS HFSS®*, para aplicações em 5,8 GHz (Lima, et al. 2020), com a metodologia de (Balanis, 2005), (Matin, 2010) e (Silva, 2019). O projeto adotou os seguintes parâmetros: material em fibra de vidro (FR4) com constante dielétrica  $\epsilon_r = 4,4$ , tangente de perda  $\delta = 0,02$  e espessura do cobre 0,03 mm. Desta forma, os seguintes parâmetros foram determinados:  $W_p = 41,6$  mm,  $L_p = 29,2$  mm,  $W_g = 16$  mm,  $L_g = 10$  mm,  $L_0 = 6,5$  mm,  $W_0 = 2,7$  mm,  $h = 3,1$  mm. A partir do projeto, uma fenda foi inserida na linha de alimentação com 4,5 mm na direção  $y$  e sofreu variações na direção  $x$ , ou seja, 0,3 mm, 0,6 mm, 0,9 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 1,8 mm e 2,1 mm. A Figura 1 mostra a APM e a proposta da inserção das fendas.

Figura 1 - Antena de microfita com a fenda.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi utilizado o *software ANSYS HFSS®* para analisar o desempenho da antena sem fenda (padrão) e, da antena proposta com fenda, com valores de coeficiente de reflexão ( $S_{11}$ ) abaixo de -10 dB. Os parâmetros analisados foram o  $S_{11}$  e a largura de banda (LB). A Figura 2 mostra a comparação das curvas do  $S_{11}$  para as APM, em que a inserção da fenda provoca uma



variação do  $S_{11}$  e na LB, conforme resumo da Tabela 1. Ainda mostra que as variações na fenda é capaz de permitir considerável redução do  $S_{11}$ , que reflete diretamente no casamento de impedância. Neste sentido, a inserção das fendas apresentou uma potencialidade para se trabalhar em projetos e obter um melhor desempenho das APM, isso ainda indica uma maior eficiência na transmissão e recepção de energia para a carga para os sistemas.

Figura 2 - Parâmetro  $S_{11}$  da antena padrão e proposta.

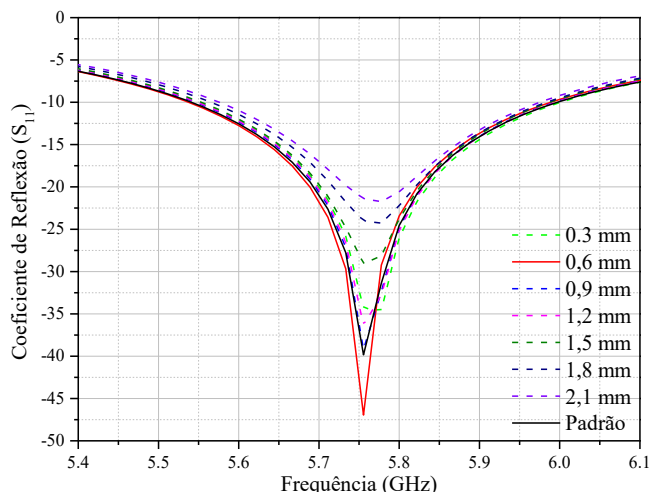


Tabela 1 - Resumo das antena com e sem fenda.

Frequência (GHz)	Fenda (mm)	LB (MHz)	$S_{11}$ (dB)
5,77	0,3	560	-34,61
5,75	0,6	440	-46,95
5,75	0,9	440	-39,20
5,75	1,2	440	-36,36
5,75	1,5	420	-29,08
5,77	1,8	420	-24,27
5,77	2,1	390	-21,73
5,75	Padrão	440	-39,82

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, uma APM com fenda na linha de alimentação foi proposto. Para verificar a sua influência, alguns parâmetros foram analisados. A APM proposta foi comparada com a APM padrão, por meio dos parâmetros de coeficiente de reflexão em função da frequência de ressonância e largura de banda. Por fim, a APM proposta apresentou uma relevante variação no  $S_{11}$  em 0,6 mm, assim como maior LB com a fenda de 0,3 mm, que auxiliam no desempenho

das antenas e no casamento de impedância, sendo possível a sua fabricação em escala comercial.

## REFERÊNCIAS

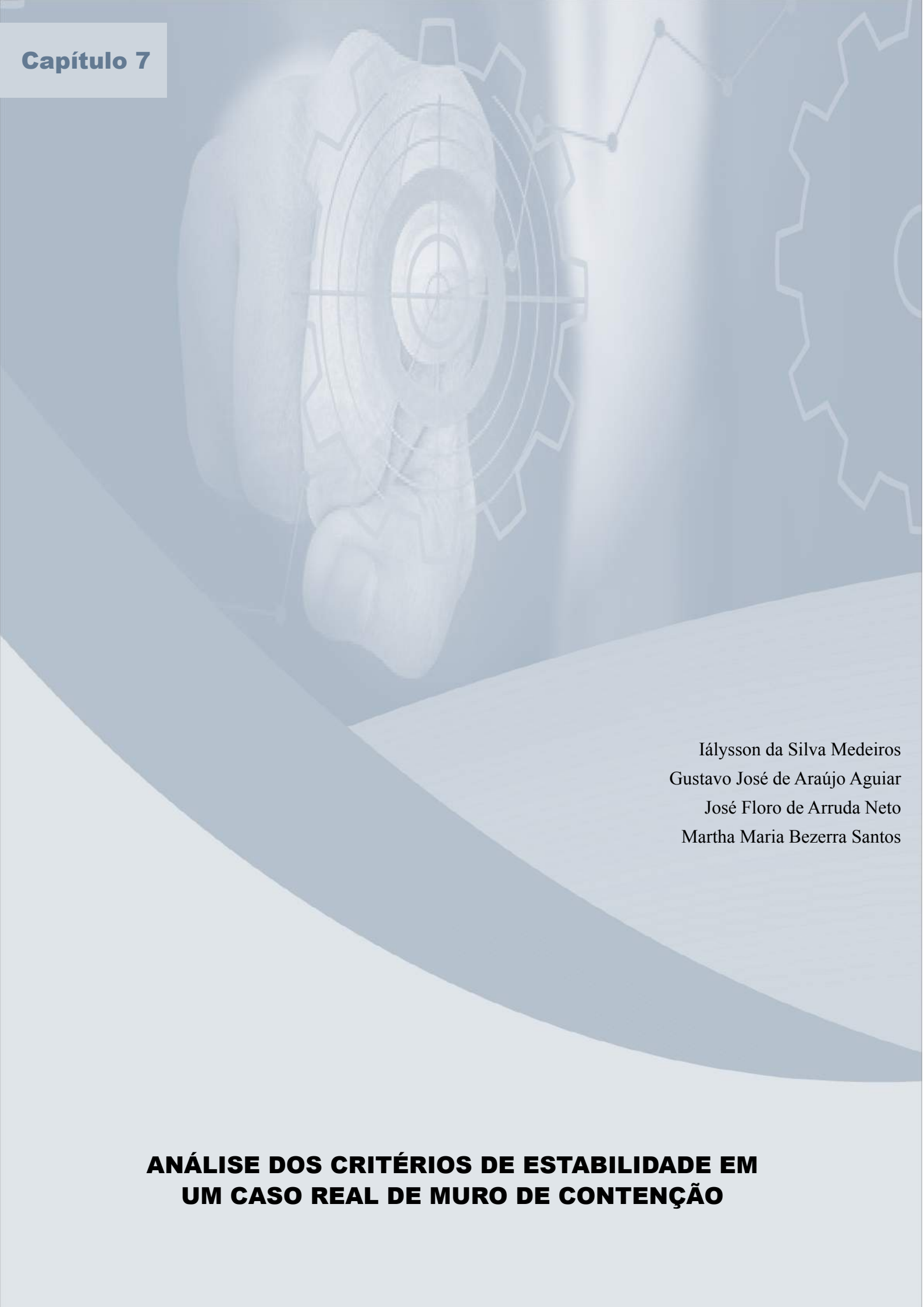
Balanis, C. A. *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd ed., New York, John Wiley and Sons, 2005.

Matin, M. A.; Sayeed, A. I. A Design Rule for Inset-fed Rectangular Microstrip Patch Antenna, *WEAS Transactions on Communications*, v. 9, n. 1, p. 63-72, 2010.

Lima, A. M. et al. Effect of Metamaterial Cells Array on a Microstrip Patch Antenna Design, *Journal of Microwave, Optoelect. And Electromag. Applications*, v. 19, n. 3, p. 327-342, 2020.

Silva, A. N da; Carvalho, R. G. G. de; Júnior, A. G. D.; D'Assunção, A. G. A. New Technique Using Axially Slotted Microstrip Line for Antenna Impedance Matching Designs, *Journal of Micro., Optoelect., and Electrom. App.*, v. 18, n. 2, p. 208-218, 2019.

Silva, A. N da. *Novas Técnicas de Otimização de Casamento de Impedância de Antenas Planares para Sistemas de Comunicação Sem Fio*, Tese de Doutorado, UFRN, 2019.



Iálysson da Silva Medeiros  
Gustavo José de Araújo Aguiar  
José Floro de Arruda Neto  
Martha Maria Bezerra Santos

**ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE EM  
UM CASO REAL DE MURO DE CONTENÇÃO**

# ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE EM UM CASO REAL DE MURO DE CONTENÇÃO

Iálysson da Silva Medeiros  
Gustavo José de Araújo Aguiar  
José Floro de Arruda Neto  
Martha Maria Bezerra Santos

## RESUMO

As estruturas de contenções são destinadas para alcançar a estabilidade do solo em uma determinada área, com uma topografia marcante. Há alguns anos, surgiram técnicas e teorias acerca deste assunto, e a partir daí, iniciaram estudos na intenção de conhecer o comportamento das contenções, evidenciando a atuação do solo sobre estas estruturas. Tomando como base esse ponto de vista, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso sobre um muro de contenções do tipo arrimo por gravidade com perfil trapezoidal construída com concreto maciço, apresentando resultados das análises de segurança contra o tombamento, deslizamento e capacidade de carga do solo, levando em consideração os fatores reais do local da obra, resultando nos critérios de atendimento de estabilidade. Nessa perspectiva, pôde-se verificar a partir dos resultados obtidos nas análises, que os critérios de segurança e estabilidade foram atendidos, obedecendo os valores mínimos exigidos, concluindo que a obra não precisa de reparos para atender esses critérios. Ademais, evidencia-se a necessidade da realização de projetos mais criteriosos quanto a escolha do tipo de muro e o pré-dimensionamento do mesmo, para evitar uma extrapolação nos critérios de segurança, pois, é evidente que os custos na execução da obra estão condicionados a esses fatores e podem ser reduzidos a partir disso.

**Palavras-chave:** critérios de segurança, tombamento, deslizamento, capacidade de carga.

## INTRODUÇÃO

As memórias mais antigas de obras de contenção mostram muros construídos de alvenaria argilosa pelos sumerianos entre 3.200 a 2800 a.C., compondo-se de aterros na região sul da Mesopotâmia, atualmente chamada de Iraque (Kinder e Hilgemann, 1964).

Respostas sobre as regras de máximos e mínimos aplicadas as estruturas de arrimo foram descobertas em 1776 com o trabalho desenvolvido por Coulomb, causando um enorme impacto na concepção dessas estruturas, somando no grande avanço das obras de contenção na engenharia moderna. No Brasil, as estruturas de contenção expandiram-se desde o século XVIII por meio das construções dos fortes na costa do país, e no século seguinte deram-se início a

construções portuárias e obras de contenção urbana, ou muro de arrimo (Medeiros e Cunha, 2005).

Barros (2010) define as estruturas de muro de arrimo como construções de obras civis que tem por finalidade fornecer estabilidade contra a ruptura dos solos. Ademais, as obras de contenção são formadas por uma estrutura volumétrica composta por elementos estruturais compostos que, além de estabilizar encostas, servem como suporte para outras estruturas, como as pontes e viadutos.

Para Baroni (2007), os muros de contenção geralmente são construídos com alturas de no máximo 5 m e a segurança da estrutura deve ser analisada para os casos de deslizamento e tombamento.

Nessa perspectiva, este trabalho apresenta resultados e análises de segurança contra tombamento e deslizamento de um muro de contenção de gravidade com perfil trapezoidal em um caso real, além da capacidade de carga do solo no local, no qual, além das solicitações dos empuxos de terra, o modelo apresenta uma alta carga axial aplicada no topo do muro resultante das reações do apoio de uma ponte de concreto maciço.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, pois está baseada na análise de um muro de contenção já construído, que além de estabilizar uma massa de terra, serve de apoio para uma ponte, identificando os fatores de segurança contra tombamento e deslizamento e a capacidade de carga, dessa forma, verificando os critérios de estabilidade.

A metodologia do estudo de caso é adequada quando se trata de uma investigação sobre fenômenos quando existem uma variedade de fatores que influenciam na avaliação da matéria em estudo (Ventura, 2007). Nessa perspectiva, as investigações servem solucionar problemas antes da execução das obras, ou evitar problemas após construídos, se adotadas medidas de prevenção suficientemente eficazes. Essas propriedades são de grande aplicabilidade nos casos de estabilidade de taludes, pois são extremamente peculiares e de difícil disseminação.

A estrutura de contenção analisada nesta pesquisa está baseada em um muro de arrimo com seção transversal trapezoidal (Fig. 1a e Fig. 1b), com suas dimensões retiradas em campo e formada por uma estrutura completamente por concreto maciço.

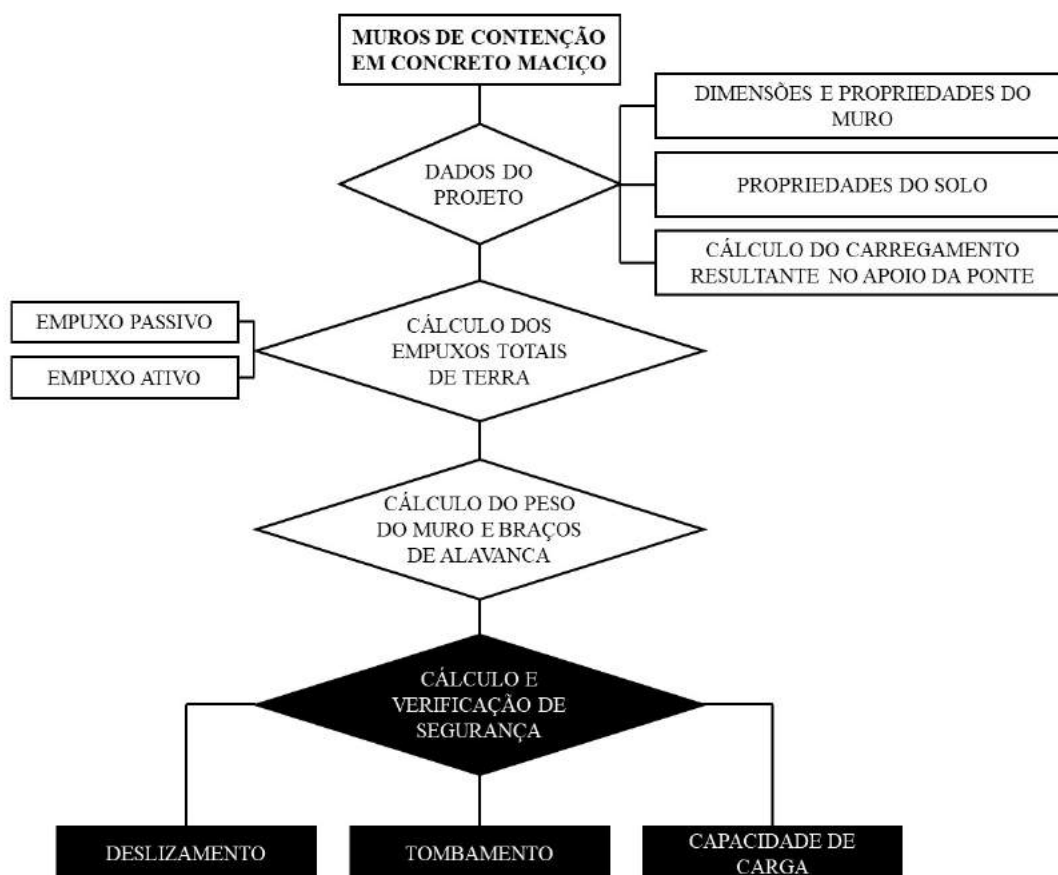
Figura 1 – Modelagem esquemática da estrutura completa: muro de arrimo e ponte apoiada



Fonte: Autores (2021)

O projeto está baseado em parâmetros reais utilizados para o dimensionamento da estrutura. A estrutura foi construída com a intenção de conter um talude de terra sendo composto por uma argila arenosa pouco siltosa, e para suportar a estrutura da ponte apoiada. Os procedimentos para análises neste trabalho estão descritos no fluxograma apresentado na Fig. 2.

Figura 2 - Fluxograma com as etapas de cálculo para verificação de segurança.



### Dados do Projeto

A primeira etapa da pesquisa consiste em reunir dados e informações disponíveis e medidas no local da construção do muro de arrimo a fim de conhecer as peculiaridades, além da inclusão

desses dados nas etapas de cálculo seguintes. A partir dos dados levantados, seguem adiante os próximos procedimentos de cálculos.

### Cálculo dos Empuxos de terra

Inicialmente para o cálculo dos empuxos de terra, no qual já é sabido a altura que representa a carga que atua sobre o terreno, deve-se calcular primeiramente coeficientes de empuxo ativo (Eq. 1) e passivo (Eq. 2), aplicando os Métodos de Rankine.

$$K_a = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (1)$$

$$K_p = \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2)$$

no qual:  $\phi$  = ângulo de atrito interno dos grãos;  $\beta$  = ângulo de inclinação do grão depositado;  $K_a$  e  $K_p$  = coeficientes de empuxo ativo e passivo, respectivamente.

Para cálculo das resultantes dos empuxos ativo ( $E_a$ ) e passivo ( $E_p$ ), utilizam-se as Eq. 3 e Eq. 4, no qual,  $\gamma_s$  = peso específico natural do solo;  $h$  = altura do ponto de aplicação do empuxo.

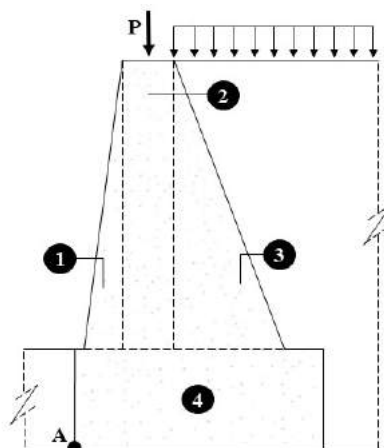
$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a \quad (3)$$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_p \quad (4)$$

### Cálculo do peso do muro e braços de alavanca

Nesta seção, os componentes do muro são divididos geometricamente (Fig. 3) para facilitar a execução dos cálculos, e posteriormente são calculados os valores do peso, braço de alavanca, o qual é caracterizado pela distância de aplicação da força até o ponto analisado, e o momento de restituição.

Figura 3 - Divisão geométrica do perfil do muro



Fonte: Autores (2021)

A resultante do peso próprio do muro, somado ao peso da sapata e da terra atuando sobre o muro, resultam nas ações verticais. O empuxo ativo e passivo são as ações que compõem exclusivamente as ações horizontais.

### **Cálculo e Verificação de Segurança**

Após serem calculados todos os esforços atuantes na estrutura, inicia-se a verificação da estabilidade do conjunto. Esta etapa consiste na análise da segurança ao tombamento e deslizamento do muro, além da capacidade de carga do solo.

#### **Segurança contra o tombamento**

Para haver garantia da estabilidade estática da estrutura, ou seja, para que não ocorra colapso do muro devido a uma rotação em torno da extremidade externa (Ponto A da Fig. 3), o momento resistente deve ser maior que o momento solicitante. A Eq. 5 define o coeficiente de segurança contra o tombamento ( $FS_{TOMB}$ ).

$$FS_{TOMB} = \frac{M_{RES}}{M_{SOLIC}} \geq 1,5 \quad (5)$$

em que:  $M_{RES}$  = momento resistente que corresponde ao momento gerado devido às ações verticais; e  $M_{SOLIC}$  = momento solicitante definido como o momento do empuxo total atuante em relação ao ponto A.

#### **Segurança contra o Deslizamento**

A segurança contra o deslizamento é analisada considerando a soma das forças na direção horizontal. É a verificação do equilíbrio dessas forças atuantes, com a aplicação de um fator de segurança ( $FS_{DESLIZ}$ ) adequado (Eq. 6 e Eq. 7).

$$FS_{DESLIZ} = \frac{\sum F_{RES}}{\sum F_{SOLIC}} \geq 1,5 \quad (6)$$

$$FS_{DESLIZ} = \frac{E_p + S}{E_a} \geq 1,5 \quad (7)$$

no qual:  $\sum F_{RES}$  = somatório dos esforços resistentes;  $\sum F_{SOLIC}$  = somatório dos esforços solicitantes; S = esforço cisalhante na base do muro ou sapata.

Para calcular o esforço cisalhante na base, foi considerado uma análise a longo prazo e o solo possui uma permeabilidade alta (Eq. 8).

$$S = B \left[ c'_w + \left( \frac{W}{B} - u \right) \tan \delta \right] \quad (8)$$



em que:  $\delta$  = atrito solo-muro;  $B$  = largura da base;  $c'_w$  = coeficiente de adesão solo-muro;  $W$  = somatória das forças verticais;  $u$  = poropressão.

### Capacidade de Carga do Solo

Esta verificação consiste na verificação da segurança contra deformações excessivas e rupturas do terreno onde apoia-se o muro (Eq. 9). Admite-se simplificadamente para esta verificação, uma distribuição de tensões lineares ao longo da base, de modo a equilibrar a resultante da ação da gravidade e do empuxo. Deve-se ainda garantir que a base está submetida apenas a tensões de compressão, ou seja, a resultante das forças deve estar localizada no terço central da base, pois assim escapa-se de pressões de tração na base do muro.

$$\sigma_{\max} < \frac{q_{\max}}{FS} \approx \frac{q_{\max}}{2,5} \quad (9)$$

em que:  $q_{\max}$  representa a capacidade de suporte e que deve ser calculada pelo método de Terzaghi-Prandti (Terzaghi e Peck, 1967), levando em consideração que a base do muro é uma sapata, como mostra na Eq. 10.

$$q_{\max} = c' N_c + q_s N_q + 0,5 \gamma_f B' N_\gamma \quad (10)$$

no qual:  $c'$  = coesão do solo;  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  = fatores de capacidade de carga para um dado ângulo de atrito;  $q_s$  = sobrecarga efetiva na base da fundação;  $\gamma_f$  = peso específico do solo;  $B' = B - 2e$  = largura equivalente da base do muro.

Por fim, será feita uma análise geral para discutir pontos importantes a respeito da estabilidade do muro, conferindo se atende aos critérios de segurança.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão apresentados todos os resultados obtidos no que diz respeito aos dados da obra e a verificação de estabilidade do muro, garantindo que o mesmo esteja sob condições de segurança.

Os dados gerais da estrutura de contenção levantado em campo, bem como os parâmetros de resistência do solo obtidos para a condição de ruptura (pico da curva tensão-deformação), são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros gerais do muro de arrimo

Parâmetros	Valores	Parâmetros	Valores
$H_{\text{MURO}}$	6 m	c	$15.10^3 \text{ kgf/m}^2$
B	5 m	$\gamma_c$	$2,2.10^3 \text{ kgf/m}^3$
P	$3,806.10^4 \text{ kgf/m}$	$\gamma_s$	$2,0.10^3 \text{ kgf/m}^3$
$\emptyset$	$17^\circ$	$\sigma$	$3,5 \text{ kgf/cm}^2$

Fonte: Autores (2021)

### Empuxo de terra

A Tabela 2 apresenta os resultados referentes aos cálculos dos coeficientes de empuxo ativo e passivo, e do empuxo ativo e passivo propriamente.

Tabela 2 - Coeficientes e Empuxos ativo e passivo

$K_a = 0,548$	$K_p = 1,826$
$E_a = 1,971.10^4 \text{ kgf/m}$	$E_p = 2,192.10^4 \text{ kgf/m}$

Fonte: Autores (2021)

### Forças horizontais e verticais resultantes

Nesta seção, apresentam-se os resultados referentes aos cálculos das forças que atuam no muro. A Tabela 3, compreende dados referentes ao peso de cada seção e braço de alavanca considerando a geometria da Fig. 3, bem como os resultados dos momentos que agem na estrutura.

Tabela 3 - Forças horizontais e Momentos resultantes

Seção	Peso (kgf/m)	Braço de alavanca (m)	Momentos (kgf/m.m)
1	$4,95.10^3$	0,75	$3,712.10^3$
2	$1,32.10^4$	1,5	$1,98.10^4$
3	$1,485.10^4$	2,75	$4,084.10^4$
4	$2,20.10^4$	2,25	$4,95.10^4$

Fonte: Autores (2021)

Sabendo os resultados dos esforços causados pelo peso próprio da estrutura, estes devem se somar ao esforço axial que é aplicado no topo do muro resultante do apoio da ponte que já está construída no local. Os resultados que representam essa soma nos esforços verticais e momentos, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Somatório dos esforços aplicados no muro

$\sum$ ESFORÇOS AXIAIS (kgf/m)	$\sum$ MOMENTOS (kgf/m.m)
$9,306.10^4$	$1,709.10^5$

Fonte: Autores (2021)

## Verificação dos critérios de segurança

De acordo com a Eq. 5, Eq. 7, e Eq. 9, pôde-se verificar a estrutura de contenção em estudo quanto aos critérios de segurança contra o tombamento, deslizamento e capacidade de carga do solo. As respostas para esses critérios estão apresentadas na Tabela 5, bem como os coeficientes utilizados para calcular a capacidade de carga do solo (Tabela 6).

Tabela 5 - Critérios de segurança e valores mínimos exigidos

<b>Critério de segurança</b>	<b>Valor calculado</b>	<b>Valor Mínimo exigido</b>
Tombamento	3,277	2,0 (NBR 11682:2009)
Deslizamento	6,936	1,5 (NBR 11682:2009)
Capacidade de Carga	3,959	3,0 (NBR 11682:2009)

Fonte: Autores (2021)

Tabela 6 - Valores de coeficientes utilizados no cálculo de capacidade de carga

<b>Coeficientes</b>	<b>Valores</b>
$N_c$	<b>12,65</b>
$N_q$	<b>4,89</b>
$N_\gamma$	<b>3,82</b>

Fonte: Autores (2021)

Pode-se analisar a partir dos resultados obtidos nas análises, que os critérios de segurança adotados para a verificação foram atendidos, pois estes obedecem aos valores mínimos exigidos, ou seja, a estrutura de contenção de muro de arrimo está atendendo aos critérios de segurança com uma certa folga. Nessa perspectiva, a obra não necessita de reparos quanto a estes critérios, pois está condicionada a suportar os valores de carregamentos aplicados.

## CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado com base em um caso real de uma construção, na intenção de verificar as condições de segurança para uma estrutura de contenção de muro de arrimo. A análise foi feita para as condições atuais do local, levando em conta todas os critérios, utilizando como material as próprias características extraídas do próprio local.

Nessa perspectiva, foram observados que os valores dos critérios de segurança contra o tombamento, deslizamento e capacidade de carga do solo tiveram valores relativamente elevados quando comparados com os valores mínimos exigidos, ou seja, os valores máximos cálculos atendem aos critérios admissíveis.

A partir destas análises, pode-se concluir que a estrutura de contenção está criteriosamente segura quanto aos critérios verificados.

Ademais, ressalta-se a necessidade de serem realizados projetos mais criteriosos, pois, ao que foi analisado, verifica-se que poderia haver uma redução considerável nos custos da construção

da obra. Com o surgimento de novas técnicas que buscam uma redução de custo, é de grande importância que sejam escolhidos muro de arrimo que considere melhor as condições do solo, além da disponibilidade aos materiais necessários para execução durante a construção, entre outros fatores. Portanto, a partir desta análise, a escolha do tipo e o pré-dimensionamento do muro de arrimo, poderia ter sido realizada para uma melhor alternativa, implicando em uma obra mais econômica.

Sugere-se para trabalho futuro, que seja verificado a redução dos custos comparando esta obra existente com uma outra pré-dimensionada que atenda, com as mesmas condições adotadas neste trabalho, os critérios de segurança.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT. NBR 11682 - Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro, 2009.

Baroni, M. Estudo da viabilidade do aproveitamento de pneus inservíveis como material de construção de estruturas de contenção arrimadas. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2007.

Barros, P. L. A. Obras De Contenção - Manual Técnico. Maccaferri do Brasil Ltda. São Paulo. 2010.

Kinder, H.; Hilgemann, W. Atlas Zur Weltgeschichte. Deutscher Taschenbuch Verlag. Munchen. Vol. 1. 299 p. 1964.

Medeiros, A. G. B.; Cunha, R.P. Retroanálise de Uma Estrutura de Contenção do Tipo Estaca Prancha no Distrito Federal. INFOGEO. 2005.

Ventura, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. Revista SOCERJ. Rio de Janeiro. v. 20, n. 5. 2007.



Leonardo Felipe da Silva dos Santos  
Claudio Felipe Tomm

**ARQUITETURA DE HARDWARE E SOFTWARE OPEN SOURCE  
PARA DOMÓTICA UTILIZANDO IOT**

# ARQUITETURA DE HARDWARE E SOFTWARE OPEN SOURCE PARA DOMÓTICA UTILIZANDO IOT

Leonardo Felipe da Silva dos Santos

Claudio Felipe Tomm

## RESUMO

As tecnologias hoje tornaram todos os tipos de sistemas, em sistemas conectados, desde o surgimento da domótica, ela tem tomado conta das nossas vidas, hoje quase todos tempos um Alexa da Amazon ou Google Home e outros diversos serviços de conexão entre usuário e uma automação residencial, podemos automatizar desde da televisão até mesmo um portão eletrônico, podendo criar rotinas automatizadas diárias, com isso apresentamos a plataforma Domoticar, qual ensina o próprio usuário, a criar seu próprio sistema de automação, conforme a necessidade, tudo isso com a aplicação da ESP-32s. A proposta do Domoticar é ter um software adaptável e um hardware open Source, qual podemos compartilhar modelos e até mesmo utilizar modelos conforme o projeto for ganhando adeptos, podendo ser compartilhado com outros modelos de dispositivos e até mesmo diversas linguagens de programação. Utilizando tecnologias fáceis de aprender, até mesmo podendo ser adaptados para outras plataformas IoT disponíveis, sendo fáceis de escalar e de trabalhar, criando plataformas únicas e de alta confiabilidade, podendo até mesmo criar Projetos de utilização única, como automatizar sistemas em outras localidades, criando uma rede de compartilhamento de informações entre os usuários. A apresentação principal é como podemos criar nossa própria plataforma de automação com ESP-32s e ferramentas da comunidade, mas deixando livre para ser utilizada com qualquer tecnologia disponível e melhor se encaixar ao projeto. O Sistema Web pode ser criado até mesmo por meio de tecnologias “*nocode*”, porém para se extrair todo potencial de desenvolvimento, deve-se utilizar código independente de qual seja. O código de Domoticar é de código aberto e pode ser modificado livremente pelo usuário, gerando assim qualidades únicas não disponíveis no software.

**Palavras-chave:** ESP-32s, domótica, automação residencial, sistemas web; código aberto.

## INTRODUÇÃO

A domótica, foi criada em concepção de controle e supervisões de casas, módulos únicos, ou qualquer equipamento supervisionado por meio de interface homem máquina (IHM). Hoje com o auxílio da internet das coisas (IoT – *Internet of Think*), possibilita-nos, conectar dispositivos

á internet, criando uma conexão segura entre computadores, dispositivos móveis e equipamentos conectados à rede. Hoje estamos numa evolução constante, gerando cada vez mais dispositivos pequenos e de grande potência de processamento, com cada vez mais atributos embarcados, como Wi-Fi e Bluetooth embarcado diretamente na placa de prototipagem.

Podemos utilizar diretamente uma ferramenta para conexões como a IBM Cloud ou AWS IoT, qual podemos fazer a programação diretamente. Podemos utilizar os logins da AWS e da IBM liberados para estudantes e entusiastas, podemos utilizar a mesma topologia deste capítulo para aplicar nas plataformas, apesar de utilizarmos uma plataforma criada completamente pelo autor, encorajamos a criação por plataformas de IoT. Foi utilizado nessa aplicação o microcontrolador da ESPRESSIF (ESPRESSIF, [s. d.]), a ESP-32s (PYCOM, 2017), por motivos de custo benefício encontrado no mercado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

HTML: é uma das linguagens que utilizamos para desenvolver websites. O acrônimo HTML (W3SCHOOLS, [s. d.]) vem do inglês e significa “*Hypertext Markup Language*” ou em português Linguagem de Marcação de Hipertexto.

O HTML é a linguagem base da internet. Foi criada para ser de fácil entendimento por seres humanos e também por máquinas, como por exemplo o Google ou outros sistemas que percorrem a internet capturando informação.

CSS: é a sigla para o termo em inglês *Cascading Style Sheets*, que traduzido para o português significa Folha de Estilo em Cascatas. CSS é uma linguagem de folha de estilos, que tem o papel de tornar uma página apresentável na web, relacionada diretamente com o design e aparência. Ou seja, o CSS é uma camada que se usa para controlar o estilo da sua página da web.

O CSS ilustra como os elementos em HTML de um site devem ser apresentados nas telas. De uma forma direta, é o CSS que determina o visual do seu site. Desde o tamanho da fonte até a imagem de fundo, tudo pode ser alterado com o CSS.

Javascript: O JavaScript ou ECMAScript é uma linguagem de programação amplamente utilizada no front-end para diferentes finalidades. Desde validação de campos à criação de menus, é possível fazer muita coisa usando essa linguagem que adiciona algum dinamismo às páginas que apenas com HTML e CSS são consideradas “estáticas”.

Frameworks: É um conjunto de templates com diversas funções que podem ser usadas pelo desenvolvedor. Com ele, é desnecessário gastar tempo para reproduzir a mesma função em diferentes projetos.

Uma boa comparação é a da caixa de ferramentas. Só que, em vez de chaves de fenda e martelos,

há bases para formulários de login, validação de campos e conexão com bancos de dados, como parte da tendência de buscar reduzir custos e aumentar a produtividade, o uso desse recurso tem se tornado cada vez mais popular. Hoje, já existe uma grande variedade de soluções disponíveis para as mais diversas linguagens, com comunidades que testam e a criam diferentes funções.

**Bootstrap (BOOTSTRAP, [s. d.]):** é um framework front-end que facilita a vida dos desenvolvedores web a criar sites com tecnologia mobile (responsivo) sem ter que digitar uma linha de CSS para “fazer e acontecer”. Não é à toa que o termo “Bootstrap” em inglês significa “inicialização”, algo que possui um ponto de partida. Além disso, o Bootstrap possui uma diversidade de componentes (plugins) em JavaScript (jQuery) que auxiliam o designer a implementar: tooltip, menu-dropdown, modal, carousel, slideshow, entre outros sem a menor dificuldade, apenas acrescentando algumas configurações no código, sem a necessidade de criar scripts e mais scripts.

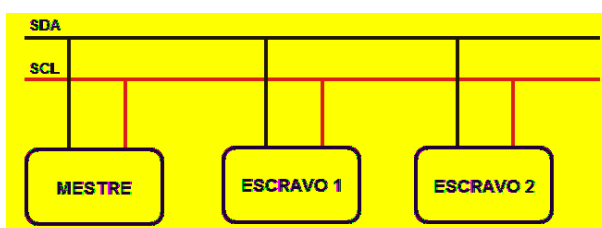
**MYSQL:** é um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto usado na maioria das aplicações gratuitas para gerir suas bases de dados. O serviço utiliza a linguagem SQL (Structure Query Language – Linguagem de Consulta Estruturada), que é a linguagem mais popular para inserir, acessar e gerenciar o conteúdo armazenado num banco de dados.

Na criação de aplicações web abertas e gratuitas, o conjunto de aplicações mais usado é o XAMPP (XAMPP, [s. d.]), Apache, MySQL e Perl/PHP/Python. Nesse conjunto de aplicações, inclui-se, respectivamente, um sistema operacional, um servidor web, um sistema gerenciador de banco de dados e uma linguagem de programação. Assim, o MySQL é um dos componentes centrais da maioria das aplicações públicas da Internet.

**PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO I2C:** O modo de funcionamento do protocolo I2C é baseado na interação entre elementos seguindo a hierarquia mestre/escravo, ou seja, quando temos vários dispositivos se comunicando segundo esta premissa, pelo menos um destes deve atuar como mestre e os demais serão escravos. A função do mestre consiste em realizar a coordenação de toda a comunicação, pois, ele tem a capacidade de enviar e requisitar informações aos escravos existentes na estrutura de comunicação, os quais, devem responder às requisições citadas.

A estrutura na qual o protocolo I2C atua é uma estrutura de barramento, que por sua vez, consiste em um arranjo em que todos os elementos encontram-se conectados a um ramal principal.

Figura 1 - Diagrama Base I2C





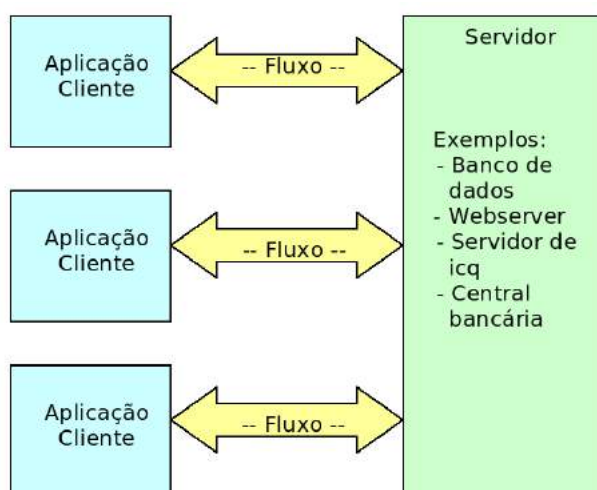
Um modelo simplificado da estrutura de barramento citada anteriormente. Note que, neste arranjo, o barramento de comunicação I2C pode ser dividido em dois barramentos. Um deles é denominado SDA (Serial Data), o qual, é responsável pela troca de dados entre os dispositivos do arranjo e o outro barramento, denominado SCL (Serial Clock), possui a função de sincronizar os dispositivos e garantir a confiabilidade do sistema.

Socket: “é um mecanismo de comunicação, usado normalmente para implementar um modelo cliente/servidor, que permite a troca de mensagens entre os processos de uma máquina/aplicação servidor e de uma máquina/aplicação cliente.” (KUROSE, J. F., & ROSS, 2010).

O socket na interface de desenvolvimento da base de distribuição das placas Arduino qual é open source, e tem compatibilidade para as placas ESP da Espressif, é dado pelo meio de uma biblioteca, qual pode ser baixada diretamente pela interface de construção do código.

PROTOCOLO: utilizado é o TCP (transmission Control Protocol), com ele é possível ter um fluxo entre dois dispositivos como no sistema qual vamos utilizar.

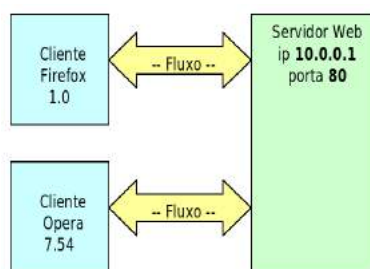
Figura 2 - Diagrama básico de funcionamento de protocolo (KUROSE, J. F., & ROSS, 2010)



Utilizando esse protocolo podemos ter mais de um cliente ao mesmo tempo no mesmo servidor. As classes em Java já são disponibilizadas para os utilizadores por meio do pacote “java.net” qual pode ser implementado em qualquer Applet qual rode Java.

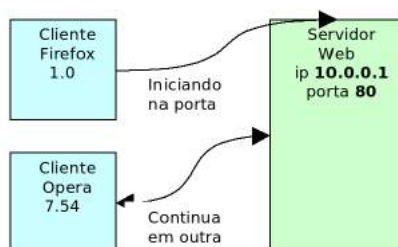
Porta: Normalmente clientes possuem apenas um endereço físico, a porta é a solução para identificar diversas aplicações em uma máquina ou servidor. Assim como o IP serve para definir uma máquina na rede, a porta é um número de 2 bytes que varia de 0 a 65535, porém se todas as portas não estiverem disponíveis não é possível se conectar.

Figura 3 - Funcionamento de Porta (KUROSE, J. F., & ROSS, 2010).



Funcionamento Socket: Se um cliente se conecta a uma porta de um servidor enquanto ele não se desconectar dessa porta será impossível que outro cliente se conecte, porém, o Socket vem com a função que quando o servidor aceita a conexão ele redireciona tal cliente para outra porta liberando a porta inicial sendo assim permite várias conexões de outros clientes.

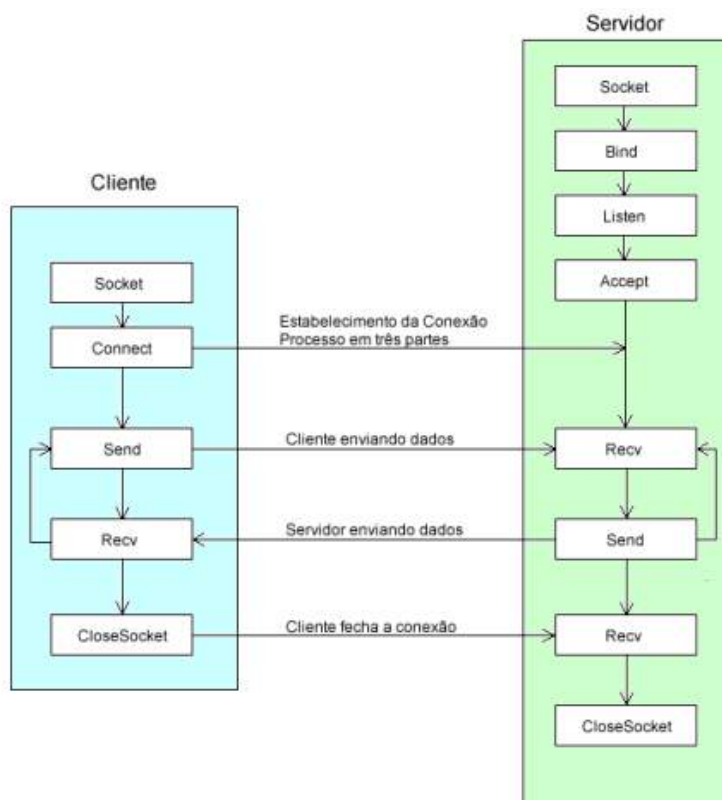
Figura 4 - Funcionamento Socket (KUROSE, J. F., & ROSS, 2010)



Servidor: É a parte qual deve aceitar os pedidos de clientes, e servi-los com respostas conforme a linguagem utilizada, teremos que abrir a conexão com a porta primeiramente, logo após aceitar a conexão pelo IP e pela porta ligada, a partir daí pode-se ler as informações que o cliente envia até que a conexão seja encerrada ou pelo cliente ou pelo servidor.

Cliente: A tarefa do programa cliente é enviar mensagem para o servidor, primeiro é utilizado o comando qual utilize o servidor IP e porta qual foi definida no servidor, após isso o cliente pode começar a enviar comandos para o servidor para que ele os interprete, a conexão dura até que uma das conexões seja fechada.

Figura 5 - Diagrama de funcionamento completo do Socket (KUROSE, J. F., & ROSS, 2010)



Sistema WEB: A criação do Sistema de interface dos clientes consiste em um sistema web rodando em um sistema local, com XAMPP, qual inclui ao sistema os principais servidores de código aberto, o Apache, o PHP e o MySQL, tudo isso com um fácil gerenciamento, para desenvolvimento de sistemas web e integrados, através dele é possível rodar qualquer website ou aplicação web, direto do sistema local até mesmo rede local, portanto para acesso é necessário estar na mesma conexão que os dispositivos móveis.

A aplicação web, Domoticar, possui um sistema HTML com interação do framework Bootstrap para gerar um sistema responsivo, controle de ações com o PHP para mostrar dados e controle do banco de dados MySQL, fazendo autenticação do usuário, assim como a gravação do comando e leitura para mostrar ao usuário.

HTML5: A aplicação construída em HTML5, para que possa ser acessada em todo e qualquer browser ou navegador, sendo possível acessar por meio da rede tanto em um computador quanto por um celular, o HTML5 é a estrutura do projeto, a base que ligaremos ao Bootstrap, JavaScript, PHP, MySQL.

Bootstrap 4: A base organizacional nos dará pelo Bootstrap para que textos, interfaces, sejam responsivos e não mantenham uma hierarquia de código, deixando-o de fácil personalização, manutenção e principalmente de criação, poupando todas as linhas de código de criação de classes, botões e atribuições gerais.

PHP: A parte de comunicação entre o que será exibido na página, as ações a serem realizadas e o banco de dados MySQL, ele atua junto com servidor local processando as ações da aplicação

gerindo e verificando ações dentro do sistema, como comandos, banco de usuários para login e verificando os dados gravados pela ESP e exibindo ao Usuário.

MySQL: é o gerenciador de bancos de dados, quais estão os comandos dados ao sistema, usuários e senhas, IP da ESP e consumo da instalação. O MySQL será todo configurado pelo PHP evitando o contato com o usuário, diminuindo a chance de falha na configuração ou erro de conexões.

JavaScript: O Domoticar como apresenta uma Interface Homem Maquina (IHM) o JS auxiliará o usuário, com mensagens de ajuda, sucesso, erro, para que o usuário seja ciente do que acontece com o sistema.

Sistema responsivo: O sistema web para ser responsivo ele deve consistir em diversos parâmetros de configuração, como o Bootstrap nos traz essa ferramenta inclusa no seu pacote de .css e .js básicos utilizaremos suas configurações, e incluiremos alguns feitas pelo autor com base no Bootstrap, para tornar a apresentação do Domoticar mais agradável ao usuário, sendo possível ter a mesma experiência de visualização num celular de tela pequena até ao computador, independe dos sistemas operacionais.

Hardware: Por ser uma aplicação de uma arquitetura, utilizaremos peças de hardwares já existentes, compradas ou em lojas físicas ou digitais, para montagem do sistema básico, esse hardware pode ser misto com várias outras peças não utilizadas em primeiro plano, conforme o usuário sente necessidade ele pode adaptar seu hardware para que o mesmo faça o que ele necessita, mas conforme o passar dos anos e as tecnologias se tornem mais baratas facilitando o acesso, a equipamentos já próprios para IoT podendo assim, o hardware ser modificado e até mesmo reutilizado ou sofrer um upgrade para uma versão mais novas das peças à gosto do usuário.

Foram utilizadas peças como conjunto de relés, expansão de portas e controladores de I2C (MCP23017), leitores análogos de corrente para gerar a potência consumida do sistema, peças em geral de eletrônica básicas, como resistores, capacitores, LEDs de estados para testes.

Figura 6 - NodeMCU - ESP-32s



A placa utilizada, como previamente dita, foi a ESP-32s, modelo da NodeMCU, V1.1, apta para ligar em uma porta USB com um cabo micro usb comum. Partir disso é acessar a IDE da

Arduino (ARDUINO, [s. d.]) qual roda no computador sendo instalada ou pela aplicação web podendo utilizar também a ESP-IDF qual roda dentro da aplicação eclipse, que tem funções auto completar, função de debug entre outras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 7 - Estrutura do sistema de login.

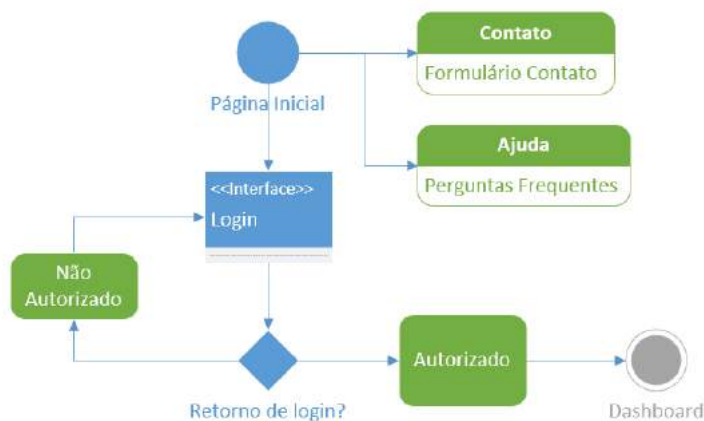
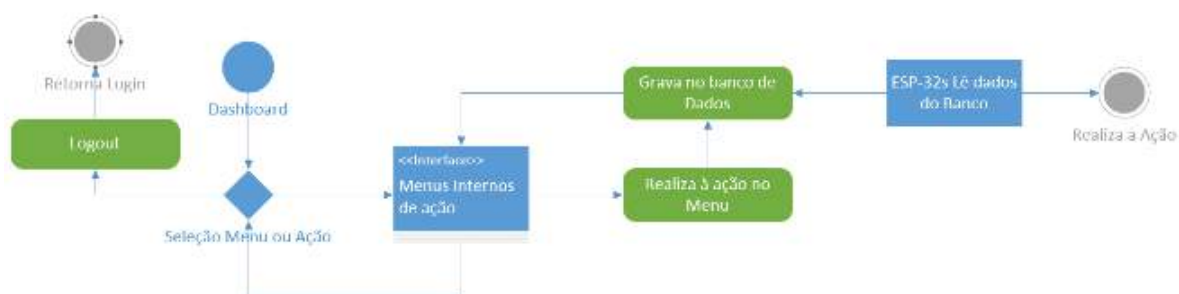


Figura 8 - Estrutura primária de funcionamento.



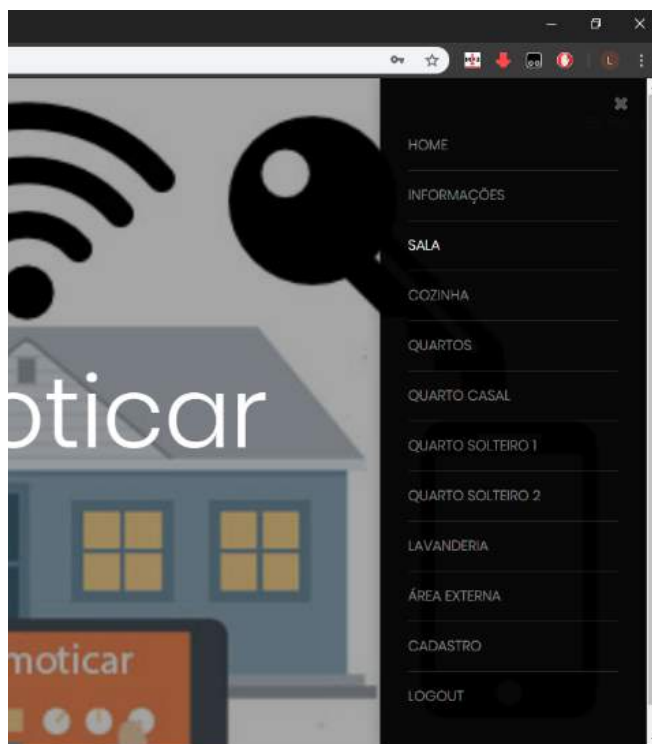
A estrutura Secundária figura 7, não necessariamente pode ser implementada pelo usuário, a aplicação pode se auto sustentar somente com a Estrutura primária figura 6, na qual são feitas as ações de escrita em banco de dados, envio de informações, buscas, parâmetros de configurações.

Figura 9 - Tela base do sistema primário.



Como podemos ver no menu da figura 8, qual tem as funcionalidades, foi pensando para ser o mais limpo possível, como uma imagem de fundo, qual pode ser personalizada, um logo próprio, uma foto da sua residência, até mesmo um fundo sem nada, cor sólida, conforme o usuário achar melhor.

Figura 10 - Tela de menu



O menu do Domoticar, figura 9, pode ser mudado, para que não precise acessar o login, excluindo o logout e cadastro, também colocando mais lugares quais haverão interação com o sistema, como adicionar um banheiro do quarto de casal, um quarto da visita, uma cozinha externa, assim como o menu de ajuda e contato comigo, tudo vai conforme o usuário, pensar em fazer e o sistema ser adequado para tal informações.

Figura 11 - Exemplo de um menu da Sala, com Botões.

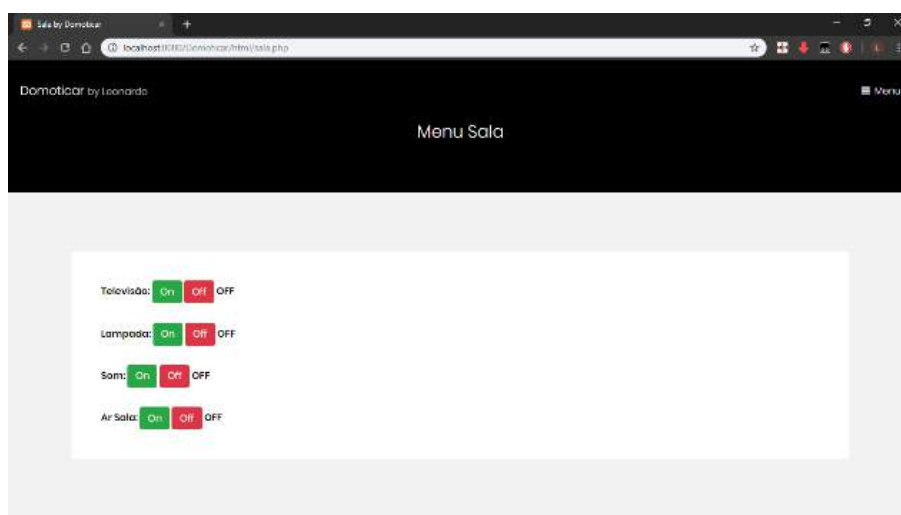
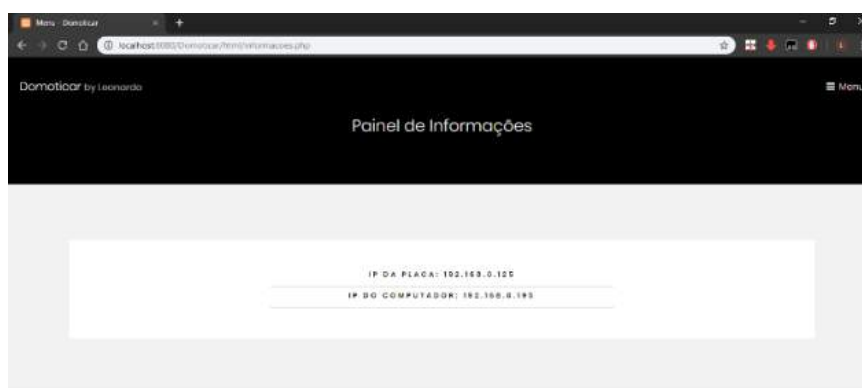


Figura 12 - Exemplo de um menu de exibição de informações.



O código do domoticar, qual em HTML, CSS e funções em JavaScript, está todo comentado, e mostrando informações como colocar um botão figura 10, uma formulário, criar uma ação no php, executando ela no banco de dados, puxando e exibindo informações auto configuradas figura 11, conforme sua placa, a automação pode ser feita com uma placa Arduino Genuína, placas similares, com uma placa baseada na ESP-32S. Figuras: Por favor, use figuras de boa qualidade (fotografias, gráficos) e coloridas, pois os anais do evento serão fornecidos de forma eletrônica.

## CONCLUSÃO

O sistema em si é bem confiável, sendo gerido por um banco de dados de senhas e usuários, a senha criptografada em MD5, para que apenas o usuário saiba sua senha e os outros não consigam descobrir, a implementação de hierarquias e de um controle mais complexo do sistema, como botão de função passar a música, troca de canais da TV, controle de temperatura e outras tantas funções, que dependem de conhecimentos específicos, deve ser implementada no futuro, por alguém que gostaria de continuar o trabalho ou colaborar com a plataforma para melhorarmos, essas implementações iriam mexer tanto na parte de sistema web quanto no sistema do hardware, como por exemplo um código extra pra validação de informações de comando e uma placa externa de infra vermelho, ou uma conexão dedicada no próprio aparelho, necessitando assim de peças muito bem específicas.

A interface do Domoticar se mostrou de fácil utilização e compatibilidade com diversos dispositivos móveis. Sendo possível por enquanto em uma rede local, sem acesso pela internet, por ter necessidades específicas para rodar e ser acessados.

Com a evolução dos sistemas integrados de IoT, hoje em dia podemos ter diversos tipos de projetos de criação rápida, como o domoticz voltado para as placas raspberry, podemos achar também kits prontos de integração para a assistente virtual Cortana da Microsoft, com a

plataforma do Google Home e com a Amazon Echo Dot, qual pode ser facilmente configurada criando uma rede inteligente, muitos desses processos podem ser integrados com a facilidade de um sistema em grid até mesmo off grid, com controle de horários, ações específicas, qual o Domotizar ainda não conta, mas no futuro já possa ser implementado. E com o avanço das energias renováveis, queremos oferecer suporte integração de sistemas de controle de geração foto voltaico e acesso inteligente a estrutura de geração, criando gráficos de comparações e estimativas das próximas contas de energia fazendo com o que o usuário possa se programar ou até mesmo de controlar seus gastos durante os meses, podendo assim melhorar o gerenciamento inteligente e distribuído de sistemas de suas prioridades.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. [S. 1.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>.

BOOTSTRAP. [S. 1.], [s. d.]. Disponível em: <https://getbootstrap.com.br/docs/4.1/getting-started/introduction/>.

ESPRESSIF. ESPRESSIF. [S. 1.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp32/overview>.


KUROSE, J. F., & ROSS, K. W. REDES DE COMPUTADORES Uma abordagem top-Down. [S. 1.]: AMGH Editora Ltda., 2010. v. 5E-book.

PYCOM. Datasheet ESP32. [s. 1.], 2017. Disponível em: [https://docs.pycom.io/.gitbook/assets/specsheets/Pycom\\_002\\_Specsheets\\_WiPy2.0\\_v2.pdf](https://docs.pycom.io/.gitbook/assets/specsheets/Pycom_002_Specsheets_WiPy2.0_v2.pdf)

W3SCHOOLS. [S. 1.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.w3schools.com/>.

XAMPP. [S. 1.], [s. d.]. Disponível em: [https://www.apachefriends.org/pt\\_br/index.html](https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html).





Aluska do Nascimento Simões Braga  
José Rosa de Souza Farias  
Ketelly Estefane da Silva Alves  
Geysivana Késsya Garcia Carvalho  
Veruska do Nascimento Simões  
Ycaro Breno Alves de Almeida  
Romualdo Rodrigues Menezes

**AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DA MULITA  
SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL**

# AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DA MULITA SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL

Aluska do Nascimento Simões Braga

José Rosa de Souza Farias

Ketelly Estefane da Silva Alves

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Veruska do Nascimento Simões

Ycaro Breno Alves de Almeida

Romualdo Rodrigues Menezes

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi sintetizar mulita pelo método sol gel, analisando a influência dos solventes, da temperatura e da concentração da solução, nas características estruturais da fase. Os pós obtidos foram caracterizados por difração de raios X para identificação das fases formadas e cálculo de cristalinidade. Os resultados evidenciaram que o uso dos álcoois, na condição de alta concentração, favoreceu a formação da mulita, com maior cristalinidade e em temperaturas mais baixas.

**Palavras-chave:** síntese, mulita, sol gel.

## INTRODUÇÃO

Há um interesse considerável nas últimas décadas no estudo e aplicação da mulita, devido às suas excelentes propriedades (Dokko et al., 1977; Jaymes et al., 1996). Como consequência de sua raridade mineralógica e em função de suas propriedades físicas, os depósitos naturais de mulita não conseguem atender ao crescimento da demanda, tornando assim, a síntese desse material a partir de misturas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{SiO}_2$  ou a partir de materiais que apresentem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{SiO}_2$  cada vez mais importantes tecnologicamente nas áreas de cerâmica tradicional e avançada (Mazdiyasn et al., 1972; Tuan e Chen, 2001; Kong et al., 2004; Lee e Rainforth, 1994).

Desta maneira, como forma de atender a um mercado crescente mulita sintética é produzida por vários métodos, como sinterização reativa de pós de alumina e sílica (Sacks et al., 1997), processo sol-gel (Amutharani e Gnanam, 1999), co-precipitação (Chaudhuri et al., 1997), processos hidrotérmicos (Somiya et al., 1990) e processos de deposição química de vapor (Hirata et al., 1990). Porém, o método químico mais utilizado para produção de mulita é o método sol-gel (Chu et al., 1997), que faz com que a temperatura mínima de formação de mulita seja inferior à temperatura utilizada pelos métodos convencionais.

O método sol gel é um método químico via úmida, o qual dispensa a utilização de alto vácuo e temperaturas elevadas, sendo considerada uma das técnicas mais flexível e promissora (kuriakose et al., 2017). Na síntese de mulita pelo método sol-gel a temperatura de cristalização e as fases cristalizadas são influenciadas significativamente pelo tipo de solvente, fontes de silício e alumínio usados, a presença ou ausência de aditivos, etc. (Chen e Gu, 2009; Campos et al., 2012; Braga et al., 2019). Porém, percebe-se a necessidade de mais estudos envolvendo a síntese de mulita pelo método sol gel, que analisem a influência desses parâmetros na síntese. Assim, este trabalho teve por objetivo a produção de mulita, pelo método sol gel, estudando o efeito de diferentes solventes, da temperatura de calcinação e da concentração das soluções, nas características estruturais da fase.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a preparação da mulita foi estudado as influências dos solventes utilizados e da concentração das soluções. Foram analisados cinco solventes distintos, sendo estes: álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada (foi usado ácido clorídrico, deixando-a com pH= 2) e água basificada (foi usado hidróxido de amônio, deixando-a com pH=12). Foram estudados dados da literatura (Yoshida et al., 2010; Zhang et al., 2009; Kurajica et al., 2011) e analisado as quantidades dos reagentes usados na síntese de mulita pelo método sol gel. Comparando-se valores da literatura com os valores usados nesse trabalho, classificou-se as soluções como de baixa e alta concentração. As soluções foram realizadas da seguinte maneira: 100 ml do solvente foi aquecido a uma temperatura de 60°C sobre uma placa de aquecimento. Então, foi adicionado à solução o TEOS e o nitrato de alumínio. Este sistema foi mantido sob refluxo durante 5 dias com agitação constante e temperatura controlada em 60°C. Passados os 5 dias, a solução obtida foi mantida em estufa por mais 4 dias, também com temperatura controlada em 60°C, formando um gel. Passados os 4 dias na estufa, usando os diferentes solventes e concentrações, os géis obtidos foram calcinados a 450°C/2 horas, com taxa de aquecimento de 5°C/min. Em seguida, os pós obtidos foram desaglomerados, passados em peneira ABNT n°200 e calcinados nas temperaturas de 1100°C e 1200°C, durante 2 horas, com taxa de aquecimento de 5°C/min, para obtenção da fase mulita. As amostras obtidas utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, em baixa concentração, foram denominadas de Etil-B, Iso-B, THF-B, AC-B, AB-B, respectivamente. As amostras obtidas utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, em alta concentração, foram denominadas de Etil-A, Iso-A, THF-A, AC-A, AB-A, respectivamente.

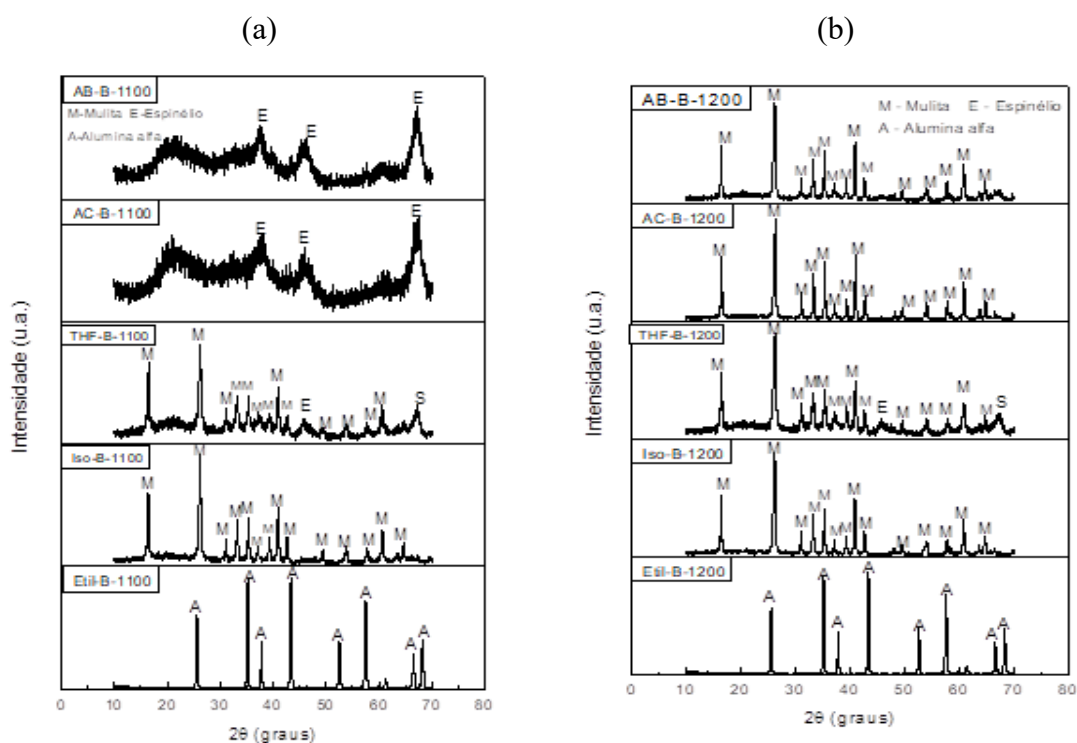
Os pós de mulita obtidos da calcinação foram então submetidos às análises de difração de raios X (DRX) para identificação das fases formadas e cálculo da cristalinidade. A análise de DRX

foi realizada em difratômetro de raios X modelo XRD-6000 da Shimadzu com radiação  $\text{K}\alpha$  do cobre e varredura de 10 a 70°. Para identificação das fases utilizou-se o programa da Shimadzu (Pmgr) e o banco de dados JCPDF. A cristalinidade foi obtida no programa da Shimadzu Crystallinity o qual utilizou o coeficiente de correção de Lorentz, onde foi possível calcular o percentual de fase cristalina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1(a) e 1(b) ilustram os difratogramas de raios X das amostras Etil-B, Iso-B, THF-B, AC-B, AB-B, que foram sintetizadas em baixa concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, calcinadas em 1100°C/2h e 1200°C/2h, respectivamente.

Figura 1 - Difratogramas de raios X das amostras Etil-B, Iso-B, THF-B, AC-B, AB-B que foram sintetizadas em baixa concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, respectivamente calcinadas em 1100°C/2h (a) e 1200°C/2h (b).



De acordo com os difratogramas da Figura 1, analisando primeiramente a amostra Etil-B, que foi sintetizada usando álcool etílico como solvente, percebe-se que para ambas as temperaturas de calcinação, ocorreu a formação apenas da alumina. Provavelmente isso se deu devido a elevada constante dielétrica do etanol (24,3), favorecendo uma maior dissolução dos íons, evitando a formação de núcleos de mulita, impedindo sua cristalização. Ao se usar o álcool isopropílico ocorreu a formação da mulita para ambas as temperaturas de calcinação, sem a formação de espinélio, para as temperaturas 1100°C e 1200°C, constatando alta homogeneidade

do sistema. Apesar dos álcoois etílico e isopropílico terem moléculas muito parecidas, apresentaram padrões de difração totalmente diferentes. Essa diferença nas fases obtidas pode ser explicada pelos diferentes valores da constante dielétrica dos álcoois. Onde o álcool isopropílico apresenta um valor de constante dielétrica (18,3) menor do que a do álcool etílico, o que propiciou a formação de pequenos núcleos de mulita ou mesmo dos precursores (nanométricos), que durante a secagem serviram como pontos para nucleação heterogênea e crescimento da mulita. Amutharani e Gnanam (1999) também sintetizaram mulita pelo processo sol-gel, utilizando álcool isopropílico como solvente, e nitrato de alumínio e TEOS como precursores. Os pesquisadores obtiveram resultados em consonância parcial com os obtidos nesta tese, observando-se a presença de mulita após calcinação a 1100°C.

Quando o THF foi usado como solvente também se observou a cristalização da mulita, juntamente com uma discreta formação de espinélio, para ambas as temperaturas de calcinação. Comparando os padrões de raios X obtidos quando do uso do álcool isopropílico e do THF, percebe-se que a amostra sintetizada com o álcool é mais cristalina. Acredita-se que isso possa estar relacionado a capacidade de dissolução do THF que é menor que do álcool isopropílico, Analisando os difratogramas das amostras quando se utilizou a água acidificada (AC-B) como solvente, percebe-se que na temperatura de 1100°C há bandas de material amorfo e reflexões relacionadas a fase espinélio. Com a elevação da temperatura para 1200°C a fase mulita é cristalizada, sem a formação de espinélio. Quando se utilizou a água basificada (AB-B) como solvente os padrões são semelhantes aos da água acidificada, ou seja, em 1100°C a amostra ainda é praticamente amorfa, e com a elevação da temperatura para 1200°C a mulita é formada, sem a presença de espinélio.

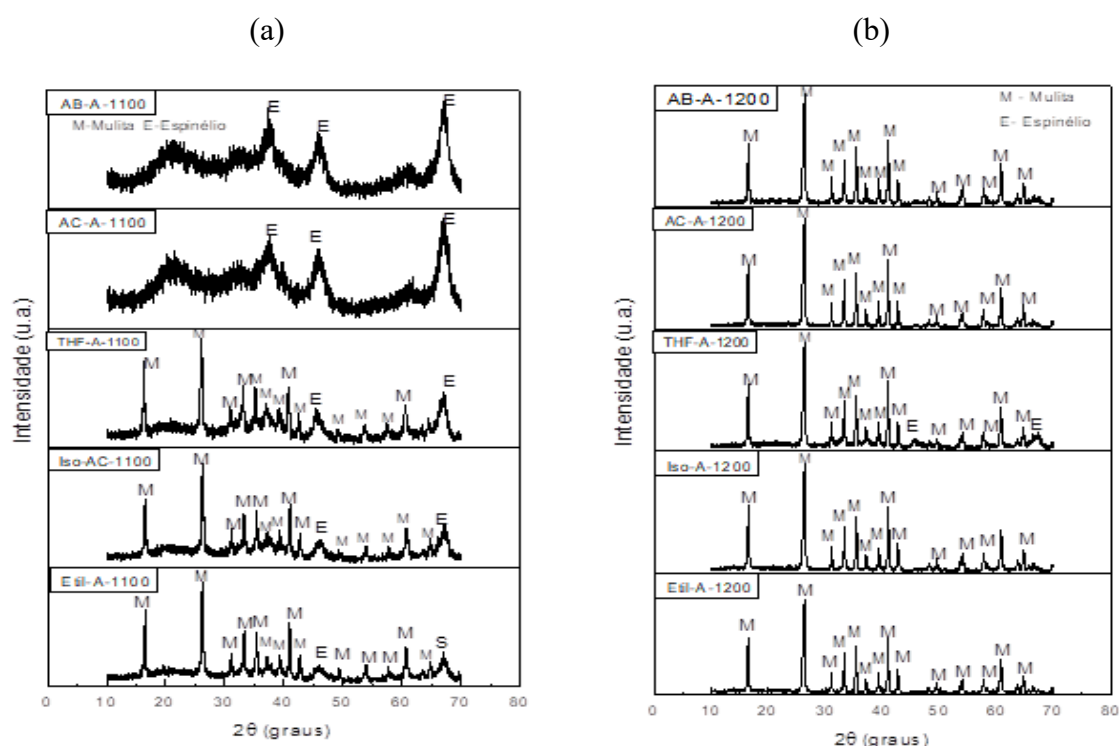
A Tabela 1 apresenta os valores de cristalinidade das amostras Iso-B, THF-B, AC-B e AB-B, sintetizadas em baixa concentração, calcinadas a 1100°C e a 1200°C. Com exceção da amostra que usou o álcool etílico como solvente (Etil-B) pois não cristalizou a mulita. Nota-se que os melhores valores de cristalinidade foram obtidos pelas amostras sintetizadas com o álcool isopropílico e com água acidificada, e a amostra sintetizada com THF apresentou o menor valor, como constatado anteriormente pelos difratogramas.

Tabela 1 - Cristalinidade das amostras Iso-B, THF-B, AC-B e AB-B, sintetizadas em baixa concentração, calcinadas a 1100°C e a 1200°C.

Amostras	Cristalinidade (%)	
	1100°C	1200°C
Iso-B	72,0	81,6
THF-B	50,9	61,3
AC-B	30,7	82,5
AB-B	32,1	75,5

De forma a estudar o efeito da concentração novas sínteses foram realizadas, porém com alta concentração das soluções, utilizando os mesmos solventes (álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada). As Figuras 2a e 2b ilustram os difratogramas de raios X das amostras Etil-A, Iso-A, THF-A, AC-A, AB-A, que foram sintetizadas em alta concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, calcinadas em 1100°C e 1200°C, respectivamente.

Figura 2 - Difratogramas de raios X das amostras Etil-A, Iso-A, THF-A, AC-A, AB-A, que foram sintetizadas em alta concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, calcinadas em 1100°C/2h (a) e 1200°C/2h (b), respectivamente.



Analisando os difratogramas da Figura 2, quando se utilizou o álcool etílico como solvente houve a cristalização da mulita já na temperatura de 1100°C, com discreta formação de espinélio. Com a elevação da temperatura para 1200°C a fase mulita formada apresentou um padrão mais cristalino e sem a formação de espinélio, diferentemente do que ocorreu na síntese em baixa concentração, onde apenas a alumina foi formada. Isso ocorreu, pois, ao aumentar a concentração da solução, aumenta-se também a quantidade dos íons de Al e Si, diminuindo o espaço entre eles, facilitando a formação das ligações Al-O-Si, e assim cristalizando a mulita. Sola et al. (2006) também prepararam géis de mulita sob condições de refluxo durante 7 dias, também usando o álcool etílico, o nitrato de alumínio e o TEOS, como reagentes. A formação da fase mulita é observada em baixas temperaturas, 900°C. Porém elevados tempos de

envelhecimento, 1 mês, foram necessários, o que vem de encontro as condições de síntese praticadas neste estudo, que indicam que o envelhecimento de no máximo 4 dias é suficiente para a formação da mulita, mas que temperaturas de calcinação mais elevadas são necessárias. Para as demais amostras, a concentração não influenciou na formação das fases, já que os padrões de difração para ambas as temperaturas de síntese foram semelhantes aos das amostras que foram sintetizadas em baixa concentração. No entanto, verificou-se uma pequena diferença no processo de surgimento da mulita ao se utilizar álcool isopropílico, em virtude da formação de fase espinélio na calcinação a 1100°C na condição de alta concentração. O que não foi observado na condição de baixa concentração.

A Tabela 2 apresenta os valores de cristalinidade das amostras Etil-AC, Iso-A, THF-A, AC-A, AB-A, calcinadas a 1100°C e a 1200°C, sintetizadas em alta concentração. Em geral, houve aumento na cristalinidade de todas as amostras quando sintetizadas em alta concentração, comparadas com as amostras sintetizadas em baixa concentração. Observa-se que as amostras sintetizadas com os álcoois etílico e isopropílico apresentaram os maiores valores de cristalinidade, sendo estes bem próximos, independente do álcool usado. A amostra sintetizada com o THF novamente apresentou o menor valor de cristalinidade, corroborando com os difratogramas de raios X.

Tabela 2 - Cristalinidade das amostras Etil-A, Iso-A, THF-A, AC-A e AB-A, sintetizadas em alta concentração, calcinadas a 1100°C e a 1200°C.

Amostras	Cristalinidade (%)	
	1100°C	1200°C
Et-AC-GL	58,2	91,7
Iso-AC-GL	52,3	90,2
THF-AC-GL	47,5	73,7
AC-AC-GL	31,2	87,6
AB-AC-GL	32,6	85,2

## CONCLUSÃO

O método sol-gel foi eficaz na obtenção de mulita com boa homogeneidade química. O tipo de solvente e a concentração das soluções teve influência nas características estruturais da mulita obtida. O uso do álcool etílico como solvente favoreceu a obtenção apenas da alumina, em baixa concentração da solução, porém, na síntese com alta concentração a mulita foi obtida. Independente da concentração das soluções, o uso da água como solvente só formou a fase desejada na temperatura de 1200°C. O THF foi o solvente que resultou nas amostras de mulita com menores valores de cristalinidade. Concluindo-se que as melhores condições de síntese são o uso de uma alta concentração da solução, e o uso dos álcoois etílico e isopropílico como solventes.

## REFERÊNCIAS

Amutharani, D.; Gnanam, F. D. Low temperature pressure less sintering of sol-gel derived mullite. *Materials Science and Engineering*, v.264, p.254-261,1999.

Braga, A. N. S.; Simões, V. N.; Lira, H. L.; Neves, G. A.; Menezes, R. R. Influência do tipo de solvente na síntese de mulita pelo método Pechini. *Cerâmica*, v. 65, 388-393, 2019.

Campos, T.M.B.; Cividanes, L.S.; Brunelli, D.D.; Sakane, K.K.; Thim, G. P. Effect of ethylene glycol on the mullite crystallization. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 32, p.835-842, 2012.

Chaudhuri, S.P.; Patra, S.K. Preparation e characterization of transition metal ion doped mullite. *Transactions and Journal of the British Ceramic Society*, v.97, p.105-111, 1997.

Chen, X.; Gu, L. Sol-gel dry spinning of mullite fibers from AN/TEOS/AIP system. *Materials Research Bulletin*, v.44, p.865-873, 2009.

Chu, L.; Tejedor-Tejedor, M.I.; Anderson, M.A. Particulate sol-gel route for microporous silica gels, *Microporous materials*, v.8, p.207-213, 1997.

Dokko, P. C.; Pask, J. A.; Mazdiyasn, K. S. High-temperature mechanical properties of mullite under compression. *Journal American Ceramic Society*, v.60, p.150-155, 1977.

Hirata, Y.; Aksay, I.A.; Kurita, Hori, S.; Kaji, H. Processing of mullite powders processed by Chemical Vapor Deposition. In *Mullite and Mullite Matrix Composites*, *Ceram. Trans.*, Vol. 6, edited by Somiya, S., Davis, R. F., Pask, J. A. American Ceramic Society, Westerville, Ohio, 323-38, 1990

Kong, L. B.; Zhang, T. S.; Chen, Y. Z.; Ma, J.; Boey, F.; Huang, H. Microstructural composite mullite derived from oxides via high-energy ball milling process. *Ceramics International*, v. 30, p. 1313-1317, 2004.

Kurajica, S.; Tkalec, E.; Mandic, V.; Schmauch, J. Mullite crystallization kinetics of lanthanum doped sol-gel derived precursors. *Journal of the European Ceramic Society*, v.31, p.377-383, 2011.



Kuriakose, T.A.; Kalkura, S. N.; Palanichamy, M.; Arivuoli, D.; Dierks, K.; Bocelli, G.; Betzel, C. Síntese de hidroxiapatita pelo método sol-gel utilizando precursores alternativos: nitrato de cálcio e ácido fosfórico, *Journal of Crystal Growth*. v. 263, 2004.

Lee, W.E.; Rainforth, W. M. Structural oxides I: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and mullite. In: *Ceramic microstructure property control by processing*, Chapman & Hall, London, UK, 1994

Jaymes, I.; Douy, A.; Massiot, D.; Coutures, J.P. Characterization of mono and diphasic mullite precursor powders prepared by aqueous routes, Al and Si MAS-NMR spectroscopy investigations. *Journal of Materials Science*, v.31, p.4581-4589, 1996.

Mazdiyasn, K. S.; Brown, L. M. Synthesis and mechanical properties of stoichiometric aluminum silicate. *Journal American Ceramic Society*, v.55, p.548-552, 1972.

Sacks, M. D.; Wang, K.; Scheiffle, G.W.; Bozkurt, N. Effect of composition on mullitisation behavior of  $\alpha$ -alumina/silica micro composite powders. *Journal of the American Ceramic Society*, v.80, p.663-672, 1997.

Sola, E. R.; Torres, F. J.; Alarcon, J. Thermal evolution and structural study of 2:1 mullite from monophasic gels. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 26, p.2279-2284, 2006.

Somiya, S., Yoshimura, M., Suzuki, M., Yanaguchi, T. Mullite powder from hydrothermal processing. In *Mullite and Mullite Matrix Composites*, Ceram. Trans., Vol. 6, edited by Somiya, S., Davis, R. F., Pask, J. A. American Ceramic Society, Westerville, Ohio, 287-297, 1990.

Tuan, W.H., Chen, C.Y. The processing of kaolin powder compact. *Ceramics International*, v.27, p.795-800, 2001.

Yoshida, K.; Hyuga, H.; Kondo, N.; Kita, H. Synthesis of precursor for fibrous mullite powder by alkoxide hydrolysis method. *Materials Science and Engineering B*, v.173, p.66-71, 2010.

Zhang, Y.; Ding, Y.; Gao, J.; Yang, J. Mullite fibres prepared by sol gel method using polyvinyl butyral. *Journal of the European Ceramic Society*, v.29, p.1101-1107, 2009



Geysivana Késsya Garcia Carvalho  
Ketelly Estefane da Silva Alves  
José Rosa de Souza Farias  
Veruska do Nascimento Simões  
Ycaro Breno Alves de Almeida  
Slanna Larissa Olimpio Costa  
Aluska do Nascimento Simões Braga

**AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DA  
HIDROXIAPATITA SINTETIZADA POR PECHINI**

# AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DA HIDROXIAPATITA SINTETIZADA POR PECHINI

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Ketelly Estefane da Silva Alves

José Rosa de Souza Farias

Veruska do Nascimento Simões

Ycaro Breno Alves de Almeida

Slanna Larissa Olimpio Costa

Aluska do Nascimento Simões Braga

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo sintetizar a hidroxiapatita (Hap) via Pechini e avaliar a influência de diferentes razões ácido cítrico/cátions metálicos (AC/CM) nas características dos pós obtidos. As amostras foram caracterizadas por difração de raios X, espectrometria no infravermelho e microscopia eletrônica de varredura. A relação AC/CM de 4:1 favoreceu a formação da cerâmica com maior percentual de HAp, com alta cristalinidade, apresentando uma morfologia constituída por aglomerados.

**Palavras-chave:** hidroxiapatita, síntese, método Pechini.

## INTRODUÇÃO

Os fosfatos de cálcio (CaP) representam o principal componente inorgânico presente nos organismos humanos, pois constituem a maioria da matriz inorgânica dos ossos e dentes. (Gelli et al., 2019). Os CaP sintéticos na forma de apatita de carbonato são materiais altamente biocompatíveis, dotados de uma excelente bioatividade e biodegradabilidade adaptável que os distinguem dos outros biominaerais (Khalifehzadeh e Arami, 2020). Devido à sua similaridade química e estrutural ao componente mineral do tecido ósseo; são utilizados há muitos anos em odontologia, substituição de articulações e tratamento de traumas ortopédicos (Nouri-Felekori et al., 2020).

Entre os CaPs, se destaca a hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ; HAp). A hidroxiapatita é o principal componente inorgânico dos ossos e dentes humanos, que atrai considerável atenção nos campos biomédicos devido à sua excelente biocompatibilidade, osteocondutividade, biodegradabilidade e bioatividade (Tang et al., 2020). Trata-se do fosfato de cálcio mais estável em fluidos e condições úmidas, em condições neutras a alcalinas (Kaviya et al., 2020). Graças à sua superior biocompatibilidade e excelentes características de bioatividade, a HAp é

conhecida por ter sido usada em muitos campos da medicina clínica como uma solução projetada para auxiliar na correção de problemas de regeneração em tecidos moles e ósseos (Khonina et al., 2020), melhorando o crescimento ósseo e estabelecendo ligações químicas com o tecido ósseo sem causar toxicidade local ou sistêmica, inflamação ou resposta a um corpo estranho (Senra et al., 2020).

Assim, uma diversidade de rotas laboratoriais foi desenvolvida com a finalidade de obter a HAp sintética, entre as quais se destaca as abordagens sol-gel. Em um processo sol-gel, um material sólido é formado a partir de uma solução, passando por um intermediário de gel onde estão presentes uma fase sólida e uma líquida e os reagentes são misturados no nível molecular, o que leva a produtos mais homogêneos (Giordano e Antonietti, 2011). Assim, esta técnica produz tamanhos menores de cristalitos, aumentando a área de superfície para possível adsorção, com a capacidade de ajustar finamente a estequiometria do titanato obtido (Mastoroudes et al., 2020).

O método Pechini é um processo sol-gel com gel polimérico orgânico (Kakihana, 1996), bastante atrativo entretanto pouco discutido na literatura para síntese de hidroxiapatita (Peña e Regi, 2003; Omori et al., 2014). Por conta disso, várias incógnitas são geradas quanto a influência das variáveis de processo em sua produção, dentre as quais se pode citar: a influência da relação entre o ácido cítrico/cátions metálicos (AC/CM). Por se tratar de um processo sol-gel que é altamente sensível às condições, é necessário um bom controle dos parâmetros de síntese, para levar à otimização do processo a longo prazo (Mandic e Kurajica, 2015). Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a avaliação estrutural e morfológica da hidroxiapatita obtida via Pechini, avaliando as variações AC/CM em 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os materiais utilizados para a produção dos pós de HAp foram: água destilada, ácido cítrico monohidratado, nitrato de cálcio, fosfato de amônio dibásico e etilenoglicol.

Para a síntese de nano HAp pelo método Pechini, foi adicionado 100ml de água destilada em um becker, que foi colocado em uma placa de aquecimento com agitação constante com a temperatura mantida por volta do 70°C, controlada com o auxílio de um termômetro. O ácido cítrico foi adicionado na solução de forma fracionada, logo após foram adicionados os precursores, nitrato de cálcio e fosfato de amônio. A relação entre o ácido cítrico /cátion metálico variou em 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1. Após a total dissolução dos precursores, o etileno glicol foi colocado na solução. A razão entre o ácido cítrico e o etileno glicol foi de 60/40. Após a disposição do etileno glicol a temperatura foi aumentada e mantida entre 100 a 120°C para a realização das reações de poliesterificação e consequente formação do gel. Foi realizado uma pirólise no gel a 400°C/1h, com uma taxa de aquecimento de 10°C/min, para a eliminação de

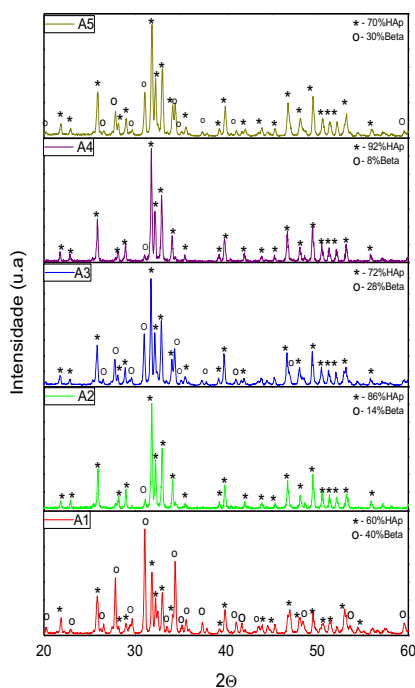
matéria orgânica. O material obtido foi desaglomerado, e logo em seguida passado em peneira ABNT n°200 (0,074mm), e calcinado na temperatura de 1000°C, durante 1 hora, com taxa de aquecimento de 10°C/min, para obtenção da fase desejada. As amostras obtidas foram nomeadas de A1, A2, A3, A4 e A5, quando a proporção AC/CM foi de 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1, respectivamente.

As amostras sintetizadas foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), para identificação das fases formadas, quantificação das fases, cristalinidade e tamanho de cristalito. O equipamento utilizado para essa análise foi o difratômetro de raios X modelo XRD-6000 da Shimadzu com radiação  $\text{K}\alpha$  do cobre e varredura de 20 a 60°. A quantificação das fases foi realizada por meio do programa HighScore Plus. O tamanho de cristalito foi calculado a partir da equação de Scherrer. A cristalinidade foi determinada a partir da razão entre a área integrada do pico referente à fase cristalina e a área referente à fração amorfa. Foi realizada espectroscopia no infravermelho (FTIR) nas amostras, utilizando um espectrômetro Bunker modelo TENSOR 27 em um intervalo de 400 a 4.000  $\text{cm}^{-1}$ , utilizando uma pastilha contendo o pó das amostras e KBr de grau espectroscópico na proporção de 0,3 mg de pó para 300 mg de KBr. Os aspectos morfológicos das amostras obtidas foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando um microscópio eletrônico de varredura da Shimadzu, modelo SSX-550.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 exibe os difratogramas de raios X das amostras A1, A2, A3, A4 e A5, obtidas com razões AC/CM de 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1.

Figura 1 - Difratogramas de raios X das amostras A1, A2, A3, A4 e A5



Através do difratograma observasse a formação de uma cerâmica bifásica, com picos característicos das fases hidroxiapatita e beta fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), para todas as amostras. A fase referente a hidroxiapatita foi identificada através da ficha padrão JCPDF (9 – 432) e a fase  $\beta$ -TCP por meio da ficha padrão JCPDF (9 – 169). Nota-se que, de maneira geral, com o aumento da variação da razão molar AC/CM ocorre um crescimento de certos picos de hidroxiapatita como por exemplo o  $31,8^\circ$ ; em detrimento da redução de alguns picos de beta, como os picos  $27,8^\circ$  e  $31,0^\circ$ , mostrando um aumento da fase Hap em detrimento de uma diminuição da fase beta. Isso se deve, possivelmente, ao teor crescente de ácido cítrico dentro da solução, pois o mesmo possui em sua composição três grupos carboxila  $-\text{COOH}$ , que em solução se tornam íons citratos devido à perda de um próton, além de uma hidroxila  $-\text{OH}$  central, tais grupos agem como agente quelante, sequestrando íons metálicos da solução e formando um complexo. Logo, a presença de mais ácido cítrico, e conseqüentemente, mais grupos carboxílicos estiveram disponíveis para quelar os cátions metálicos e levaram à maior uniformidade dos elementos metálicos no éster (Zhao, et al. 2006). A fase secundária ocorre, segundo Peña e Regi (2003), devido à evaporação da água durante a síntese, que leva a um aumento na viscosidade, e contribui para o aprisionamento dos ânions  $\text{PO}_4^{3-}$  na rede da molécula de polímero ocorrendo à segregação.

A Tabela 1 apresenta a quantificação das fases e a Tabela 2 apresenta a cristalinidade e tamanho de cristalito das amostras A1, A2, A3, A4 e A5, sintetizadas nas razões AC/CM de 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1, respectivamente.

Tabela 1 – Quantificação das fases das amostras A1, A2, A3, A4 e A5.

Quantificação das fases (%)		
Amostra	Fase hidroxiapatita	Fase beta
A1	40	60
A2	86	14
A3	72	28
A4	92	8
A5	70	30

Por meio da Tabela 1, notasse que a tendência de crescimento ocorre de maneira não linear, havendo uma queda na proporção 3:1, crescendo novamente na proporção 4:1 e novamente decaindo na 5:1. Isso pode ter ocorrido devido a pequenas variações nas condições da síntese, como tempo de dissolução dos reagentes e distribuição de calor em dado formato da placa para calcinação. Assim, essas variações nas condições de síntese influenciaram mais fortemente a

cinética de cristalização da hidroxiapatita, neste caso, do que a relação AC/CM. Outros autores que estudaram a síntese de outros materiais por Pechini, e analisaram o teor de AC/CM, também observaram uma maior influência dos parâmetros da síntese na formação das fases (Araujo, 2018; Araujo, 2017).

Tabela 2 – Tamanho de cristalitos e grau de cristalinidade das amostras A1, A2, A3, A4 e A5

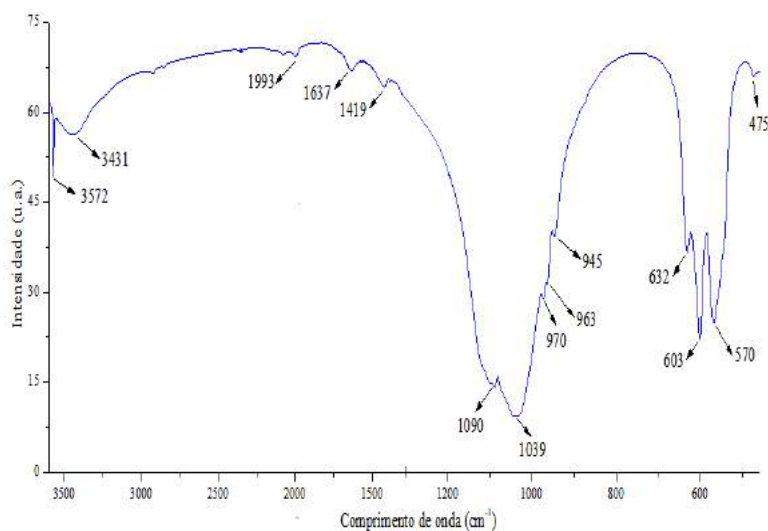
Amostra	Tamanho dos cristalitos (nm)	Grau de cristalinidade (%)
A1	41,2	92,8
A2	61,0	91,7
A3	49,0	93,9
A4	59,6	97,0
A5	39,5	95,1

A Tabela 2 mostra que elevados valores de cristalinidade ocorreram para todas amostras. Os tamanhos dos cristalitos variaram de 39,5 a 61,0 nm, evidenciando o caráter nanométrico das amostras. Observa-se, também, que os mesmos não variaram de tamanho de maneira ordenada, de acordo com o aumento de ácido cítrico na solução.

De acordo com os resultados dos difratogramas de raios X, a amostra A4 com proporção AC/CM de 4:1, foi a que resultou na maior percentagem de Hap e com maior cristalinidade. Desta forma, apenas essa amostra deu prosseguimento as demais caracterizações.

A Figura 2 exhibe os espectros de infravermelho da amostra A4, que foi sintetizada na proporção de 4:1 de ácido cítrico/cátions metálicos.

Figura 2 - Espectros de infravermelho da amostra A4



A partir da análise FT-IR, percebe-se a existência de três grupos principais de composição da amostra:  $\text{OH}^-$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HPO}_3^{4-}$ .

As bandas que provam a presença da HAp são 632, 3.431 e 3.572  $\text{cm}^{-1}$  corresponde ao alongamento da vibração do grupo da hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), indicando a existência de moléculas de água fisicamente absorvidas (Phatai, et al., 2018). No entanto, essa banda não pode ser vista na fase de  $\beta$ -TCP, pois sua estrutura química não possui o grupo  $\text{OH}^-$  (Ebrahimi, et al., 2017). As bandas características para o grupo do fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) da fase  $\beta$ -TCP apareceram em 942 e 971  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_1$ ) (Ebrahimi, et al., 2017). As bandas do grupo  $\text{PO}_4^{3-}$  da fase HAp ocorrem em 601 ( $\nu_4$ ), 475 e 570  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_2$ ), 1.043, 1.089 e 1.419  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_3$ ) e 962  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_1$ ) (Rameshbabu, et al., 2007; Omori, et al., 2014).

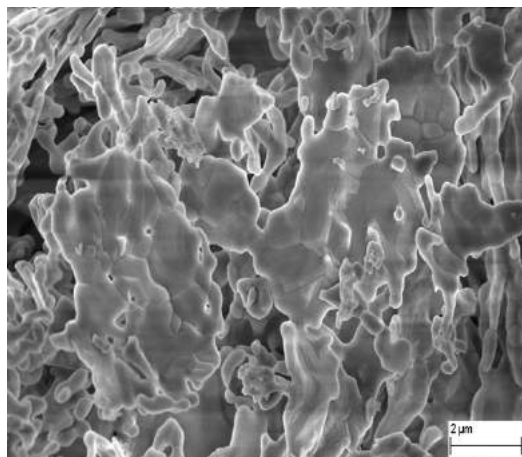
A banda 1.993  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_3$ ) pertence ao grupo dos carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) sendo atribuída a posição de fosfato substituída por  $\text{CO}_3^{2-}$  da rede de HAp (Herliansyah. et al., 2009; Basam, et al., 2017).

A banda em 1.637  $\text{cm}^{-1}$  corresponde à água absorvida, ocorrendo devido à vibração de alongamento da água livre (Piazza, et al., 2020).

A análise de FTIR confirma que a amostra A4 apresenta os grupos funcionais das fases HAp e  $\beta$ -TCP, corroborando com os resultados dos padrões de DRX.

A Figura 3 exibe a morfologia obtida por microscopia eletrônica de varredura da amostra A4. A micrografia ilustrada na Figura 3 apresenta sua respectiva imagem ampliada em 8.00K X.

Figura 3 – Microscopia eletrônica de varredura da amostra A4 na magnitude de 8.00KX.



Por meio da microscopia percebe-se a forte tendência em aglomerar das partículas, que formam agregados de formato irregular. Apresenta ainda certa porosidade, que é característico do método de síntese que utiliza muita matéria orgânica, resultando em tal porosidade quando esta é eliminada na etapa de sinterização.



## CONCLUSÃO

O método Pechini foi eficiente para a produção de nanopartículas de hidroxiapatita. A relação ácido cítrico/cátions metálicos (AC/CM) influenciou na formação das fases, onde para todas as proporções de ácido cítrico/cátions metálicos estudadas foi obtida uma cerâmica bifásica composta por HAp e  $\beta$ -TCP, porém com porcentagem de fases diferentes. A relação 4:1 de AC/CM foi o parâmetro com melhores resultados, obtendo uma cerâmica com elevada cristalinidade (97%) e com menor percentual de segunda fase (8%). A espectrometria no infravermelho confirmou a presença dos grupos funcionais das fases HAp e  $\beta$ -TCP. A amostra obtida apresentou alta reatividade, formando uma estrutura porosa e com agregados.

## REFERÊNCIAS

Araujo, D. S; Diniz, V. C. S; Torquato, R. A. et al. Avaliação gap óptico do TiO<sub>2</sub> obtido pelo método Pechini: influência da variação das fases anatásio-rutilo. *Matéria* (Rio J.), 23(1), Rio de Janeiro, 2018

Araujo, D. S; Diniz, V. C. S; Dantas, J. et al. Avaliação da fotoluminescência do TiO<sub>2</sub> sintetizado pelo método Pechini. *Cerâmica*, 63(367), São Paulo, 2017

Basam A.E. B-A; Salvado, I. M. M; Ferreira, J. M. F. et al. Novel route for rapid sol-gel synthesis of hydroxyapatite, avoiding ageing and using fast drying with a 50-fold to 200-fold reduction in process time, *Materials Science and Engineering: C*, 70, 796-804, 2017.

Ebrahimi, M; Botelho, M. G; Dorozhkin, S. V. et al. Biphasic calcium phosphates bioceramics (HA/TCP): Concept, physicochemical properties and the impact of standardization of study protocols in biomaterials research. *Materials Science and Engineering: C*, 71, 1293-1312, 2017.

Gelli, R; Ridi, F; Baglioni, P. The importance of being amorphous: calcium and magnesium phosphates in the human body. *Advances in Colloid and Interface Science*, 269, 219-235, 2019.

Giordano, C; Antonietti, M. Synthesis of crystalline metal nitride and metal carbide nanostructures by sol-gel chemistry. *Nano Today*, 6(4), 366-380, 2011.

Herliansyah, M. K; Hamdi, M; Ide-Ektessabi, A. et al. The influence of sintering temperature on the properties of compacted bovine hydroxyapatite. *Materials Science and Engineering: C*, 29, 1674-1680, 2009.

- Kakihana, M. Sol-gel preparation of high temperature superconducting oxides. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 6, 7 – 55, 1996.
- Kaviya, M; Ramakrishnan, P; Mohamed, S. B. et al. Synthesis and characterization of nano-hydroxyapatite/graphene oxide composite materials for medical implant coating applications. *Materials Today: Proceedings*, Available online 27 March 2020
- Khalifehzadeh, R; Arami, H. Biodegradable calcium phosphate nanoparticles for cancer therapy. *Advances in Colloid and Interface Science*, 279, 102157, 2020
- Khonina, T. G; Chupakhin, O. N; Shur, V. Ya. et al. Silicon-hydroxyapatite–glycerohydrogel as a promising biomaterial for dental applications. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 189, 110851, 2020
- Mandic, V; Kurajica, S. The influence of solvents on sol–gel derived calcium aluminate. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 38, 306-313, 2015.
- Mastoroudes, B. C; Markgraaff, J; Wagener, J. B. et al. Synthesis of cesium, sodium and nitrogen derived titanates using the Pechini sol-gel method. *Chemical Physics*, 537, 110816, 2020.
- Nouri-Felekori, M; Khakbiz, M; Nezafati, N. et al. Characterization and multiscale modeling of novel calcium phosphate composites containing hydroxyapatite whiskers and gelatin microspheres. *Journal of Alloys and Compounds*, 832, 154938, 2020.
- Omori, Y; Okada, M; Takeda, S. et al. Fabrication of dispersible calcium phosphate nanocrystals via a modified Pechini method under non-stoichiometric conditions. *Materials Science and Engineering: C*, 42, 562-568, 2014.
- Peña, J. Regi, M. Hydroxyapatite, tricalcium phosphate and biphasic materials prepared by a liquid mix technique. *Journal of the European Ceramic Society*, 23(10), 1687–1696, 2003.
- Phatai, P; Futralan, C. M; Utara, S. et al. Structural characterization of cerium-doped hydroxyapatite nanoparticles synthesized by an ultrasonic-assisted sol-gel technique. *Results in Physics*, 10, 956-963, 2018.
- Piazza, R. D; Pelizaro, T. A. G; Chanfrau, J. E. R. et al. Calcium phosphates nanoparticles: The


effect of freeze-drying on particle size reduction. *Materials Chemistry and Physics*, 239, 122004, 2020.

Rameshbabu, N. Antibacterial nanosized silver substituted hydroxyapatite: Synthesis and characterization. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 80A (3), 2007.

Senra, M. R; Lima, R. B; Souza, D. H. S. et al. Thermal characterization of hydroxyapatite or carbonated hydroxyapatite hybrid composites with distinguished collagens for bone graft. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 7190-7200, 2020

Tang, M. Synthesizing surface modified hydroxyapatite embedded in three-dimensional graphene oxide networks for drug loading. *Materials Letters*, 265, 127426, 2020

Zhao, J-P; Quan, M-H; Zhang, L. Preparation of potassium lithium niobate powders with low Li content via the Pechini method. *Ceramics International*, 32(72006), 843-846, 2006.



Janine Cavalcante de Oliveira  
Fernando Nunes Belchior  
Leonardo de Queiroz Moreira

**COMPARAÇÃO E ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA  
DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR DE  
DIFERENTES TECNOLOGIAS**

# COMPARAÇÃO E ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR DE DIFERENTES TECNOLOGIAS

Janine Cavalcante de Oliveira

Fernando Nunes Belchior

Leonardo de Queiroz Moreira

## RESUMO

Desde a sua invenção, os diversos tipos de condicionadores de ar são cada vez mais frequentes nas instalações. Assim, o trabalho tem como objetivo medir o consumo de energia elétrica de um sistema de condicionamento de ar já instalado, e comparar, de forma matemática, com aparelhos com tecnologia *inverter* ou Fluxo Variável de Refrigerante (FVR), objetivando quantificar o consumo energético. Espera-se que o consumo desses sistemas mais eficientes seja significativamente menor. Por isso, será interessante avaliar a viabilidade da modernização do sistema de condicionamento e verificar qual tecnologia se mostra mais eficiente para a aplicação estudada.

**Palavras-chave:** Ar-condicionado, Eficiência Energética, Simulação, FRV.

## INTRODUÇÃO

Em 1902, Willis Carrier inventou um processo para condicionar o ar. Contudo, a invenção demorou a se popularizar e só em 1914 foi feita a primeira instalação residencial, em Minneapolis (NEVES, S., 2018).

Desde então, no Brasil, a posse de aparelhos e o consumo de energia devido à refrigeração do ar aumentaram consideravelmente. (EPE, 2018). Indo nesta direção, este trabalho consiste em um estudo de caso e tem como foco simular e comparar o consumo de energia dos aparelhos de ar-condicionado instalados em uma sala da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Para a coleta de dados, será elaborado um protocolo com o procedimento a ser realizado, considerando equipamentos e medidas de segurança. Depois, considerando os dados coletados, será feito um levantamento dos equipamentos que poderiam substituir aqueles já instalados e, posteriormente, a estimativa do consumo desses aparelhos e a análise da viabilidade da substituição dos equipamentos já utilizados, por novos.

## **MÉTODOS**

Após a revisão bibliográfica, será elaborado um protocolo para a coleta de dados dos equipamentos a serem estudados, incluindo equipamentos a serem utilizados como analisadores de energia, câmeras termográficas e aspectos e dispositivos de segurança. Depois, serão realizados testes em campo e, caso seja necessário, o protocolo será reformulado.

Ao consolidar o protocolo, ele será utilizado como diretriz para a coleta dos dados de consumo de energia e das especificações dos equipamentos instalados no prédio.

Na sequência, será realizada uma pesquisa de mercado para verificar os equipamentos que poderiam substituir aqueles já instalados, com base nas especificações observadas na etapa anterior, e considerando diversos tipos de tecnologia como Split Inverter e Fluxo Variável de Refrigerante (FVR).

Posteriormente, será estimado o consumo de energia considerando os aparelhos escolhidos no levantamento. Então, o consumo medido e o teórico, calculado utilizando o software Excel, serão comparados. Por fim, será verificada a viabilidade da substituição dos equipamentos antigos pelos novos.

## **RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS**

Espera-se uma redução do consumo de energia elétrica caso fossem utilizadas tecnologias mais eficientes de condicionamento de ar, em comparação com aquelas já aplicadas na sala analisada. Esta pesquisa pode contribuir de forma direta com a redução do consumo e custos com energia elétrica em prédios públicos e privados e residências, já que a análise pode ser estendida a instalações de pequeno, médio e grande porte. Além de auxiliar na tomada de decisão ao adquirir ou atualizar um sistema de refrigeração.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho busca considerar as tecnologias de condicionamento de ar e comparar o consumo de energia de algumas dessas tecnologias, para verificar qual seria a redução nos gastos com energia elétrica, caso os aparelhos instalados em um dos centros de aula da UFG fossem substituídos por equipamentos mais eficientes.

Espera-se que o consumo de energia elétrica seja reduzido, considerando as tecnologias mais recentes como *inverter* e FVR. Por isso, é interessante verificar a viabilidade da substituição dos equipamentos em uso, por tecnologias mais modernas.

Assim, o trabalho pode contribuir para uma maior conscientização a respeito da importância da revisão da eficiência energética das instalações e contribuir no processo de tomada de decisão caso a Universidade opte por atualizar seu sistema de refrigeração.

## REFERÊNCIAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Nota técnica EPE 030/2018. Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-epe-030-2018>.

Acesso em: 9 jul. 2021

NEVES, S. A história do ar-condicionado. SEINFRA UFG. 11 jan. 2018. Disponível em: <http://www.cemeq.ufg.br/n/103153-a-historia-do-ar-condicionado>. Acesso em: 9 jul. 2021.



Davi Henrique da Silva Pedroso  
Gilson Fernandes Braga Junior

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO  
PARA O MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS:  
PROVA DE CONCEITO**



# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS: PROVA DE CONCEITO

Davi Henrique da Silva Pedroso  
Gilson Fernandes Braga Junior

## RESUMO

Com base no projeto de extensão o presente trabalho visa a criação de um sistema de monitoramento para um biodigestor baseado na PoC. O método de pesquisa englobou 4 fases e no fim das etapas foi possível realizar baterias de testes nos sensores e os resultados mostraram-se satisfatórios. Logo, o sistema mostrou uma viabilidade técnica sendo de baixo custo, no intuito da criação de uma placa de circuito dedicada para testar a produção de biogás com a manipueira.

**Palavras-chave:** Manipueira, biodigestor, biogás, baixo custo.

## INTRODUÇÃO

A manipueira é um efluente proveniente do processo de ralação, prensagem ou escorrimento da massa de mandioca (Costa; Lima; Gasparin, 2019). Tem como características uma elevada concentração de material orgânico, em sua composição tem-se açúcares solúveis como parte da matéria orgânica biodisponível. Uma das alternativas para o seu aproveitamento é o uso para a produção de energia elétrica, através da produção de biogás, via biodigestão anaeróbia (Tschoeke et al., 2016; Silva, 2019). Os biodigestores anaeróbicos têm se mostrado uma tecnologia de baixo custo econômico e energético. Porém, o processo de obtenção do biogás pelo biodigestor não é simples, e por isso deve ser monitorado. Neste contexto, é desenvolvido um projeto de extensão na Universidade Federal do Oeste do Pará focado no aproveitamento sustentável dos resíduos da produção de farinha de mandioca, a fim de promover o melhoramento ambiental e geração de energia através dos biodigestores. O objetivo do projeto consiste na construção de um sistema de baixo custo operacional para o monitoramento das variáveis para um biodigestor, integrando o método da PoC (Prova de conceito) que visa sistematizar o processo desde da escolha dos sensores até a fase de teste. Considerando o exposto, o presente trabalho visa descrever o processo de desenvolvimento e demonstrar os resultados operacionais iniciais do sistema.

## MATERIAL E MÉTODOS

Seguindo a metodologia adaptada de Narciso et al. (2018), para a montagem do sistema utilizou-se um fluxo genérico de fases da prova de conceito: (1) Instrumentos utilizados, (2) Criação do sistema, circuito elétrico, (3) Integralização ao biodigestor, (4) Testes nos sensores. Os instrumentos para o monitoramento das variáveis estão os sensores de gás, temperatura e pressão. Para o processamento dos dados foi utilizado os módulos *Real Time Clock* (RTC), para fornecer ano, mês, dia, horas, minutos e segundos. Também, foi utilizado o módulo SD card, para expandir a memória e armazenamento dos dados. Por fim, utilizou-se a placa de prototipagem Arduino Uno R3 para integralizar o sistema. Na Tabela 1 e Tabela 2 apresenta os equipamentos e seus respectivos preços aplicados no projeto.

Tabela 1 - Estrutura utilizada no projeto e o preço de compra.

<b>Estrutura</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Espigão Fixo (Macho)	7,51
Mangueira Pulverização 1/4	16,00
Emenda para mangueira “T” ½	32,54
Braçadeira Mangueira Trator	4,45
Registro Esfera PVC	42,90
Válvula Reta para gás	31,15

Tabela 1 - Sensores utilizados no projeto e o preço de compra.

<b>Sensores</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Real Time Clock (Módulo de tempo)	19,36
Módulo SD Card (Armazenamento)	8,90
Sensor de gás MQ-4	20,90
Sensor de temperatura DS18B20	18,90
Sensor de Pressão BMP180	16,00
Arduino UNO R3	37,99

Uma vez efetivada a validação dos sensores e módulos, realizou-se conexões entre os sensores através de um circuito elétrico desenhado nos softwares Proteus(figura 1) e Fritzing(figura 2) e posteriormente projetado na protoboard (matriz de contato). Foi construído o biodigestor utilizando um galão de água de 5 litros, uma mangueira de 1 metro para gás, um conector para mangueira em T. Além disso, empregou-se um registro para a queima do biogás, um registrador de policloreto de vinila e 6 braçadeiras. Em seguida, a placa de ensaio(protoboard) foi integrada

ao corpo do biodigestor, demonstrada na figura 3 e 4.

Figura 1 - Circuito elétrico desenhado no Proteus com os sensores e o Arduino.

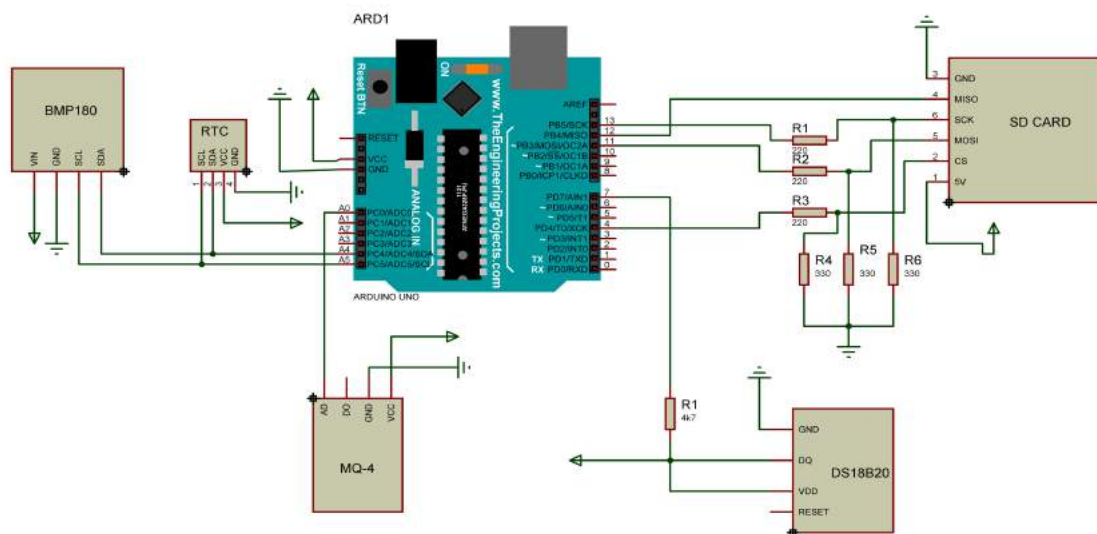


Figura 2 - Circuito elétrico desenhado no Fritzing com os sensores e o Arduino.

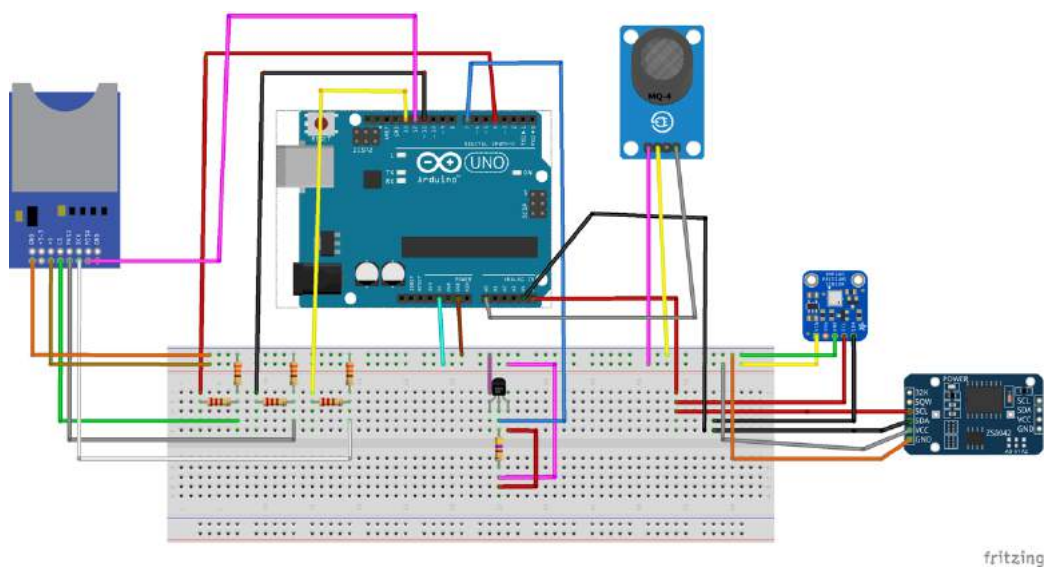


Figura 3 - Estrutura do biodigestor



Figura 4 - Biodigestor e protoboard montada com os circuitos elétricos



Uma vez integalizado o sistema elétrico realizou-se a escrita do código no Arduino para encontrar valores de temperatura e a concentração de gás. Na figura 5 é demonstrada um fluxograma da lógica de comandos que visa inicialmente receber dados do RTC e sincronizar ano, mês, dia, hora, minuto e segundos que o circuito foi ligado. Logo após, os dados são enviados para o módulo SD Card e armazenado na sua memória.

Figura 5 - Fluxograma da lógica do programa



Após a construção do sistema realizou-se testes de precisão e funcionamento dos sensores sem qualquer exposição a gás. A primeira bateria de teste foi constituída pelos sensores BM180 e DS18B20 e o MQ-4. O sistema operou no dia 28/01/2021 com 30 minutos de duração medindo os níveis dessas variáveis. Após os sensores analisarem as variáveis é possível coletar os dados com os horários fornecidos pelo RTC e salvar no cartão de memória.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura mensurada pelos sensores DS18B20 e BMP180 mostraram pequenas variações significativas com 28,5° e 27,4° no primeiro minuto e no último minuto com 28°C para o DS18B20 e 27,8°C para o BMP180. No total foram analisadas 30 amostras de temperatura o que resultou uma temperatura média de 27,9°C para o DS18B20 e 27,4°C para o sensor BMP180.

O sensor MQ-4 apresentou uma alta sensibilidade ao medir concentrações de gases após o sensor ser calibrado pela curva de calibração disponibilizada no manual do produto. Observa-se que o sensor apresentou uma variação de 0,03% após 15 minutos de funcionamento e totalizando uma variação de 0,43% após 15 minutos. Este período é a sensibilidade do sensor ao se adequar ao ambiente visto que o ar atmosférico é composto por uma mistura de gases.

Analisando os resultados da figura 6 e 7, o sensor BMP180 funcionou conforme o esperado para medidas de temperatura da biomassa, com uma precisão inferida pelo fabricante de 0,5°C. Para as medidas de temperaturas no interior do biodigestor o sensor BMP180 apresentou ótimos resultados mediante a sua precisão de 2°C. Com uma resposta rápida e com a calibração realizada, o modelo do sensor MQ-4 metano poderá ser usado para a previsão em porcentagem da produção de gás proveniente da manipueira.

Figura 6 - Gráfico da curva de testes dos sensores DS18B20 e BMP180 ao analisar as temperaturas

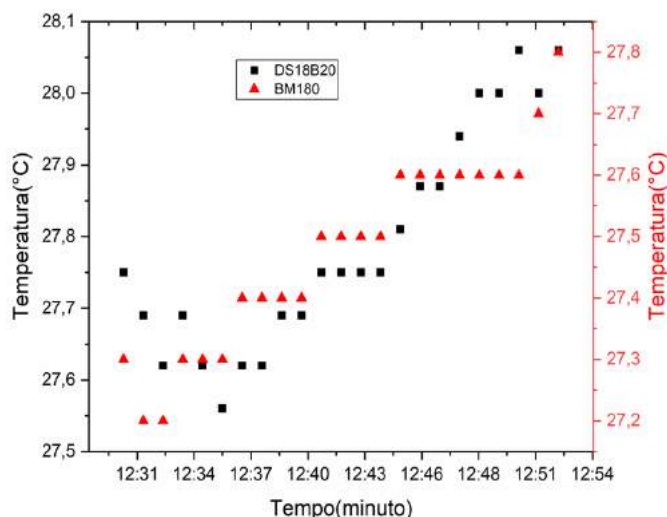
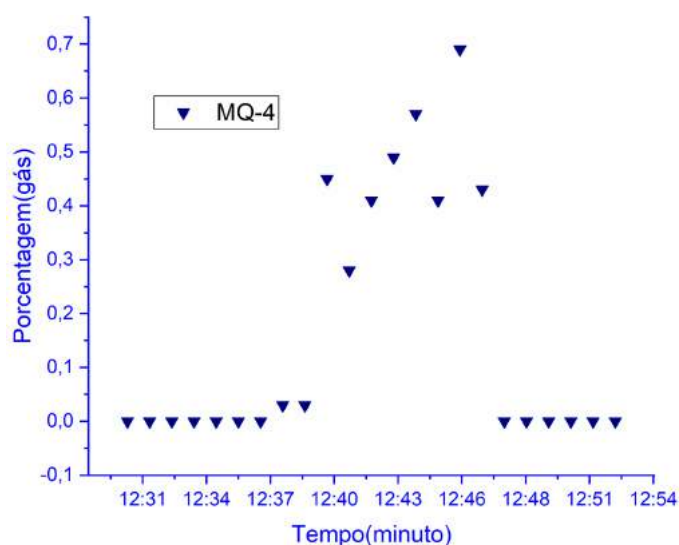


Figura 7 - Gráfico da curva de teste do sensor MQ-4 ao analisar a concentração de gás.



## CONCLUSÃO

Em resumo, o sistema de aquisição de dados demonstra uma viabilidade técnica promissora com um orçamento total de R\$288,00 e com resultados satisfatórios ao analisar cada sensor previsto na sua estrutura. Diante desse pressuposto o projeto ainda viabiliza a criação de uma placa de circuito dedicada para testar a produção de biogás com a manipueira.

## REFERÊNCIAS

COSTA, Ana Cecília de Moura; LIMA, Natália Neves; GASPARIN, Eloi. Identificação e caracterização das unidades produtoras de farinha de mandioca na Comunidade de boa esperança, santarém, pa. Revista de Extensão da Integração Amazônica, Santarém-Pará, v.01, n.02, 2019

NARCIZO, Ramon Baptista et al. Prova de conceito e análise de desempenho em protótipo de sistema para o tratamento natural de efluentes domésticos. Anais do XXV Simpósio De Engenharia De Produção, Bauru, São Paulo, 2015.

SILVA, P.S. Tratamento biológico de efluentes do processamento da mandioca: incentivo sustentável as unidades produtoras de farinha. Dissertação (Mestrado)- PPG- Sociedade, ambiente e qualidade de vida, UFOPA, Santarém-Pará, 2019

TSCHOEKE, I. C. P. et al. Sistema de controle automático para biodigestor. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Fortaleza-CE, 2016.



Vinícius Maciel Vaz  
Viviane de Senna  
Adriano Mendonça Souza

**E-COMMERCE: EXPECTATIVA VERSUS REALIDADE  
FRENTE A PANDEMIA DE COVID-19**



# E-COMMERCE: EXPECTATIVA VERSUS REALIDADE

## FRENTE A PANDEMIA DE COVID-19

Vinicius Maciel Vaz

Viviane de Senna

Adriano Mendonça Souza

### RESUMO

O *e-commerce* facilita a negociação, pois é capaz de unir compradores e vendedores rapidamente. Com a pandemia de Covid-19 essa forma de comércio passou a ser uma alternativa de manutenção das atividades para vendedores e consumidores. Por isso, o objetivo da pesquisa é identificar se houve alteração do padrão de consumo utilizando o *e-commerce* durante o período de pandêmica. Através da metodologia da análise de regressão aplicada ao Índice de Faturamento Online e Variações - Brasil, com periodicidade mensal, entre janeiro de 2018 até outubro de 2020, foi possível verificar que no período de pandemia o *e-commerce* ampliou sua participação de mercado acima dos valores previstos para 2020.

**Palavras-chave:** *e-commerce*, pandemia, cenário econômico.

### INTRODUÇÃO

Comprar e vender nunca foi tão fácil. O relacionamento comercial realizado através das redes, via internet, conhecido por *e-commerce* ou comércio eletrônico, está tornando o mercado ainda mais globalizado. A conexão virtual torna as relações sem fronteiras e capaz de conectar consumidores e fornecedores nos mais diversos e longínquos lugares através da rede mundial de comunicação. O consumidor não necessitar deslocar até o local de venda para realizar pesquisa de preço, escolher o produto, efetuar o pagamento e retirar o produto caracteriza um novo modelo de relacionamento mercantil (MIRANDA, ARRUDA, 2004).

O uso das ferramentas eletrônicas já estava consolidado até 2019, mas com a chegada da pandemia de Covid-19 e a necessidade de distanciamento social isso tomou proporções maiores. Compreender como essa crise interferiu na utilização do *e-commerce* é importante para que seja possível identificar uma perspectiva de como serão as relações comerciais pós pandemia e para compreender o que foi possível aprender e modificar devido a esse período.

Compreender as modificações do mercado é importante tanto para vendedores quanto para consumidores, pois entender as tendências e oportunidades mercadológicas auxilia as negociações. Os vendedores que visavam somente vendas através do comércio convencional, no ponto de venda precisam modernizar e adaptar as operações de vendas para sua manutenção.

Os consumidores que não utilizavam e-commerce, durante a pandemia tiveram a oportunidade e a necessidade de usar esse meio, que em função do vírus, passou a ser considerado mais seguro, do ponto de vista da exposição ao convívio social.

O *e-commerce* é um meio para obter os mesmos resultados, ou seja, o comércio. O problema dessa pesquisa consiste em verificar: a pandemia de Covid-19 interferiu no padrão de consumo utilizando do e-commerce no Brasil no ano de 2020?

O objetivo é identificar se houve alteração do padrão de consumo utilizando o e-commerce durante o período de pandemia. Para isso, será aplicado o método de análise de regressão simples, em que serão verificadas, pela aplicação da equação de regressão, as expectativas de vendas através do *e-commerce* para o ano de 2020 e as vendas realizadas até outubro do mesmo ano. Deste modo, será possível efetuar a comparação entre estimado e realizado em 2020.

A pesquisa foi dividida nas seguintes partes, no capítulo 2 o referencial teórico trará uma breve abordagem sobre e-business, o cenário econômico no período pandêmico e *e-commerce*, no capítulo 3 a metodologia da pesquisa, no capítulo 4 serão apresentados os resultados e discussões, no capítulo 5 as considerações finais e por fim as referências utilizadas como base teórica.

## **E-business**

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2013) define o e-business como uma estratégia de inserção da empresa na internet, que visa automatizar suas atividades nas mais diversas áreas da organização. A utilização das redes pela empresa tem por finalidade reduzir custos administrativos, assim como aumentar qualidade e produtividade e expandir a área de atuação geográfica. Existem diversos tipos de transações eletrônicas possíveis de serem realizadas *Business to Business* - B2B, *Business to Consumer* - B2C, *Business to Government* - B2G e *Consumer to Government* - C2G. O *e-business* é uma ferramenta inovadora, uma das estratégias de como uma empresa se posiciona no meio eletrônico (BATISTA, 2004).

O B2B é uma transação comercial realizada por uma indústria, uma revendedora ou uma distribuidora e um consumidor, que neste caso também é uma outra empresa (RIBEIRO, 2020). Normalmente este tipo de comércio é movimentado através de visitas presenciais entre um representante da empresa vendedora à empresa compradora. Devido a pandemia e consequente isolamento social as empresas precisaram alterar a modalidade de negócio presencial para o *e-commerce*, através de lojas virtuais, utilização de videoconferência, ou outras ferramentas eletrônicas.

O B2C também trata de transações comerciais realizadas via internet, sendo estas entre empresas e consumidores (GUIMARÃES, 2018). Como o varejo online, mas é preciso levar

em conta os prestadores de serviços e até mesmo as indústrias que interagem com consumidores finais. As transações são realizadas através do convencimento, a ideia é demonstrar para o possível consumidor as qualidades do produto ou serviço e os benefícios que a compra pode trazer. As empresas que utilizam o *e-commerce* B2C, na sua maioria, possuem como objetivo fidelizar o consumidor e manter um relacionamento de longo prazo, como não existem contratos firmados, a estratégia de manutenção dos clientes depende fundamentalmente da qualidade do atendimento, dos produtos e dos serviços prestados.

Segundo o site BrazilLAB (2018) o B2G é um modelo de transação comercial, em que os governos comprariam soluções tecnológicas que proporcionariam impacto social mensurável. O B2G é uma nova forma de relações comerciais tradicionais entre as corporações o setor público, de forma a reduzir as relações comerciais tradicionais focos de escândalos e alvos de investigação. A Internet foi a grande propulsora dos progressos em B2G, especialmente no que se refere a ampliar a qualidade e confiabilidade das compras no setor público, através de sistemas de compra online, como leilões de E-gov, que possibilitaram maior transparência e celeridade a processos que anteriormente eram obscuros e demorados. Também é possível citar o aumento de eficiência nos serviços com a uniformização de contratos, documentos e produtos. Para o SEBRAE (2013) o C2G é a interação eletrônica do consumidor com o governo, como é o caso do Imposto de Renda, que pode ser declarado pela internet. O governo tem disponibilizado serviços ao através da internet ou por aplicativos, podendo assim ampliar a interação dos consumidores com o governo.

Todas as classificações abordadas indicam formas de comercialização ou desenvolvimento de relacionamento entre duas partes interessadas em desenvolver um tipo de negociação. A tecnologia serve de apoio para todas elas, bem como impulsiona e facilita o relacionamento entre todas as partes. Apesar dos avanços encontrados no mercado, ainda há grandes possibilidades de desenvolvimento em todas as áreas, seja na tecnologia como nas negociações. Estas alternativas variam de acordo com o cenário econômico do momento, podendo haver maior ou menor desenvolvimento e necessidade de aplicação.

### **Cenário econômico no Brasil no período da pandemia**

O Covid-19 é um vírus detectado em dezembro de 2019 em Wuhan na China, ficou conhecido como coronavírus (SARS-CoV-2), que faz parte de uma grande família de vírus comuns, como, MERS-CoV e SARS-CoV que afetam diversos tipos de animais e que raramente são transmitidos a pessoas. Este vírus apresenta diferentes níveis de estados clínicos desde casos assintomáticos até graves quadros de infecção respiratória, havendo necessidade de internação hospitalar e utilização de ventilação mecânica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Segundo o Ministério da Saúde (2020), a COVID-19 é uma doença causada pelo coronavírus

que se alastrou pelo mundo de forma muito rápida, chegando aos cinco continentes e afetando cidades de forma muito diferentes. A Organização Mundial da Saúde (OMS) emitiu alertas para tentar reduzir a disseminação do vírus. Os alertas ocasionaram muitas ações políticas de saúde pública e ao mesmo tempo agiram sobre toda a sociedade com o isolamento social, mesmo cada país, região ou cidade adotando ações distintas, desta forma gerando reflexos sobre a economia. Na matéria publicada em maio de 2020 na Revista Exame, a economia brasileira vinha apresentando uma retomada e reduzindo a recessão, mas com o início da pandemia o cenário alterou-se rapidamente de forma negativa. Houve cancelamento nos investimentos, devido ao isolamento social, empresas fecharam as portas e empregos foram perdidos, as empresas que permaneceram abertas começaram a encontrar dificuldades com matérias primas, com fluxo de caixa, pois passaram a lutar apenas pela sobrevivência. Há uma indicação de seis pontos que demonstram a crise desencadeada pelo coronavírus: Queda do PIB brasileiro pode chegarem 7,7% no ano 2020; Expectativa do dólar alcançar o valor de R\$ 6,00; Aumento de 39% nos pedidos de seguro-desemprego; Encolhimento de 9,1% da produção industrial em março; Salto do risco-país de 95 para mais de 400 pontos; A pandemia pode gerar um custo mundial de US\$ 8,8 trilhões. Diante desta análise é possível vislumbrar um período de recessão, mas de ampliação do *e-commerce*.

O site *E-commerce* Brasil (2020), detalha a pesquisa realizada pela Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo – FecomercioSP e evidencia que o volume de utilização do comércio online por consumidores nos últimos seis meses obteve crescimento de 46%, ocasionado pela pandemia de coronavírus. Mais alguns dados que foram evidenciados nesta pesquisa podem demonstrar o reflexo do Covid-19 na economia:

- 72% dos brasileiros alteraram seus hábitos de consumo;
- Setores com maior redução: roupas e calçados (42%), viagens a turismo (30%) e atividades físicas (27%);
- Redução de 22% no consumo de bens essenciais (alimentos e remédios);
- 54% dos consumidores realizaram corte de gastos por conta da redução na renda;
- 72% dos entrevistados passaram a cozinhar mais em casa;
- Aumento de 42% na prática de atividades físicas no ambiente doméstico;
- 14% passaram a comprar mais itens de construção ou decoração.

Durante o período pandêmico e o isolamento social muitas pessoas passaram a utilizar o *e-commerce* para atender suas necessidades e outras intensificaram a utilização destas transações. A globalização e a utilização da internet tornaram o processo de aquisição de produtos e serviços mais acessível, aproximando empresas e clientes, mesmo havendo distância, e facilitando a interação, além de tornar o mercado mais competitivo e atraente ao consumidor. A difusão na utilização da Internet deu início a uma nova revolução tecnológica, alterando a

maneira como as pessoas e organizações se relacionam e interagem (CUSUMANO, YOFFIE, 2000). O ambiente virtual e globalizado favorece o e-commerce e as empresas virtuais, que será abordado com maior detalhamento no próximo tópico.

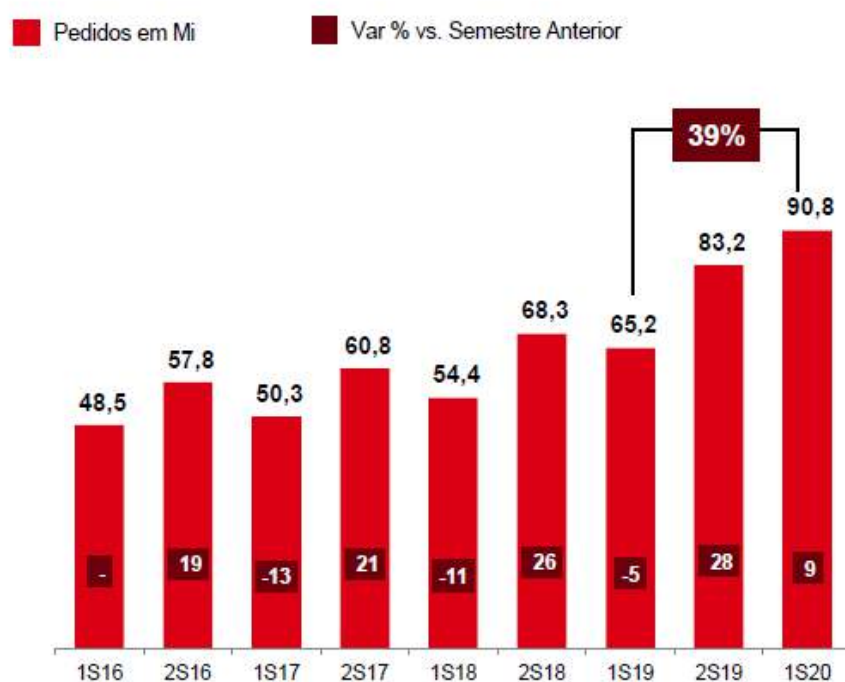
### ***E-commerce***

Uma das partes do *e-business* é o *e-commerce* que trata da conexão eletrônica entre a empresa e o cliente para venda de produtos e serviços, através de sites ou aplicativos (SEBRAE, 2013). O e-commerce pode ser utilizado nas transações B2B, quando empresas realizam as compras ou vendas para outras empresas utilizando-se das redes.

O *e-commerce* acostumou o usuário a comprar de uma forma simples, disponibilizando catálogos para os usuários e detalhadas descrições dos produtos. A possibilidade de finalizar a compra do conforto de casa é um fator relevante. Em 2017, independentemente da crise econômica, impostos, logística e outros problemas que tanto as empresas quanto os consumidores possam enfrentar, a previsão era de crescimento de 15% no *e-commerce* (LARRUCEA, 2017).

Houve crescimento de 2016 para 2017, mas não alcançou o percentual esperado, segundo relatório Ebit| Nielsen Webshoppers 42 (2020). Outra informação em destaque no perfil do *e-commerce* no Brasil em 2020 é o aumento no número de pedidos realizados no primeiro semestre de 2020, apesar do decréscimo recorrente nos primeiros semestres anteriores de 2017, 2018 e 2019, conforme Figura 1.

Figura 1 - Crescimento em pedidos realizados por semestre de 2016/1 a 2020/1

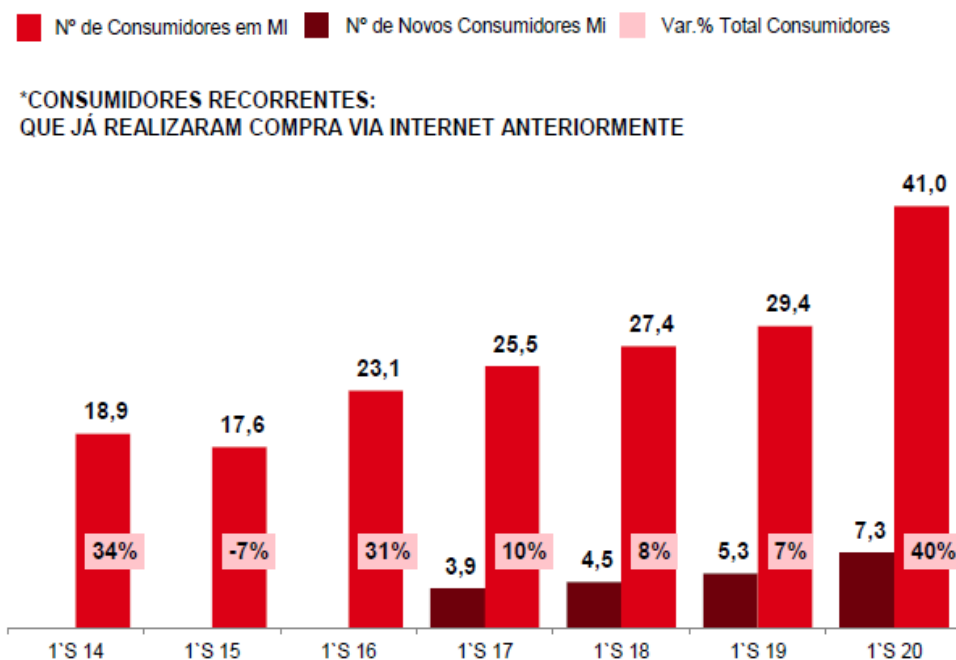


Fonte: Ebit, Nielsen Webshoppers 42 (2020)

Pela Figura 1, de 2016 para 2017, ocorreu um acréscimo no segundo semestre, de aproximadamente 5%. O crescimento do número de pedidos continuava crescendo de forma discreta até o primeiro semestre de 2020, que apresentou um acréscimo de 39% com relação ao mesmo período do ano anterior.

Pode-se notar o acréscimo de novos consumidores no primeiro semestre de 2020 em relação aos seis anos anteriores, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Número de consumidores que utilizam *e-commerce*

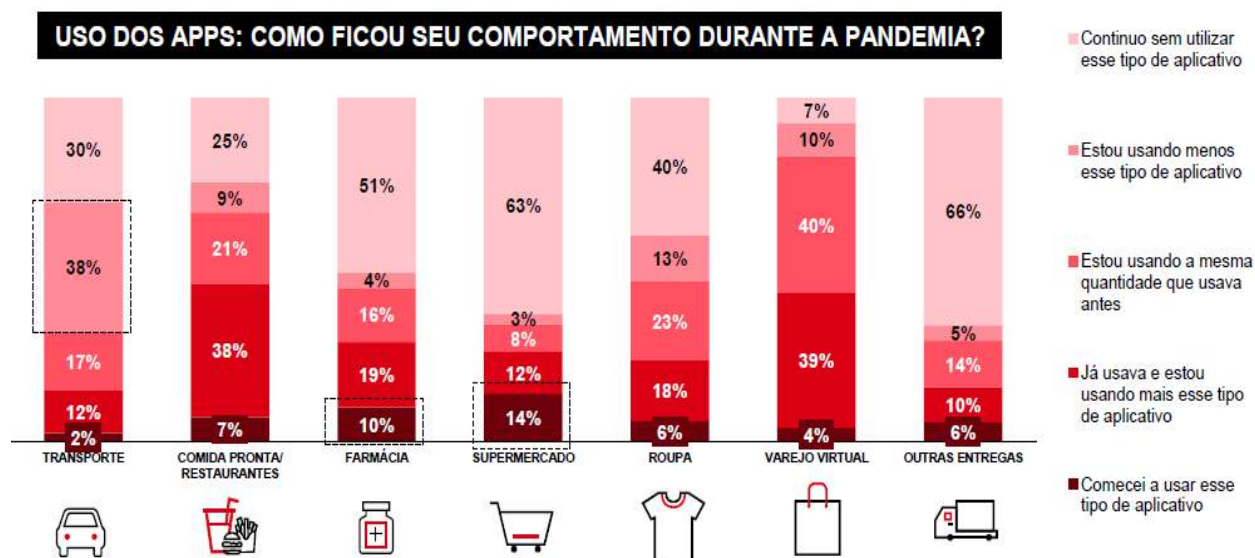


Fonte: Ebit, Nielsen Webshoppers 42 (2020)

A Figura 2 indica o número de consumidores recorrentes e novos por primeiro semestre de cada ano. Os consumidores novos cresceram 2% de 2019 para 2020, mas o consumo dos consumidores recorrentes cresceu 11,6%, um crescimento de 9,6% em comparação com o crescimento verificado entre 2018 e 2019. O primeiro semestre de 2020 é marcado pela chegada da pandemia no Brasil.

Através do estudo da Ebit | Nielsen Webshoppers 42 (2020), pode-se avaliar algumas situações peculiares em relação a utilização de Aplicativos Móveis - APPs durante o período pandêmico, combinado a necessidade de isolamento social e *home office*, conforme Figura 3.

Figura 3 - Uso de Apps durante a pandemia



Fonte: Ebit, Nielsen Webshoppers 42 (2020)

Analisando a Figura 3, pode-se observar que 38% dos pesquisados informaram que estavam utilizando menos vezes o aplicativo de transporte. É possível notar um aumento de 29% no aplicativo de farmácia seja por 19% dos usuários que aumentaram a utilização e 10% de novos, mesma situação para aplicativos de supermercado que teve 26% de aumento entre mais utilizações ou novos clientes.

Os percentuais apresentados pelo relatório são indicativos de que o *e-commerce* ampliou sua participação no mercado de compras em geral. Através da metodologia descrita no próximo capítulo espera-se confirmar essa percepção.

## METODOLOGIA

Os dados utilizados na pesquisa foram coletados do conjunto de indicadores de vendas do mercado online brasileiro no site Movimento Compre & Confie (<https://www.mccenet.com.br/comercio-varejista>), criado pela Câmara Brasileira de Comércio Eletrônico (camara-e.net). O Índice de Faturamento Online e Variações - Brasil, é composto por 27 observações mensais compreendidas entre janeiro de 2018 até outubro de 2020.

Foram utilizados processos sistemáticos na busca do conhecimento ou na análise dos dados. Para atingir o objetivo foi utilizada a metodologia de análise de regressão linear simples. Segundo Fávero et al. (2009), essa análise possui como objetivo examinar a relação entre duas variáveis explicativas que possuem forma linear e uma variável dependente métrica. O modelo é baseado na equação (1).

$$Y = \alpha + \beta x + \epsilon_i \tag{1}$$



Em que: “ $\alpha$ ” e “ $\beta$ ” são os parâmetros da reta teórica da nuvem de pontos.

Para estimar os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  utiliza-se os estimadores “a” e “b” fornecidos pela amostra, que compõe a fórmula geral da equação da regressão (2).

$$\hat{y} = a + b.x + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que: “a” é o coeficiente linear, ponto onde a reta corta o eixo da variável y; “b” é o coeficiente angular, tangente do ângulo que a reta forma com a paralela do eixo da variável x; e  $\varepsilon_i$  é o erro aleatório.

Para estimar “Y” a partir de “X”, expressa-se o Y como uma função linear de X, interpolando a nuvem de pontos em uma reta, em que a reta que fornece melhor “ajustamento” deve ser escolhida.

Após as previsões realizadas pela aplicação do método de análise de regressão, os valores de vendas previstos foram comparados com os valores realizados para atingir o objetivo da pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

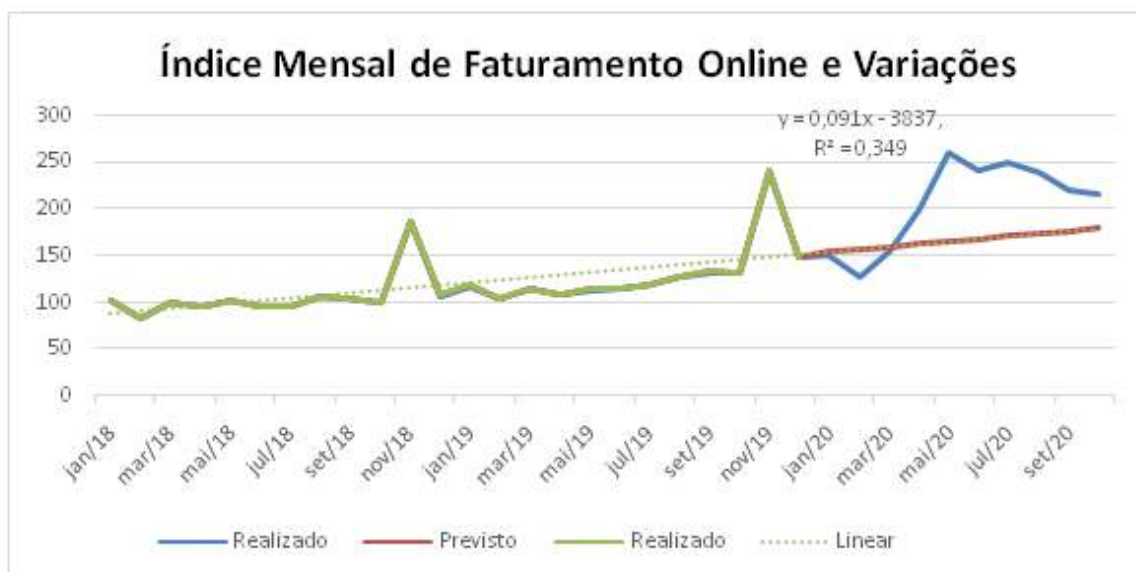
Como resultado da aplicação da análise de regressão na série do índice mensal de faturamento das vendas online efetuadas no Brasil, no período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019, foi possível obter a equação de regressão linear (3).

$$Y = 0,091x - 3837 \quad (3)$$

Aplicando como variável independente “x” o tempo, foram gerados os valores previstos para o ano de 2020. A Figura 4 demonstra os valores resultantes da previsão para 2020, de acordo com a tendência linear e os valores realizados no mesmo período devido a pandemia.



Figura 4 – Gráfico da previsão e do realizado índice de faturamento online e variações para o ano de 2020.

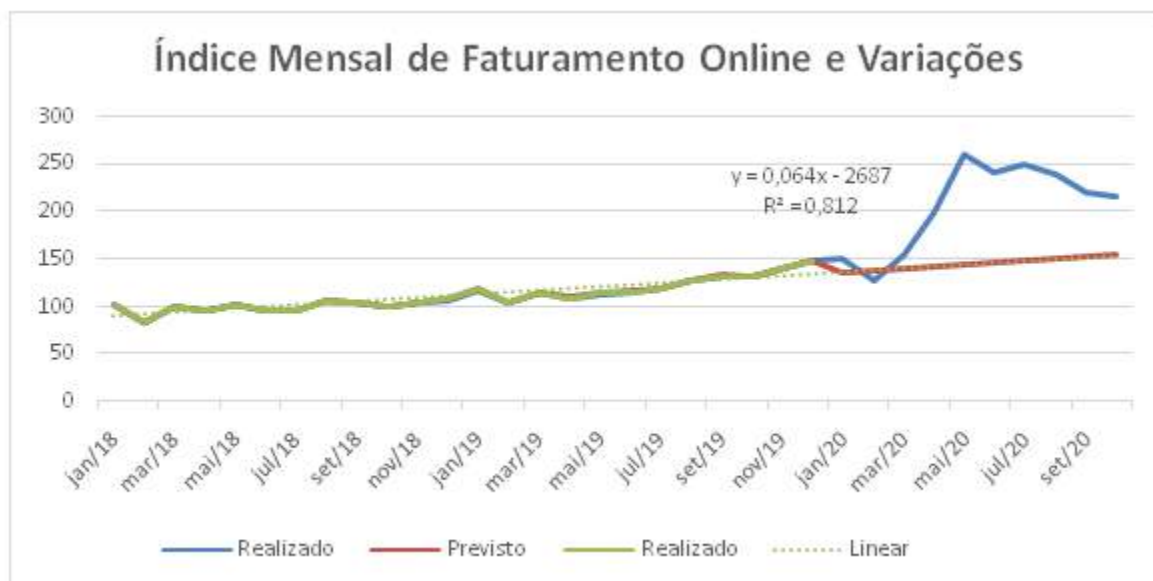


Fonte: Autores

De acordo com o gráfico da Figura 4, a linha verde representa os valores reais do índice de faturamento das vendas online de janeiro de 2018 a dezembro de 2019. Destaca-se os meses de novembro, que ganham incremento nas vendas devido a data promocional denominada *Black Friday*, na qual são feitas promoções que incentivam o consumo. A previsão resultante da análise de regressão está indicada em vermelho, são resultantes da aplicação da equação (3), e as vendas realizadas no ano de 2020 estão em azul.

É possível verificar pela Figura 4 que no mês de março, o mês que iniciou o isolamento social no Brasil, em função da Pandemia e a insegurança instaurada ocorreu uma queda nas vendas no mês de fevereiro, mas que foi superada nos meses seguintes em que o consumo digital aumentou além do previsto para o período. Como os meses de novembro de 2018 e novembro de 2019 recebem incremento referente a promoção, na Figura 5 a análise foi refeita considerando essas variáveis como *outliers*.

Figura 5 – Gráfico da previsão e do realizado índice de faturamento online e variações para o ano de 2020, sem outliers.



Fonte: Autores

Os valores das variáveis dos meses de novembro foram alterados para a média aritmética dos valores de outubro e dezembro dos respectivos períodos. Desse modo a equação passou a ser a (4).

$$Y = 0,064x - 2687 \quad (4)$$

Pela aplicação da equação (4) a previsão para o ano de 2020 é representada pela linha vermelha da Figura 5. Na linha azul estão os valores realizados no período da pandemia e em verde os valores realizados de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, exceto os meses de novembro. A modificação do mês de novembro aproxima mais o previsto e o realizado para o período em análise, é possível observar que há uma redução das vendas dos meses de março, um pouco menores do que em 2020, mas em todos os meses de março dos anos anteriores essa queda das vendas está presente.

A retirada dos novembros modifica o coeficiente angular, ou seja, a inclinação da reta de previsão o que reduz o índice mensal de faturamento de vendas online, no Quadro 1 estão apresentados os valores realizados no período, os previstos, os previstos com a modificação dos meses de novembro denominados como sem outlier, bem como as diferenças entre os valores reais e os previstos.

Quadro 1 – Valores realizados e previstos para o índice de faturamento online e variações para o ano de 2020

Período	Realizado	Previsto	Diferença	Previsto sem outlier	Diferença se outlier
Jan/20	151,68	154,38	-2,70	136,66	15,02
Fev/20	128,84	157,21	-28,37	138,66	-9,82
Mar/20	155,12	159,85	-4,73	140,52	14,60
Abr/20	199,90	162,67	37,23	142,52	57,38
Mai/20	260,97	165,40	95,57	144,45	116,52
Jun/20	242,92	168,23	74,69	146,45	96,47
Jul/20	250,28	170,96	79,32	148,38	101,90
Ago/20	239,59	173,78	65,81	150,38	89,21
Set/20	221,14	176,60	44,54	152,38	68,76
Out/20	216,08	179,34	36,74	154,31	61,77
<b>Total</b>	<b>2.066,52</b>	<b>1.668,42</b>	<b>398,10</b>	<b>1.454,72</b>	<b>611,80</b>

Fonte: Autores

O Quadro 1 apresenta os valores utilizados para o desenvolvimento dos gráficos indicados nas Figura 4 e 5. O somatório da segunda coluna indica o acumulado do indicador de faturamento com vendas online de janeiro a outubro de 2020, ou seja, 2.066,52. Para o mesmo período, pela análise de regressão, o esperado, considerando as vendas de *Black Friday*, era de 1.668,42, ou seja, uma diferença de quase 400 pontos. Desconsiderando o mês de novembro e a promoção *Black Friday* essa diferença aumenta para aproximadamente 612 pontos.

Observando o impulso nas vendas com a promoção citada, e a repetição do evento considera-se que esta permanecerá no calendário de datas promocionais do *e-commerce*. Mantendo essa perspectiva e os resultados da previsão é possível identificar que a pandemia de Covid-19 auxiliou no desenvolvimento das vendas online. Destacam-se os meses de maio e julho, que para as duas análises indicaram crescimento acima do previsto.

O final da pandemia de Covid-19 ainda é incerto, depende de variáveis como avanço da ciência, desenvolvimento de tecnologia e logística para a distribuição de vacinas a nível mundial, e de relações políticas nacionais e internacionais para a aquisição de vacinas e equipamentos necessários a aplicação. Essa e outras situações indicam que o *e-commerce* pode crescer e se desenvolver mais, além de ter ampliado definitivamente sua participação de mercado que pode se manter após o final da pandemia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *e-commerce* facilita a aquisição dos mais variados bens, já que o consumidor pode escolher os produtos, efetuar o pagamento e recebê-los sem sair de casa. A Pandemia de Covid-19 forçou pessoas do mundo inteiro a reduzirem o contato com os demais e instaurou o isolamento social. O objetivo da pesquisa foi verificar se esse cenário causou alteração do padrão de consumo

utilizando o *e-commerce* como alternativa para a parte da população que aderiu ao isolamento e ao *home office*.

Utilizando como base o indicador de faturamento com vendas online de janeiro de 2018 a dezembro de 2019 para a aplicação da análise de regressão foi possível identificar que os valores previstos para 2020 foram menores do que os valores realizados durante a pandemia. Com uma diferença de aproximadamente 400 pontos acima do previsto para o indicador, fica evidenciado que o período de pandemia alterou o padrão de consumo no Brasil ampliando a utilização do *e-commerce*.

As limitações encontradas para o desenvolvimento da pesquisa foi a reduzida quantidade de observações do indicador. Sugere-se para próximos estudos a ampliação do tempo de comparação, ou seja, desenvolver a pesquisa no período pós pandemia para verificar se o padrão de uso do *e-commerce* permanecerá em outro cenário mercadológico.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. B2G: mais do que uma sigla, o modelo para uma nova era na gestão pública. BrazilLAB, 03 mai. 2018 Disponível em: <<https://brazillab.org.br/noticias/b2g-o-modelo-para-uma-nova-era-na-gestao-publica#>>. Acesso em: 21 out. 2020.

BATISTA, Emerson de Oliveira. Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. São Paulo: Saraiva, 2004.

CUSUMANO, M.A.; YOFFIE, D.B. Competing on Internet Time: Lessons from Netscape and Its Battle With Microsoft. Free Press. 1 Touchstoedition, 2000. 384 p.

Ebit | Nielsen Webshoppers 42. WEBSHOPPERS 42ª EDIÇÃO | 2020. Disponível em: <<https://www.ebit.com.br/>>. Acesso em: 17 out. 2020.

FÁVERO, Luiz Paulo, [et al.]. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier: 2009.

GALLIANO, A. Guilherme. O método científico: teoria e prática. São Paulo: Harba, 1986.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1994.

GUIMARÃES, Vinicius. E-commerce B2B e B2C: quais são as diferenças na estratégia de vendas? Escola de E-commerce, 23 jun. 2020. Disponível em:

<<https://www.escoladeecommerce.com/artigos/e-commerce-b2b-e-b2c-quais-sao-as-diferencas-na-estrategia-de-vendas/>>. Acesso em: 18 out. 2020.

LARRUCEA, Jose. E, M, L... não importa qual letra venha antes de “commerce”, é tudo comércio. São Paulo: Grupo iMasters. 2017. Disponível em:

<<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/e-commerce-e-tudo-comercio/>>. Acesso em: 18 out. 2020.

MALHOTRA, Naresh, Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados – 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MIRANDA, Cláudia Maria Carvalho; ARRUDA, Danielle Miranda de Oliveira. E-produtos e variáveis comportamentais determinantes de compra no varejo virtual: um estudo com consumidores. Disponível em:<<https://seer.ufrgs.br/read/article/view/42552/26943>>. Acesso em: 18 out. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sobre a doença: O que é Covid-19. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>>. Acesso em: 18 out. 2020.

MOVIMENTO COMPRE & CONFIE – MCC – ENET. Comércio Varejista. Disponível em: <<https://www.mccenet.com.br/comercio-varejista>>. Acesso em: 21 out. 2020.

RIBEIRO, Pablo. O crescimento do mercado B2B em direção ao varejo digital. E-commerce Brasil. 20 jul. 2020. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/o-crescimento-do-mercado-b2b-em-direcao-ao-varejo-digital/>>. Acesso em: 18 out. 2020.

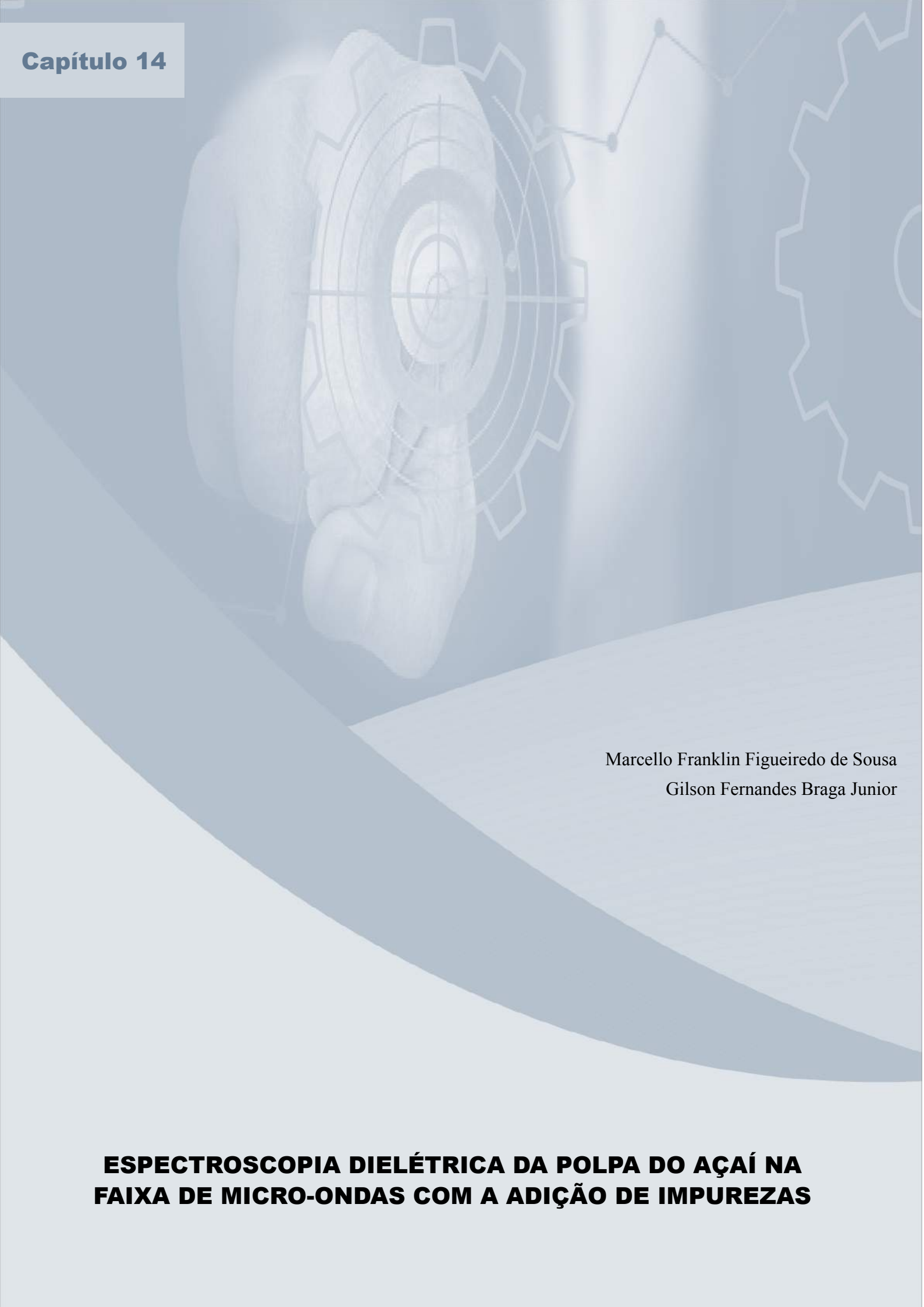
SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Uma breve definição sobre o comércio online. 13 dez. 2013 Disponível em:

<<https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/uma-breve-definicao-sobre-o-comercio-online,08cfa5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>> Acesso em: 18 out. 2020.

6 NÚMEROS mostram o dramático impacto do coronavírus na economia. In Revista Exame, 16 mai. 2020. Disponível em:<<https://exame.com/economia/6-numeros-mostram-o-dramatico-impacto-do-coronavirus-na-economia/>>. Acesso em: 18 out. 2020.

46% dos consumidores usam mais e-commerce por causa da pandemia. Redação E-Commerce Brasil, 29 out. 2020. Disponível em:

<<https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/consumidores-usam-ecommerce-pandemia-coronavirus/>>. Acesso em: 18 out. 2020.



Marcello Franklin Figueiredo de Sousa  
Gilson Fernandes Braga Junior

**ESPECTROSCOPIA DIELÉTRICA DA POLPA DO AÇAÍ NA  
FAIXA DE MICRO-ONDAS COM A ADIÇÃO DE IMPUREZAS**

# ESPECTROSCOPIA DIELÉTRICA DA POLPA DO AÇAÍ NA FAIXA DE MICRO-ONDAS COM A ADIÇÃO DE IMPUREZAS

Marcello Franklin Figueiredo de Sousa

Gilson Fernandes Braga Junior

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo de avaliar a espectroscopia dielétrica da polpa do açaí pelo método da sonda coaxial, e buscar verificar a possibilidade de sua utilização para a detecção de adulteração. A polpa do açaí pode ser adulterada através da adição farinha de trigo, corantes ou fécula de mandioca e papel. Com isso, as medições das propriedades dielétricas das amostras de açaí puderam ser observadas e avaliadas (média e desvio padrão), para frequências entre (500 MHz à 3 GHz) sendo três nas bandas ISM (906MHz, 2.4GHz, 2.5GHz). Os resultados apontaram que as propriedades dielétricas foram afetadas pela adulteração tanto para a permissividade dielétrica como para o fator de perda que diminuiu com o aumento da frequência. Diante disso, a detecção de adulteração em amostras de açaí foi satisfatoriamente abordada pela técnica de espectroscopia dielétrica na faixa de micro-ondas.

**Palavras-chave:** propriedades dielétricas, açaí, detecção de adulteração, sonda coaxial.

## INTRODUÇÃO

Os materiais dielétricos apresentam uma baixa condutividade elétrica, que podem ser facilmente polarizados quando comparados a outros materiais como os metais (Andrade, 2018). Quando submetidos a uma região de campo elétrico intenso, pouca ou nenhuma corrente elétrica é capaz de fluir através desses materiais.

As propriedades dielétricas dos materiais têm sido alvo de diversas pesquisas com aplicações industriais nas últimas décadas. Estas propriedades fornecem informações úteis no controle do processamento e qualidade dos produtos alimentícios. De tal modo, alguns alimentos são estudados em diferentes faixas de frequências e temperatura. Estas propriedades são estudadas em alimentos líquidos como suco de frutas: maçã (Seguimoto e Gut, 2016), pera, laranja, uva e abacaxi (Zhu et. al., 2012), frutas cítricas (Franco et. al., 2017), melancia (Guo et. al., 2013), água de coco (Shah et. al., 2015), vinho (Wantanabe et. al., 2009), leite e bebida de soja (Coronel et. al., 2008; Zhu et. al., 2014), ovos líquidos (Wang et. al., 2009), e em alimentos semissólidos, como purê de batata (Regier et. al., 2001) e purê de manga (Cruz et. al., 2015).

Os trabalhos de Nelson (2015) mostram que as propriedades dielétricas dos materiais são



características elétricas que determinam a interação dos materiais com um campo elétrico. As maneiras que podem ocorrer essas interações são por Rádio Frequências (RF) e por Micro-Ondas (MO) tanto em alimentos como em outros materiais dielétricos, onde a ação de um campo eletromagnético atua na produção do aquecimento e seus efeitos desejáveis. Uma das técnicas utilizadas para estudar essas propriedades é a espectroscopia dielétrica, que consiste na obtenção de parâmetros como a permissividade relativa e fator de perda, que são dependentes da frequência de um campo elétrico aplicado, e são afetados pela resposta de polarização de átomos e moléculas, fornecendo informações adicionais sobre a mobilidade e hidratação das moléculas dos alimentos, por exemplo. Uma das aplicações da espectroscopia dielétrica consiste na detecção de adulteração em produtos alimentícios. Os seguintes estudos mostram a detecção de qualidade e adulteração em materiais alimentares como mel adulterado com xarope de sacarose (Guo et. al., 2011), detecção de adulteração de leite (Ghasemi-Varnamkhasti et. al., 2017) e detecção de adulteração em xarope de uva (Naderi-Boldaji et. al., 2018).

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma fruta roxa típica da região amazônica, de onde é extraído o vinho, a polpa como é conhecida, utilizado para a fabricação de bebidas e alimentos (Nogueira et. al., 2005). No Pará a motivação para o consumo do açaí sobrepõe uma necessidade alimentar, o mesmo já incorporou questões culturais, agora aplicado na estética e saúde por ser rico em fibras, vitaminas e antocianina (Nogueira et. al., 2013).

A polpa do açaí pode ser adulterada através da adição farinha de trigo, corantes ou fécula de mandioca, e inclusive papel. A partir disto, este trabalho propõe avaliar através da espectroscopia dielétrica as propriedades do açaí em diferentes condições, a partir da adição de farinha de trigo, amido de milho e papel em amostras da polpa do açaí, com o objetivo de verificar a possibilidade da utilização desta técnica para detecção de adulteração medindo a permissividade dielétrica e o fator de perda.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de açaí em polpa foram adquiridas a partir de um comerciante local na cidade de Santarém-PA. Estas foram preparadas através da mistura de açaí e os adulterantes: farinha de trigo, o amido de milho e papel toalha. As misturas separadas de forma açaí/trigo, açaí/amido de milho da marca maisena e açaí/papel na proporção mássica de 80/20%. Essa proporção açaí/adulterante não provoca alteração significativa na cor da polpa, no entanto, a mistura com essas substâncias feita para deixar a amostra mais encorpada. A quantidade total separada foi de oito amostras de açaí, as observações sendo repetidas duas vezes para cada tipo de amostra em temperatura ambiente à 26°C, com uso da média aplicado para remover possíveis erros de medição, como por exemplo formação de bolhas, visto que o material é escuro.

Para realizar a medição das propriedades dielétricas, foi empregado o método de sonda coaxial

de formato fino 85070E (*Agilent Technologies*), e o analisador de rede (E5061B, *Agilent Technologies*), que permite ser trabalhado na faixa de frequência de 200 MHz a 3 GHz. Primeiramente, foi realizado a montagem do equipamento seguindo o passo a passo do manual. O equipamento foi ligado, e em seguida foi realizado a calibração seguindo recomendações do fabricante. O sistema foi calibrado por três tipos de cargas diferentes: a sonda coaxial usada para medir a propriedade do ar (circuito aberto), calibração fornecida (curto-circuito), e água destilada a 26° C. O software do sistema calcula parâmetros dielétricos de fase e amplitude do sinal refletido na interface entre cabo coaxial aberto e a amostra a ser analisada. Então, o sistema foi configurado para fornecer 300 pontos de medição numa escala logarítmica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostra a Figura 1 (A) podem ser observadas as médias para permissividade dielétrica e na parte (B) médias do fator de perda bem como o comportamento das amostras conforme a sua adulteração.

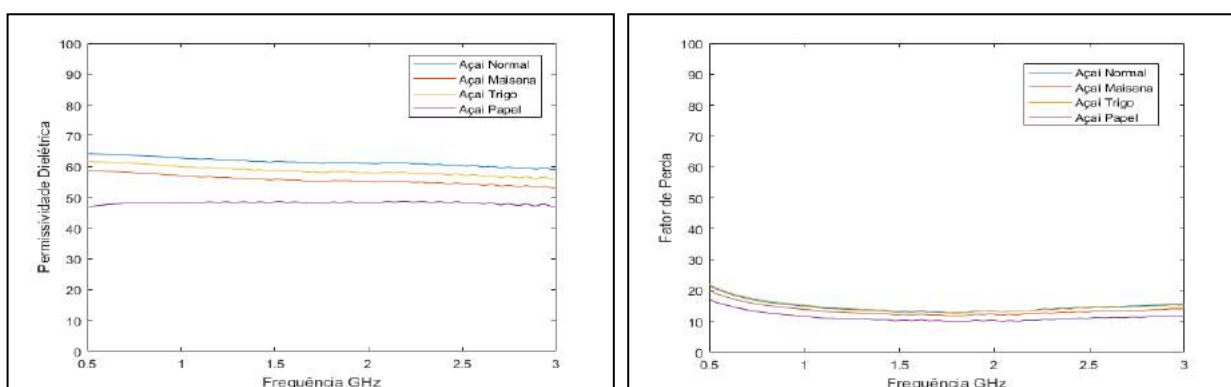
O Açaí adulterado com papel tem menos concentração de água em relação aos demais e por isso, é possível observar um distanciamento da sua linha representada no gráfico em comparação as demais amostras. É possível observar um gráfico das médias para fator de perda.

Figura 1 - Gráfico da média das amostras:

(A) Permissividade Dielétrica  $\epsilon^r$ , (B) Fator de Perda  $\epsilon^{''}$

(A)

(B)



Pode-se observar no Quadro 1, sendo apresentado as médias para permissividade dielétrica e fator de perda juntamente com seu desvio padrão para as frequências entre 500 MHz à 3 GHz, sendo três destas escolhidas a partir da banda de frequência do Industrial, Científica e Médica (ISM), juntamente com valor inicial e final oferecido pela sonda.

Observou-se que a amostra de açaí sem adulteração (Açaí Normal) apresenta uma permissividade dielétrica relativa maior em comparação as demais amostras. Ao analisar a permissividade dielétrica e o fator de perda a partir do desvio padrão na amostra do açaí com

papel, esta apresenta valores expressivos as demais amostras em todas as faixas de frequências. O desvio padrão na amostra de açaí com farinha de trigo é menor em relação amostra de açaí sem adulteração.

Quadro 1 - Dados estatísticos de medições das amostras. Valores de média e desvio padrão para permissividade dielétrica  $\epsilon'$  e fator de perda  $\epsilon''$ .

Frequência		Açaí Normal	Açaí /amido de milho	Açaí/farinha de trigo	Açaí/Papel
500 MHz	$\epsilon'$	64,21 ± 2,49	58,58 ± 6,84	61,64 ± 1,24	46,97 ± 10,65
	$\epsilon''$	21,56 ± 0,99	19,99 ± 2,38	22,05 ± 0,65	16,94 ± 4,18
886 MHz	$\epsilon'$	63,25 ± 2,43	57,5 ± 6,88	60,51 ± 1,18	48,07 ± 10,60
	$\epsilon''$	15,49 ± 0,64	14,47 ± 1,78	15,91 ± 0,35	12,14 ± 2,97
906 MHz	$\epsilon'$	63,11 ± 2,44	57,34 ± 6,88	60,32 ± 1,17	48,01 ± 10,56
	$\epsilon''$	15,33 ± 0,63	14,32 ± 1,77	15,73 ± 0,34	12,09 ± 2,92
2.4 GHz	$\epsilon'$	60,54 ± 2,36	54,51 ± 6,85	57,47 ± 1,10	48,32 ± 11,28
	$\epsilon''$	14,15 ± 0,68	12,87 ± 1,78	13,93 ± 0,38	10,73 ± 2,59
2.5 GHz	$\epsilon'$	60,27 ± 2,36	54,27 ± 6,82	57,21 ± 1,11	48,16 ± 11,25
	$\epsilon''$	14,43 ± 0,68	13,12 ± 1,81	14,2 ± 0,38	11,01 ± 2,69
3.0 GHz	$\epsilon'$	59,06 ± 2,36	53,12 ± 6,78	55,99 ± 1,06	47,28 ± 11,24
	$\epsilon''$	15,56 ± 0,79	14,11 ± 1,97	15,26 ± 0,47	11,93 ± 2,95

Os resultados revelam que independentemente das amostras com o aumento da frequência entre 0,5 e 3GHz é perceptível uma diminuição no seu valor. Isso se torna possível pelo fato de o dipolo molecular da água perder a capacidade de acompanhar a oscilação do campo, a diminuição afeta tanto a permissividade dielétrica como o fator de perda (Cruz et. al., 2015).

## CONCLUSÃO

Através da espectroscopia dielétrica da polpa do açaí pelo método da sonda coaxial, foi possível obter as propriedades dielétricas como a permissividade dielétrica e o fator de perda para as diferentes condições de adulteração das amostras de açaí. As propriedades dielétricas das amostras de açaí puderam ser observadas a partir dos dados obtidos, avaliada para as frequências ISM. A permissividade dielétrica e fator de perda diminuíram com o aumento da frequência na faixa de (500 MHz a 3 GHz). Essa técnica pode ser utilizada de forma prévia na detecção de adulteração. Diante disso, a detecção de adulteração em amostras de açaí foi satisfatoriamente abordada pela técnica de espectroscopia dielétrica na faixa de micro-ondas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Everson Pereira de. Estudo da espectroscopia dielétrica da manga tomy atkins na faixa de micro-ondas. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

CORONEL, P.; SIMUNOVIC, J.; SANDEEP, K.P.; KUMAR, P.. Dielectric Properties of Pumpable Food Materials at 915 MHz. *International Journal Of Food Properties*, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 508-518, 18 jul. 2008.

CRUZ, A. F. R. L.; GUT, J. A. W.; TADINI, C. C.. Propriedades Dielétricas do Purê de Manga Cru nas Frequências de 0,5 a 3 GHz entre as Temperaturas de 10 e 90° c. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 5098-5105, fev. 2015.

FRANCO, Arlet Patrícia; TADINI, Carmen Cecilia; GUT, Jorge Andrey Wilhelms. Predicting the dielectric behavior of orange and other citrus fruit juices at 915 and 2450 MHz. *International Journal Of Food Properties*, [S.L.], p. 1-21, 18 jul. 2017.

GHASEMI-VARNAMKHASTI, Mahdi; GHATREH-SAMANI, Nushin; NADERI-BOLDAJI, Mojtaba; FORINA, Michele; BONYADIAN, Mojtaba. Development of two dielectric sensors coupled with computational techniques for detecting milk adulteration. *Computers And Electronics In Agriculture*, [S.L.], v. 140, p. 266-278, ago. 2017.

GUO, Wenchuan; LIU, Yi; ZHU, Xinhua; WANG, Shaojin. Dielectric properties of honey adulterated with sucrose syrup. *Journal Of Food Engineering*, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 1-7, nov. 2011.

GUO, Wenchuan; ZHU, Xinhua; NELSON, Stuart O.. Permittivities of Watermelon Pulp and Juice and Correlation with Quality Indicators. *International Journal Of Food Properties*, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 475-484, jan. 2013.

NADERI-BOLDAJI, Mojtaba; MISHRA, Puneet; AHMADPOUR-SAMANI, Morteza; GHASEMI-VARNAMKHASTI, Mahdi; GHANBARIAN, Davoud; IZADI, Zahra. Potential of two dielectric spectroscopy techniques and chemometric analyses for detection of adulteration in grape syrup. *Measurement*, [S.L.], v. 127, p. 518-524, out. 2018.

NELSON, Stuart O.. *Dielectric Properties of Agricultural Materials and Their Applications*. San Diego: Elsevier, 2015.

NOGUEIRA, Ana Karlla Magalhães; SANTANA, Antônio Cordeiro de; GARCIA, Wilnália Souza. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. *Revista Ceres*, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 324-331, jun. 2013.

NOGUEIRA, Oscar Lameira; FIGUEIRÊDO, Francisco José Câmara; MÜLLER, Antonio Agostinho (ed.). *Sistemas de Produção: açaí*. Belém: Embrapa, 2005. 137 p.

REGIER, M.; HOUSOVA, J.; HOKE, K.. DIELECTRIC PROPERTIES OF MASHED POTATOES. *International Journal Of Food Properties*, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 431-439, 30 nov. 2001.

SHAH, Nirali S.; SHAH, Poyani S.; RANA, V. A.. Dielectric and electrical properties of coconut water and distilled water in the frequency range 20 Hz to 2 MHz at different temperatures. *Ionics*, [S.L.], v. 21, n. 12, p. 3217-3222, 24 jul. 2015.

SIGUEMOTO, Érica Sayuri; GUT, Jorge Andrey Wilhelms. Dielectric Properties of Cloudy Apple Juices Relevant to Microwave Pasteurization. *Food And Bioprocess Technology*, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 1345-1357, 4 abr. 2016.

WANG, Jian; TANG, Juming; WANG, Yifen; SWANSON, Barry. Dielectric properties of egg whites and whole eggs as influenced by thermal treatments. *Lwt - Food Science And Technology*, [S.L.], v. 42, n. 7, p. 1204-1212, set. 2009.

WATANABE, Kota; TAKA, Yoshinori; FUJIWARA, Osamu. Cole-Cole Measurement of Dispersion Properties for Quality Evaluation of Red Wine. *Measurement Science Review*, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 113-116, 1 jan. 2009.

ZHU, Xinhua; GUO, Wenchuan; JIA, Yunpeng. Temperature-Dependent Dielectric Properties of Raw Cow's and Goat's Milk from 10 to 4,500 MHz Relevant to Radio-frequency and Microwave Pasteurization Process. *Food And Bioprocess Technology*, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 1830-1839, 17 jan. 2014.

ZHU, Xinhua; GUO, Wenchuan; WU, Xiaoling. Frequency- and temperature-dependent dielectric properties of fruit juices associated with pasteurization by dielectric heating. *Journal Of Food Engineering*, [S.L.], v. 109, n. 2, p. 258-266, mar. 2012.



Eduardo Rocha de Oliveira  
Graziela Oste Graziano Cremonezi  
Jacir Leonir Casagrande  
Alvaro José de Souto

**ESTRATÉGIAS DE MARKETING: INOVAÇÃO NO VAREJO  
DURANTE AS MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E DISTANCIAMENTO  
SOCIAL PROVOCADAS PELA PANDEMIA DA COVID-19**

# ESTRATÉGIAS DE MARKETING: INOVAÇÃO NO VAREJO DURANTE AS MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E DISTANCIAMENTO SOCIAL PROVOCADAS PELA PANDEMIA DA COVID-19

Eduardo Rocha de Oliveira  
Graziela Oste Graziano Cremonezi  
Jacir Leonir Casagrande  
Alvaro José de Souto

## RESUMO

Este estudo visa compreender as mudanças e percepções dos varejistas relacionadas as estratégias de marketing em inovação na realidade empírica do varejo, durante as medidas de restrição e distanciamento social e comercial provocados pela pandemia da COVID-19. Trata-se de um estudo qualitativo de análise de conteúdo, realizado através de entrevista. Os objetos de estudo da investigação foram empresas atuantes no varejo da cidade de Criciúma (SC). Os resultados indicam que a principal mudança ocorrida nas empresas varejistas foi o uso crescente das mídias digitais, incluindo websites, Instagram, Facebook e WhatsApp. A falta de compreensão da teoria de inovação em marketing esteve presente nos depoimentos de parte dos entrevistados. Desta forma, observa-se que a inovação em marketing é algo novo e ainda deve ser explorado nos setores da economia. Os depoimentos evidenciaram que a inovação parte da necessidade mercadológica e de responsabilidade dos proprietários das lojas por acompanhar o andamento das atividades, não existindo compartilhamento das ideias e decisões entre as diversas áreas para facilitar as tomadas de decisões. O estudo contribuiu para ampliar o entendimento sobre as estratégias mercadológicas em inovação na realidade empírica dos varejistas e como esta impactou diretamente em seus negócios.

**Palavras-chave:** varejo, estratégias de marketing, inovação, pandemia.

## INTRODUÇÃO

No Brasil o primeiro caso de Coronavírus foi diagnosticado no dia 26 fevereiro de 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (AQUINO, 2020). Em Santa Catarina, o caso inicial foi diagnosticado no dia 08 de março em Florianópolis (SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE, 2020). O primeiro caso de COVID-19 na cidade de Criciúma foi diagnosticado no dia 20 de março (HOCKMÜLLER, 2020). Desde então, o número de casos da doença não para de aumentar, devido a facilidade do seu contágio que ocorre através de gotículas e secreções respiratórias. A prevenção dessa doença pode ser feita através de distanciamento social (manter

distância de no mínimo de dois metros das pessoas), evitar o contato próximo com pessoas doentes e usar máscaras em locais públicos (MC INTOSH, 2020). No mês de março de 2020, através de um decreto, o governador do estado de Santa Catarina, Carlos Moisés, anunciou medidas restritivas ao combate ao Coronavírus durante sete dias. No dia 20 de março, o estado fechou as divisas com os estados do Paraná e Rio Grande do Sul (ESTADO DA SAÚDE DE SANTA CATARINA, 2020). A partir desse momento, medidas restritivas foram impostas, alguns setores foram liberados para voltar a funcionar, com novas regras e outros permaneceram fechados, como por exemplo, as escolas.

Diante dessa nova realidade, varejistas de todo o País viram-se na obrigação de inovar para sobreviver no mercado. No contexto da inovação, Drucker (1985) a define como um quesito básico do espírito empreendedor, onde as empresas competitivas investem e concentram suas atenções em práticas voltadas para o desenvolvimento de novas tecnologias, novos métodos para ampliar suas atividades e criação de novos produtos, serviços e processos. O marketing então, torna-se um aliado essencial para que as estratégias de inovação sejam desenvolvidas e praticadas. Para a American Marketing Association (AMA, 2020) marketing é a atividade, o conjunto de informações e processos destinados a criação, comunicação e ofertas de trocas que possuem valor para consumidores, clientes, parceiros e a sociedade em geral.

Ao considerar que o distanciamento social e comercial provocados pela pandemia da COVID-19 (Coronavírus disease, 2019) influencia e modifica os hábitos dos consumidores nas mais diversas etapas do consumo e que as empresas precisam se reinventar para que consigam sobreviver a essa nova realidade, incita a questão que ora se propõe a responder: **Como os empresários do varejo da cidade de Criciúma estão inovando em relação as estratégias de marketing e se adaptando a esta nova realidade?**

Este estudo visa então, compreender as mudanças e percepções dos varejistas relacionadas as estratégias de marketing em inovação na realidade empírica do varejo criciumense, durante as medidas de restrição e distanciamento social e comercial provocado pela pandemia da COVID-19. Diante da magnitude desta doença e de todas as consequências sociais, psicológicas e econômicas torna-se importante abordar sobre o ponto de vista de empresários do varejo como esta impactou diretamente em seus negócios e suas estratégias de marketing para superá-la.

### **Covid-19 (Restrições)**

O Coronavírus é um patógeno humano e animal relevante. No final do ano de 2019, um novo Coronavírus foi identificado como causador de um grupo de casos de pneumonia em Wuhan, cidade da província de Hubei na China. Ele rapidamente se espalhou, resultando numa epidemia na China, seguido por aumento de casos em outros países. Em fevereiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde – OMS designou a doença COVID-19, causada pelo novo Coronavírus. Esse



vírus pode também causar a síndrome respiratória aguda grave – SARS –CoV-2. Globalmente, até o fim do ano de 2020, existiam mais de 20 milhões de casos de COVID-19 reportados, em todos os continentes, exceto na Antártica. (MC INTOSH, 2020).

A transmissão do vírus ainda não está totalmente elucidada, conforme dados epidemiológicos, o início ocorreu em um mercado de peixes onde eram vendidos animais vivos, no entanto, na medida em que a doença avançava era visto a transmissão de pessoa a pessoa. A transmissão de pessoa a pessoa ocorre principalmente pelo contato com secreções contendo o vírus (saliva, secreção nasal), sendo que o período de maior infectividade é até 7-10 dias do início dos sintomas. Os portadores assintomáticos também transmitem a doença, principalmente nos primeiros dias após o contato com o vírus, quando o a carga viral é maior. O vírus presente em superfícies contaminadas pode ser outra fonte de infecção se indivíduos suscetíveis tocarem essas superfícies e, em seguida, transferirem o vírus infeccioso para as membranas mucosas da boca, olhos ou nariz. A frequência e a importância relativa deste tipo de transmissão permanecem obscuras. Pode ser mais provável que seja uma fonte potencial de infecção em locais onde há contaminação viral pesada (por exemplo, na casa de um indivíduo infectado ou em locais de saúde). (MC INTOSH, 2020).

A prevenção dessa doença pode ser feita através de distanciamento social (manter distância de até 2 metros das pessoas), evitar o contato próximo com pessoas doentes e usar máscaras em locais públicos. Medidas de proteção individual estão listadas: lavar as mãos com cuidados, principalmente depois de tocar em superfícies públicas e uso de desinfetante com álcool, no mínimo, 60%. Higiene respiratória (por exemplo, cobrir a tosse ou espirro) e evitar tocar no rosto (em particular olhos, nariz e boca). A American Academy of Ophthalmology sugere que as pessoas não usam lentes de contato, porque elas fazem com que as pessoas toquem seus olhos com mais frequência. (MC INTOSH, 2020).

No Brasil o primeiro caso de coronavírus foi diagnosticado no dia 26 fevereiro de 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (AQUINO, 2020). Já em Santa Catarina, o caso inicial foi diagnosticado no dia 08 de março em Florianópolis (SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE, 2020). O primeiro caso de COVID-19 na cidade de Criciúma foi diagnosticado no dia 20 de março, uma mulher de 37 anos que havia voltado de viagem ao exterior (HOCKMÜLLER, 2020).

No dia 17 de março, através de um decreto, o governador do estado de Santa Catarina, Carlos Moisés, anunciou medidas restritivas ao combate ao coronavírus, durante os 7 dias seguintes, onde permaneceram abertos serviços considerados essenciais, como farmácias, supermercados, unidades de saúde, postos de combustível e distribuidoras de gás e água. Escolas, shoppings, academias, lojas, transporte coletivo foram suspensas. No dia 20 de março, o estado fechou as divisas com Paraná e Rio Grande do Sul. As medidas iniciais foram prorrogadas por mais 7

dias (ESTADO DA SAÚDE DE SANTA CATARINA, 2020). Desde então, medidas restritivas foram impostas, alguns setores foram liberados para voltar a funcionar, com novas regras, outros permanecem fechados como escolas.

A portaria 257/2020 de 21/04/2020 da Secretaria de Saúde do estado de Santa Catarina resolveu sobre shopping centers, centros comerciais e galerias: Ficam autorizados a funcionar os estabelecimentos internos a shoppings, centros comerciais e galerias, desde que atendam os seguintes requisitos: uso de álcool gel para limpeza das mãos obrigatório aos clientes ao entrar e sair do estabelecimento. O acesso simultâneo de pessoas nas dependências dos shoppings, centros comerciais e galerias fica limitado a, no máximo, 50% (cinquenta por cento) da capacidade instalada, devendo ter o distanciamento de 1,5 metros entre clientes nas áreas comuns. Já a portaria 244 de 12/04/2020 da Secretaria de Saúde do estado de Santa Catarina resolveu sobre restaurantes, bares e comércio em geral: em relação ao comércio: os estabelecimentos de comércio de rua em geral, deverão cumprir as seguintes obrigações : não é permitida a prova de vestimentas em geral, acessórios, bijuterias, calçados entre outros, os provadores, se houver, deverão estar fechados; o número de clientes dentro do estabelecimento não pode ultrapassar a 50% de sua capacidade; todos os produtos que forem adquiridos pelos clientes deverão ser limpos previamente ao uso, sendo esta uma orientação dada pelo estabelecimento; além de fazer uso obrigatório de máscara e álcool gel.

O decreto municipal de Criciúma de 815/20 de 25 de junho de 2020 estabeleceu que bares e restaurantes podiam fazer atendimento ao público, podendo que o consumo local ser feito até às 22 horas, após esse horário somente *drive thru*, sendo obrigatória a disponibilidade de álcool gel e uso de máscaras. Dispõe também que as mesas deveriam ter ocupação máxima de quatro pessoas.

No dia 1 de setembro de 2020, segundo dados da secretária do estado, Santa Catarina contava com 180.747 casos de COVID-19, 169.414 recuperados e 2.301 mortes. Na cidade de Criciúma, conforme dados do Radar COVID, no dia 09 de setembro de 2020, são 5.499 de casos da doença e 76 óbitos.

### **Inovação em Marketing no Varejo**

Para American Marketing Association (AMA, 2020) marketing é a atividade, o conjunto de informações e processos destinados a criação, comunicação e ofertas de trocas que possuem valor para consumidores, clientes, parceiros e a sociedade em geral. Contudo, para Grewal e Levy (2017) marketing é uma função organizacional e soma de processos para criar, capturar, comunicar e entregar valor aos consumidores e clientes, além de administrar o relacionamento com os clientes de uma forma que beneficie a empresa e as partes interessadas.

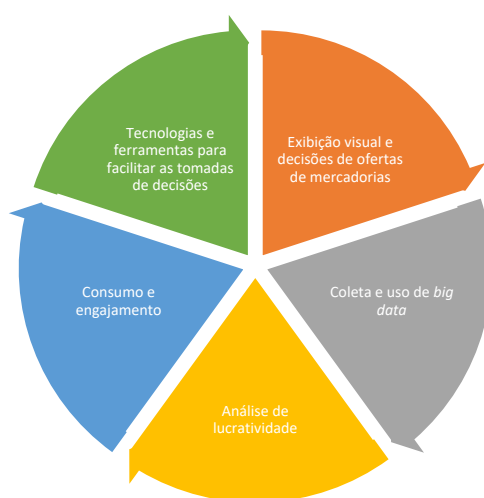
O avanço tecnológico, modificou o comércio de tal forma que é questionável o formato

tradicional de lojas (PARENTE; BARKI, 2014), sendo fundamental um modelo de negócios com inferências na estrutura, processos e nas estratégias da organização (ARAUJO; ZILBER, 2013). Diante dessa nova realidade, os varejistas estão desenvolvendo suas capacidades analíticas para servir e entender melhor seus clientes, através da precificação de produtos, serviços e gerenciamento do fluxo de mercadorias na cadeia de suprimentos, em virtude da tendência do crescimento do varejo na *internet* (GREWAL; MOTYKA; LEVY, 2018).

No contexto da inovação, Drucker (1985) a descreve como um quesito básico do espírito empreendedor, as empresas competitivas investem e concentram suas atenções em práticas voltadas para o desenvolvimento de novas tecnologias, novos métodos para ampliar suas atividades, criando novos produtos, serviços e processos. Schumpeter (1985), classifica as inovações em cinco tipos: introdução de um novo bem ou de um bem significativamente aprimorado; introdução de um novo método de produção; conquista de um novo mercado; descoberta de uma nova fonte de matérias-primas ou de bem semimanufaturado; instalação de uma nova organização de qualquer setor industrial, como criação de um monopólio. Já o Manual de Oslo (2005) categoriza a inovação para indústrias de transformação e para o setor de serviços em quatro tipos: Inovação de marketing; inovação de produto; inovação de processo; e inovação organizacional.

Segundo Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), "O futuro do varejo" (*The future of retailing*, no original), representada através da figura 1, explora as cinco áreas-chaves principais que estão avançando no setor varejista, assim representadas em um *framework* do estudo com os seguintes tópicos: (1) tecnologia e ferramentas para facilitar a tomada de decisões, (2) decisões de exibição visual e de oferta de mercadoria, (3) consumo e engajamento, (4) coleta e uso de big data e (5) análises e lucratividade.

Figura 1 - Organização estrutural



Fonte: Adaptada de GREWAL, Dhruv; ROGGEVEEN, Anne L.; NORDFÄLT, Jens. The Future of Retailing. Journal Of Retailing, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 1-6, mar. 2017.

Partindo deste princípio a inovação torna-se um assunto indispensável nos debates sobre competitividade e desenvolvimento econômico. A inovação como sinônimo de novidade apresentada pela mídia tradicional de massa, vulgariza o termo e altera o significado preliminarmente estabelecido por Joseph Schumpeter – de que a inovação se vincula à geração de valor econômico (BIGNETTI, 2011). O estudo de Grewal, Roggeveen, Nordfält, (2017), sugere que a rápida mudança no cenário do varejo dá-se através da maneira como os clientes modernos compram, seja por loja física, on-line e comércio em evolução. De acordo com Grützmann, Zambalde e Bermejo (2019, p. 2): “A inovação tem sido entendida pelos pesquisadores como uma forma de transformar conhecimento, interno ou externo, em produtos que tenham aceitação no mercado”.

### **Estratégias de Marketing**

A partir da segunda metade do século XX, McCarthy (1960), Kotler (1967) e Levitt (1975), dedicaram-se ao estudo do marketing e contribuíram para o avanço das empresas com o mercado. Para Kotler e Keller (2018) marketing se define como atender demandas gerando lucros, através da identificação e satisfação das necessidades humanas e sociais. Para American Marketing Association (AMA, 2020) marketing é a atividade, o conjunto de informações e processos destinados a criação, comunicação e ofertas de trocas que possuem valor para consumidores, clientes, parceiros e sociedade em geral. Contudo, para Grewal e Levy (2017) marketing é uma função organizacional e soma de processos para criar, capturar, comunicar e entregar valor aos consumidores e clientes, além de administrar o relacionamento com os clientes de uma forma que beneficie a empresa e as partes interessadas.

Após a definição de marketing, Lima et al. (2007) referem que a gestão de marketing tem por premissa identificar ou desenvolver as melhores ofertas aos seus diferentes mercados. Para os autores, o processo de marketing conta com três objetivos: criar ou identificar valor, desenvolver e entregar valor e alinhar pessoas aos valores. É crucial para uma boa gestão de marketing a inteligência de negócios, o gestor deve reconhecer as oportunidades e as ameaças à organização na tentativa de cumprir os objetivos estabelecidos.

Para Branstad e Lucier (2001), a gestão de marketing tem por objetivos: criar ou identificar valor produzindo inovações estratégicas em produtos, processos e modelagem de negócios, a partir de um conhecimento do perfil e das demandas dos diferentes públicos e mercados; desenvolver e entregar valor, alcançando os resultados estratégicos esperados a partir de políticas de marketing consistentes; alinhar as pessoas aos valores criados, liderando e motivando os colaboradores para a mudança e estimulando o grande desempenho com base em relacionamentos sustentáveis. Para eles o que embasa esses objetivos da gestão de marketing é o bom relacionamento com os públicos de clientes, fornecedores, intermediários, concorrentes,

colaboradores e acionistas.

Kotler e Keller (2018) descrevem a administração (gestão) de marketing, como a habilidade de selecionar mercados, captar, manter e fidelizar clientes por meio da criação e entrega de um valor para a sociedade. A gestão de marketing encontra-se evidente quando há uma relação de troca possível entre as partes, onde as mesmas procuram meios de obter informações desejadas perante a outra.

Um componente da gestão de marketing é a estratégia de marketing, definida por Grewal e Levy (2017) como não se tratando apenas de uma atividade eventual, e sim que exige planejamento e implicações éticas nas tomadas de decisões relacionadas à sociedade. Segundo os autores, o controle dessa estratégia é feito através do desenvolvimento de um plano de marketing, elaborado por um documento escrito, composto por uma análise da situação de marketing atual, das oportunidades, ameaças e objetivos e estratégias de marketing relacionados aos 4'Ps (produto, preço, promoção e praça), por planos de ação e demonstrações de resultados. Para compreensão da função de marketing será apresentado na Figura 2 os seus conceitos centrais na visão de Grewal e Levy (2017).

Figura 2 - Os principais aspectos do marketing.



Fonte: Adaptada de GREWAL, Dhruv; LEVY, Michael. Marketing. 4. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2017.

Os autores Grewal e Levy (2017) sugerem que o sucesso do marketing depende da compreensão do segmento de mercado onde o produto do fabricante será comercializado. É importante satisfazer as necessidades e desejos dos consumidores que têm interesse pelo produto e recursos para comprá-lo, procurando definir uma estratégia de marketing direcionada a esses grupos. O

marketing implica em uma troca de bens de valores entre comprador e vendedor para que, no final, ambos fiquem satisfeitos. O direcionamento para atingir o público-alvo pode ser feito pela aplicação do composto de marketing ou 4'Ps tradicionalmente conhecido e dividido em um conjunto de quatro decisões e ações relacionadas.

Outro conceito do marketing pode ser contextualizado através do processo pelo qual as empresas vendem aos consumidores, chamado de marketing B2C (empresa x consumidores) ou pelo processo de venda de mercadorias ou serviços de uma empresa a outra conhecida de marketing B2B (empresa x empresa) ou ainda na categoria na qual os consumidores vendem para outros consumidores que é o marketing C2C (consumidor x consumidor). O marketing também influencia outros parceiros da cadeia de suprimentos incluindo atacadistas, varejistas, e intermediários, como transportadoras e empresas de armazenamento, além de facilitar a venda de bens ou serviços aos consumidores. Por fim cita-se uma das funções essenciais do marketing que é criar valor ao consumidor compensando o custo que o mesmo adquire pelo que dá em troca.

O estudo de Fifield (2007) descreve que a estratégia de marketing deve estar em concordância com o planejamento de marketing da organização, e os quesitos táticos que devem refletir na estratégia do negócio, são as atividades relacionadas a produtos, serviços, marca, preço, canais de distribuição, comunicação integrada, relacionamento com clientes, estruturas físicas, pessoas e processos. Englobando todos os recursos e conhecimento de marketing da organização.

O estudo de Sarquis et al. (2015) observou a prática de marketing de várias organizações de serviços brasileiras e listou a utilização de diversos tipos de estratégias, incluindo práticas de marketing externo (ex: foco na satisfação dos clientes, construção de relacionamentos com parceiros de serviços, oferta de garantias de serviços, relacionamento com clientes, marketing direto, obtenção de conhecimento sobre mercado/concorrência); práticas de marketing interno (como: incentivo de funcionários, comunicação interna, perfil dos funcionários e retenção de funcionários) e práticas de marketing interativo (qualidade dos serviços, produtividade dos serviços, forma de atendimento aos clientes, serviços de pós-venda e aspectos do cenário de serviços).

### **Aspectos metodológicos**

A base teórica do estudo foi constituída através de uma revisão bibliográfica sobre inovação em marketing, efetuadas com diferentes palavras-chave associadas a marketing, combinadas com o termo inovação e varejo nas bases de dados Google Acadêmico, Scopus, Spell e Web of Science. Trata-se de um estudo empírico de múltiplos casos, qualitativo e utilizou-se da análise de conteúdo para interpretar os resultados das entrevistas. Limitou-se a pesquisa aos artigos posteriores ao ano de 2010 escritos na língua portuguesa e inglesa. A figura 3 exibe a expressão

genérica utilizada na busca.

Figura 3 - Expressão de busca utilizada

(Innovation AND Retail) OR (Innovation AND Retailing) OR (Innovation AND Marketing)  
OR (Marketing AND Retail) OR (Marketing AND Retailing)

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A técnica de busca utilizada retornou 74.100 resultados na base Google Acadêmico, 237 Scopus, 293 Spell e 130 na base Web of Science. No primeiro momento, foram descartados os documentos que se igualavam nas quatro bases de dados. O título, palavras-chave e resumo dos artigos foram analisados para eliminar os que não tinham ligação com o objetivo da pesquisa. Para essa filtragem, além da ligação com o termo inovação em marketing, foi levado em consideração os artigos que apresentaram no mínimo um quesito descrito no *framework* da teoria apresentada por Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), totalizando 93 artigos para leitura na íntegra.

O referencial teórico proporcionou a estruturação de um roteiro de diálogo, que forneceu orientações para a condução das entrevistas com as pessoas chave nas empresas selecionadas. Os objetos de estudo da investigação foram empresas atuantes no varejo da cidade de Criciúma (SC). Dentre as 5 selecionadas, três são do setor de vestuário, uma do ramo de aviamentos, e uma do setor de artigos esportivos (Quadro 1). Nessas empresas foram entrevistadas pessoas chave, tomadoras de decisões e envolvidas com inovação e marketing.

Quadro 1 - Características das empresas pesquisadas

Empresa	Setor	Atividade (em anos)	Funcionários	Cargo do entrevistado	Data da entrevista	Duração (minutos)
A	Moda e Vestuário	6	5	Proprietário/ Gerente	23/11/20	17min.
B	Loja de Aviamentos	50	18	Administrador	23/11/20	19min.
C	Moda e Vestuário	10	10	Gerente de marketing	20/11/20	27min.
D	Moda e Vestuário	4	5	Franqueada/ Gerente geral	24/11/20	14min.
E	Artigos Esportivos	62	25	Gerente de marketing	26/11/20	19min.

Fonte: elaborado pelo autor (2021)



Sob a condição de não identificação dos autores e das empresas, as cinco entrevistas foram gravadas com o consentimento dos entrevistados. A empresa A e C no formato on-line com a tecnologia Google Meet, e as três restantes B, D e E, no formato presencial nas dependências das respectivas empresas. As entrevistas totalizaram aproximadamente 1 hora e 36 minutos e após as mesmas foram transcritas para fim de análise.

Para a etapa qualitativa, as transcrições foram analisadas com o auxílio da técnica de análise de conteúdo segundo Bardin (2016). A análise de conteúdo é um conjunto de análise de comunicações.

Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações (BARDIN 2016, p.35).

A etapa de análise de conteúdo das entrevistas transcritas iniciou com a criação do quadro teórico para as análises. Os documentos foram lidos e analisados, afim de realizar a categorização, com base no referencial teórico. Com o objetivo de destacar claramente as codificações e análises realizadas, selecionou-se trechos das transcrições que fossem mais relevantes.

A teoria validada e representada através da figura 1, explora as cinco áreas-chaves principais que estão inovando no varejo segundo Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), foi utilizada com o objetivo de coletar as informações necessárias para proceder a análise e apresentação dos resultados.

### **Apresentação e Análise dos Resultados**

Os varejistas pesquisados apresentaram componentes de inovação em marketing durante a pandemia da Covid-19 apontadas por Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), com destaque para os seguintes: 1) tecnologia e ferramentas para facilitar a tomada de decisões, e 2) decisões de exibição visual e de oferta de mercadoria.

A falta de compreensão da teoria de inovação em marketing esteve presente nos depoimentos dos entrevistados (A, B, D e E). O varejista C apresentou domínio nas estratégias ligadas a marketing e inovação, exaltando suas práticas sobre o assunto. Os depoimentos evidenciaram que a inovação parte da necessidade mercadológica e de responsabilidade dos proprietários das lojas por acompanhar o andamento das atividades, não existindo compartilhamento das ideias e decisões entre as diversas áreas para facilitar as tomadas de decisões. O perfil dos varejistas do estudo pode ser classificado como seguidor e não pioneiro, que é definido por Pantano (2016) como o primeiro a inovar no mercado, e seguidor aquele que copia as estratégias de inovação dos concorrentes.

Outro aspecto de interesse da pesquisa era verificar se os varejistas estão inovando nas



estratégias de marketing durante as restrições da pandemia do Covid-19 e a ligação com a teoria de Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017). Sendo assim, eles foram questionados de que forma foi a experiência frente as medidas de restrição e distanciamento social provocadas pela pandemia e de que forma o seu comércio foi atingido. A partir das falas dos entrevistados, a única empresa que praticamente estava preparada para a situação diante das suas ações era o varejista (C). Notou-se que todos os outros varejistas (A, B, D e E) foram surpreendidos com a situação e no primeiro momento não souberam como lidar, mas acabaram adaptando-se conforme suas necessidades.

*Foi bem complicado porque foi muito rápido quando parou, quando a gente soube que realmente ia parar, porque estava todo boato que ia parar, beleza! Até então ok... só porque na quarta-feira de manhã simplesmente o pessoal começou avisar, ó quem não fechar as lojas até 10 horas da manhã vai vir a polícia e tudo mais... e daí com isso o movimento zero, quase nada de venda (empresa A, 2020).*

*No começo dos primeiros dias ficamos bastante perdidos porque ninguém estava acostumado com essa situação, atender dessa forma, mas a partir dos primeiros dias já procuramos profissionalizar e adaptar esse novo método de atender ao público [...] no final desse período a gente começou a trabalhar de portas fechadas, mas com delivery ou retirada no local (empresa B, 2020).*

*Com a pandemia os primeiros dias da quarentena nós ficamos com a loja física fechada certo! [...] a gente previu a mudança do comportamento dos clientes nesses últimos anos, e a pandemia foi um fator, no meu consentimento, e nos números da empresa que acelerou a mudança do comportamento do cliente. E nessa pandemia como eu já estava inserido com o comércio online e com a empresa bem organizada bem estruturada na parte digital eu acho que teve um diferencial, certo, perante aos concorrentes. É que no nosso caso a pandemia na parte no varejo eletrônico foi uma mudança positiva na verdade, porque nós conseguimos aumentar os números (empresa C, 2020).*

*No início quando aconteceu no primeiro momento, foi de ficar nervoso, e meu Deus, o que eu vou fazer né!? Depois que a gente voltou né, nós começamos a trabalhar mais condicional [...] a gente começou a trabalhar o cliente, através de mandar a mercadoria para casa dele, para que ele possa provar e ver o que gostava, fizemos isso para não parar de vender na verdade, não tinha muita alternativa, foi bem desafiador no momento (empresa D, 2020).*

*A primeira restrição que teve, as pessoas não puderam mais ir para loja, simplesmente parou de vender e no começo o nosso comércio foi atingido diretamente, teve que ser fechado, por sorte nós temos o site e começamos a investir mais no site, e a partir daí, começamos a dar mais atenção a loja Online (varejista E, 2020).*

Em todos os depoimentos dos entrevistados, em nenhum verificou-se a formalização dos projetos de inovação em marketing eventualmente ligados ao processo utilizado por eles. Nota-se que os varejistas C e D possui atividades de inovação em marketing mais organizadas e com processos delimitados. Já os demais A, B e E mesmo que de forma não planejada, possuem

práticas inovadoras e se enquadram em conceitos teóricos.

Para que se procedesse à análise de conteúdo sobre as estratégias de marketing: inovação no varejo durante as medidas de restrição e distanciamento social, optou-se pela categorização tomando por base as cinco áreas-chaves que estão avançando no setor varejista (GREWAL; ROGGEVEEN; NORDFÄLT, 2017). Foram explorados exemplos específicos de utilização nas atividades da empresa. Cabe ressaltar, que foram validadas declarações às inovações em marketing, mesmo que de forma genérica. Destaca-se que a teoria apresentada por Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), no que diz respeito ao quesito (1) tecnologia e ferramentas para facilitar a tomada de decisões, é a única que aparece em todos os depoimentos e prevalece como a inovação principal de todos os varejistas, representando significativamente um incremento no negócio durante a pandemia do Covid-19.

*Durante a pandemia veio a ideia de criarmos um site, notamos que era necessário [...] A gente profissionalizou o Instagram e o WhatsApp, nas respostas e no jeito de separar as mercadorias [...] hoje temos um rodízio para responder, quem responde ganha comissão, ficou o negócio profissional [...] Antes da pandemia vendíamos 90% loja física e 10% online, durante a pandemia ficou 90% online e 10% loja física. Hoje está 50% física e 50% Online, bem equilibrado [varejista A, 2020].*

*Trabalhávamos com Instagram e Facebook, mas de uma forma muito superficial. Com a pandemia passamos a trabalhar também com o delivery, dar essa opção de atendimento direto pelo WhatsApp. A gente redirecionou uma funcionária nossa, só para cuidar do WhatsApp, antes não tinha isso[...] mas agora como a demanda cresceu bastante, agora agente tem uma funcionária que só cuida do WhatsApp e do Instagram, ela não atende no balcão, só cuida dos delivery. A cultura de compra do cliente mudou bastante [varejista B, 2020].*

*No começo da pandemia já estávamos trabalhando com tecnologia digital, sempre trabalhamos com redes sociais, Facebook, Instagram, até então... após pandemia a agente começou com Twitter, começamos a trabalhar com YouTube. Começamos a trabalhar com nosso próprio site inserindo materiais de vídeos, que fossem interagir de uma forma online com as pessoas [varejista C, 2020].*

*A gente já usava o Instagram, no Instagram temos 22 mil seguidores a nossa loja sempre foi muito forte no Instagram [...] durante a pandemia contratei o GIVER que é outra ferramenta de relacionamento com o cliente, sabe?! Que manda mensagem e nos mantém em contato com o cliente, é o sistema especializado para fidelização de clientes [varejista D, 2020].*

*Passamos a investir nas mídias digitais, Google, Facebook e Instagram que a gente não fazia antes! [...] tínhamos um site, mas não tínhamos investimento em nenhuma plataforma, Google, Facebook entre outros. Tinha um site lá, mas funcionando de forma orgânica, aí veio a pandemia e nós começamos a botar dinheiro para começar a profissionalizar o site e investir em Mídias e marketing para aparecer no Google e em todas as redes sociais [varejista E, 2020].*

Os varejistas A, C e D destacaram práticas relacionadas com as (2) decisões de exibição visual e de oferta de mercadoria. E reforçaram o papel da promoção para chamar a atenção dos clientes e consumidores. No primeiro caso o varejista usa a promoção como uma ferramenta para aproximar seu cliente durante as restrições e distanciamento social.

*“nós fizemos bastante promoção, nós procuramos atrair o cliente como conseguíamos [...]” [varejista A, 2020].*

No segundo caso, o exemplo de uso de tecnologia agregado a exibição visual dos seus produtos estimula a interação com os consumidores, despertando a curiosidade e facilitando as decisões de compras de seus clientes.

*[...] a gente tem um terminal de vendas, uma pré-venda, que ali tem uma tela grande, que você pode abrir o site, já mostrar para os clientes que estão na loja física, por exemplo no 41 eu tenho todos esses tênis, da marca tal, você consegue selecionar, e com a ajuda da tecnologia, você pode já puxar no YouTube e mostrar a funcionalidade do produto, para que serve. O uso da tecnologia é uma coisa que vem potencializando muito na hora da venda do varejo [varejista C, 2020].*

No terceiro caso tratando-se de uma loja no formato de franquia, segue padrões e regras já pré-estabelecidas para o seu funcionamento e cita a mudança do Layout de loja como uma das decisões de exibição visual.

*Nosso formato por se tratar de uma franquia de loja, temos formalizado através de contratos, que a cada temporada devemos mudar o layout da loja e trocar vitrine de tempos em tempos. [...] Como costumamos comprar a coleção antes, é de praxe a prática de promoções, o que mudou com a pandemia foi o formato das promoções, que hoje fizemos através de “Live” ao vivo pelo Instagram [varejista D, 2020].*

Uma das preocupações das empresas varejistas é relacionada ao quesito (3), consumo e engajamento. O consumo de bens e serviços pelos clientes é o ponto central de todo o varejo e a oferta de produtos que ofereça valor aos consumidores é indispensável para o sucesso dos varejistas (GREWAL; ROGGEVEEN; NORDFÄLT, 2017). O Varejista C traz um relato interessante relacionado ao consumo e engajamento na sua prática.

*É um conjunto de ações que a gente vem fazendo, todo marketing além de tu expor o produto de uma forma como tu quer que o cliente veja, para gerar uma lucratividade. Então a gente faz uma estratégia na parte de várias pequenas ações, desde o âmbito social, esportivo do âmbito de comportamento de moda e design gráfico. Eu acredito que a lucratividade da Rock city hoje, da nossa empresa ela contempla, são ações sociais e com a sociedade, campeonato de skate, investimento em crianças em projetos sociais e no atendimento da loja física, no atendimento da loja online e também ofertados os melhores produtos [varejista C, 2020].*

Já o varejista A procura como forma de engajamento tornar-se amigo e criar uma relação pessoal com o cliente. O que ocorre também com o varejista B que apesar de ser um comércio antigo e tradicional, tendo muitos clientes fiéis também investiu na personalização do atendimento.

*Temos uma cultura aqui na loja, que é se tornar amiga do cliente, sempre falo para as meninas que atendem, vamos saber o nome, o gosto dela, para quando ela chegar a gente falar “chegou aqui uma coisa que é a sua cara” então a intenção maior é ter as clientes como da casa mesmo, ela se torna amiga da gente, curte as fotos dela, comentamos coisas, falamos coisas, não somente de roupas, mas também da vida real do dia a dia da rotina dela [varejista A, 2020].*

*Com as entregas de delivery, melhoramos bastante a apresentação, mandamos uma cartinha assinada agradecendo a preferência, por ter nos escolhidos como uma empresa, ter dado a confiança e incentivando a ficar em casa [varejista B, 2020].*

Uma maneira importante de os varejistas melhorarem a experiência do cliente que conduz a um maior engajamento é o investimento nas mídias sociais (GREWAL; ROGGEVEEN; NORDFÄLT, 2017). Essa prática foi unânime e cada vez mais fortalecida por todos os varejistas entrevistados.

*A pandemia veio para deixar essa história da internet mais forte ainda, já era uma coisa que já estava caminhando e não tem mais volta... A cliente quando vem aqui na loja, ela já vem com o celular na mão, eu quero isso, isso e isso... ela não vem aqui, vim olhar! Ela já vem com a foto do que quer para provar e decidir, se vai levar ou não. Foi essa inovação que fizemos na forma como vendíamos que nos salvou [varejista A, 2020].*

*A gente investiu nos impulsionamento em redes sociais de forma aleatória [...] [varejista B, 2020].*

*No começo da pandemia já estávamos trabalhando com tecnologia digital, a gente sempre trabalhou com redes sociais, Instagram, até então [...] [varejista C, 2020].*

*A gente já usava o Instagram, no Instagram temos 22 mil seguidores, a nossa loja sempre foi muito forte no Instagram [...] [varejista D, 2020].*

*A gente passou a investir nas mídias digitais, Google, no Facebook e Instagram [...] [varejista E, 2020].*

Os varejistas foram questionados em relação a coleta e uso de big data, item (4) da teoria utilizada. No geral, percebe-se que todos, exceto o varejista B, possuem uma forma de coleta, por vezes incompleta e involuntária, através dos cadastros dos clientes em seus sistemas. Porém analisando todas as respostas transcritas, chega-se a conclusão de que nenhum dos varejistas usa de forma profissional as informações que possui.

*Nós até temos um cadastro, mas não usamos muito as informações. O que nós usamos é do Instagram [...] o que que a pessoa está gostando mais de ver, curtindo e compartilhando. Usamos o Instagram para saber o que as clientes estão gostando [varejista A, 2020].*

*Não temos nenhum controle e cadastro de clientes, trabalhamos com produtos pequenos e corriqueiros de baixo valor, acredito que se fossemos solicitar informações dos clientes, não teriam paciência para esperar [varejista B, 2020].*

*Nós temos um banco de dados gigantesco no nosso e-commerce, na nossa plataforma. [...] mas ainda não conseguimos trabalhar de forma apropriada. Temos a informação tanto da loja física, quanto da loja online, porque na loja online para fazer uma compra você é obrigado a preencher seus dados. Temos o banco de dados só que a gente ainda*

*não faz a coisa básica, não estamos usando. [...] mas a gente tem um banco de dados só porque a gente ainda não utiliza de uma forma profissional [varejista C, 2020].*

*Nós temos um sistema que é o sistema da loja, que chama varejo online, o cliente que vai comprar ele faz um cadastro, eu pego o e-mail, endereço, telefone para depois a gente trabalhar com esse cliente. E também tenho que ver que essa ferramenta nova que eu contratei que hoje eu posso fazer disparos se o cliente não veio na loja há 60 dias eu posso mandar um alerta para ele, um e-mail comunicando uma promoção, comunicando mais uma novidade [varejista D, 2020].*

*Nós só temos um e-mail do cliente, usamos as ferramentas do Google, mas basicamente isso. As informações que conseguimos é mais pelo site que o cliente precisa preencher um formulário para poder fazer a compra, [...] [varejista E, 2020].*

O último item (item 5) da teoria discorre sobre a lucratividade e análise. Perguntou-se aos varejistas que estratégias utilizavam para aumentar sua lucratividade. O que foi observado é que todos, exceto o varejista B, talvez por ser um comércio tradicional e antigo, possuem estratégias de marketing para aumento de lucratividade.

*Usamos as “blogueiras” como forma de divulgação, patrocinamos alguns posts do Instagram, sorteios e Lives, que estou sentindo bastante retorno [varejista A, 2020].*

*Não temos estratégias pensadas, a gente investi nos impulsionamento em redes sociais de forma aleatória. Não temos estratégias pré-definidas [varejista B, 2020].*

*Nós estamos produzindo um vídeo de 10 anos, trabalhar um emocional de uma forma que as pessoas te enxergam diferente, eu acho que isso é maior jogada de marketing lucrativo e diferencial perante aos seus concorrentes. O que a gente pode ter no marketing é visar lucro, mas ele tem que ter um propósito, e o propósito hoje da (nome da empresa) é a gente através do nosso “Life Style” poder estar contribuindo na expansão de pessoas, de artistas, de atletas e de Bandas [varejista C, 2020].*

*Nós temos planejamento, com “lives” que estamos fazendo com “blogueiras”, tem o Marketing da própria franquia, com promoção do Natal, a gente manda mensagem para aniversariantes. [...] a gente deu mais importância das redes sociais [varejista D, 2020].*

*Temos parcerias com academias, com clubes, com treinadores “personal” de academia e professores, basicamente isso. A gente investe no rádio e agora no investimento virtual, links patrocinados no site, Google Ads e Google Shopping [varejista E, 2020].*

As respostas adquiridas através das entrevistas, mostram que a mudança principal ocorrida nas empresas varejistas foi o uso cada vez maior das mídias digitais, incluindo websites, Instagram, Facebook e WhatsApp. Alinhando-se a ideia de Verhoef; Kannan; Inman, (2015), de que o fácil acesso à *internet* por meio de computadores e *smartphones* mudaram o comportamento e os hábitos de compra dos consumidores.

Um ponto registrado por todos os varejistas foi a surpresa e as incertezas causadas pelo início da pandemia e as medidas restritivas por ela causadas, situação em que ninguém estava preparado e não se sabia até quando ia durar.

## Considerações Finais

Ao fim deste trabalho, observa-se que as empresas varejistas estudadas se encontram em processo de inovação e adequação frente a situação atual. Algumas já investiam no processo de marketing digital, venda on-line, vendas condicionais, serviços de *delivery*, já outras iniciaram essas práticas diante da necessidade eminente de vendas para sobreviver no mercado.

Nota-se que os varejistas ainda não possuem a total profissionalização dessa nova abordagem de mercado e não tem um planejamento estratégico de inovação em marketing, talvez por falta de conteúdo teórico. As redes sociais foram citadas por todos, sendo usadas tanto para comunicação com os clientes, vendas e monitoramento de opiniões (curtidas, *reposts*). O perfil dos varejistas referente a escolha temporal da inovação foi identificado como seguidor Pantano (2016).

Baseado na teoria de Grewal, Roggeveen, Nordfält (2017), a área chave mais utilizada pelos varejistas foi tecnologia e ferramentas para facilitar a tomada de decisões, onde desde o início da pandemia foi realizado estratégias de vendas baseadas em tecnologias e ferramentas on-line. A área chave menos explorada e utilizada pelos entrevistados foi a coleta e uso de *big data*, apesar de possuírem banco de dados, mas sem tratamento de informações.

Como contribuição teórica, o presente estudo possibilitou ampliar e conhecer as práticas adotadas por empresas varejistas consolidadas no mercado, algumas com décadas de existências e sem uso eficiente das inovações em marketing.

Este estudo limitou-se a verificar as estratégias de inovação em marketing diante da pandemia da Covid-19, somente em empresas varejistas, sem levar em conta todos os outros setores da economia que também sofreram consequências diante do cenário atual. Torna-se necessário então, estudos subsequentes para analisar os outros setores como serviços, educação e tantos outros que tiveram que se adequar a essas mudanças.

## REFERÊNCIAS

AMA, American Marketing Association. Definition of Marketing. Disponível em: <https://www.ama.org/AboutAMA/Pages/Definition-of-Marketing.aspx> Acesso em: 18.03.2021.

AQUINO, Vanessa. Brasil confirma primeiro caso da doença. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46435-brasil-confirma-primeiro-caso-de-novo-coronavirus> Acesso em: 26 fev. 2021.

ARAUJO, Jose Braz de; ZILBER, Silvia Novaes. Adoção de E-Business e mudanças no modelo de negócio: inovação organizacional em pequenas empresas dos setores de comércio e serviços.

Gestão & Produção, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 147-161, mar. 2013.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Almedina Brasil, 2016.

BIGNETTI, Luiz Paulo. As inovações sociais: uma incursão por ideias, tendências e focos de pesquisa.: uma incursão por ideias, tendências e focos de pesquisa. Ciências Sociais Unisinos, [s.l.], v. 47, n. 1, p. 3-14, 24 maio 2011. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos.

BRANSTAD, P. & Lucier, C. The Case for Practical Visionaries, Strategies and Business, n 22, p.42-53, 2001.

CATARINA, Estado de Santa. DECRETO Nº 515, DE 17 DE MARÇO DE 2020. 2020. Disponível em: [https://www.sc.gov.br/images/Secom\\_Noticias/Documentos/VERS%C3%83O\\_ASSINADA.pdf](https://www.sc.gov.br/images/Secom_Noticias/Documentos/VERS%C3%83O_ASSINADA.pdf) Acesso em: 12 dez. 2020.

CATARINA, Secretaria do Estado da Saúde de Santa. PORTARIA SES Nº 257 DE 21/04/2020. Disponível em: <https://www.saude.sc.gov.br/coronavirus/arquivos/PORTARIA%20257.pdf> Acesso em: 26 out. 2020.

CATARINA, Secretaria do Estado da Saúde de Santa. PORTARIA SES Nº 244 DE 21/04/2020. Disponível em: [https://www.sc.gov.br/images/PORTARIA\\_244.pdf](https://www.sc.gov.br/images/PORTARIA_244.pdf) Acesso em: 12 dez. 2020.

CATARINA, Estado de Santa. Boletim Novo Coronavírus – Covid 19 – 180.474 casos (01 setembro 2020). 2020. Disponível em: <http://www.coronavirus.sc.gov.br/2020/09/01/boletim-novo-coronavirus-covid-19-180-474-casos-01-setembro-2020/> Acesso em: 01 nov. 2020

CRICIÚMA, Município de. Decreto SG 815/20. 2020. Disponível em: <https://covid19.criciuma.sc.gov.br/files/d815-20-nova-medidas-atualizado-26062020.pdf> Acesso em: 12 dez. 2020

CRICIÚMA, Município de. RADAR COVID. Disponível em: <https://criciumacovid.celk.com.br/#dados> Acesso em: 26 out. 2020.

DRUCKER, Peter F. Innovation and entrepreneurship. New York: Routledge, 1985.



FIFIELD, Paul. Marketing Strategy. 3. ed. Oxford: Routledge, 2007.

GREWAL, Dhruv; LEVY, Michael. Marketing. 4. ed. Porto Alegre: Amgh Editora, 2017.

GREWAL, Dhruv; MOTYKA, Scott; LEVY, Michael. The Evolution and Future of Retailing and Retailing Education. *Journal of Marketing Education*, [s.l.], v. 40, n. 1, p. 85-93, fev. 2018.

GREWAL, Dhruv; ROGGEVEEN, Anne L.; NORDFÄLT, Jens. The Future of Retailing. *Journal of Retailing*, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 1-6, mar. 2017.

GRÜTZMANN, André; ZAMBALDE, André Luiz; BERMEJO, Paulo Henrique de Souza. Inovação, Desenvolvimento de Novos Produtos e as Tecnologias Internet: estudo em empresas brasileiras. *Gestão & Produção*, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 1-15, 14 nov. 2019.

HOCKMÜLLER, Thiago. Unimed confirma o primeiro caso de Coronavírus em Criciúma. 2020. Disponível em: <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2020/unimed-confirma-o-primeiro-caso-de-coronavirus-em-criciuma> Acesso em: 10 fev. 2020

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. Administração de marketing. 15. ed. São Paulo: Person Education do Brasil, 2018.

LIMA, Miguel et al. Gestão de marketing. Rio de Janeiro: FGV Management, 2007.

OCDE. Oslo Declaration on Sustainable Consumption (2005). <http://www.oslodeclaration.org/>(Accessed 17.06.2014). In: Tukker A., Sto E., Vezzolo C., 2008. Ed. “The governance and practice of change of sustainable consumption and production.” Introduction to the ideas and recommendations presented in the articles in this special issue of the journal of cleaner production. *Journal of Cleaner Production* 16, 1143-1145

PANTANO, Eleonora. Benefits and risks associated with time choice of innovating in retail settings. *International Journal Of Retail & Distribution Management*, [s.l.], v. 44, n. 1, p.58-70, 11 jan. 2016. Emerald.

PARENTE, Juracy; BARK, Edgard. Varejo no Brasil: gestão e estratégia. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.



SARQUIS, A.; PIZZINATTO, N.; GIULIANI, A.; PONTES, A. Estratégias de marketing: estudo no setor de agências de viagens e turismo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 9, n. 2, p. 298-320, 2015.

SCHUMPETER, J. 1985. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico. 2a ed., São Paulo, Nova Cultural, 169 p.

VERHOEF, Peter C.; KANNAN, P.K.; INMAN, J. Jeffrey. From Multi-Channel Retailing to Omni-Channel Retailing. *Journal Of Retailing*, [S.L.], v. 91, n. 2, p. 174-181, jun. 2015.



Celso Amaral Cordeiro

João Pedro Rabelo de Sousa Araújo

Stênio Cavalier Cabral

Clara Da Costa Zon

Gilson Rodrigues de Souza

Daniele De Jesus Machado

**ESTUDO TEÓRICO DE DOSAGEM DE CONCRETO  
ATRAVÉS DO MÉTODO IPT/EPUSP**

# ESTUDO TEÓRICO DE DOSAGEM DE CONCRETO ATRAVÉS DO MÉTODO IPT/EPUSP

Celso Amaral Cordeiro  
João Pedro Rabelo de Sousa Araújo  
Stênio Cavalier Cabral  
Clara Da Costa Zon  
Gilson Rodrigues de Souza  
Daniele De Jesus Machado

## RESUMO

Com a necessidade da utilização de métodos eficazes para dosagem de concreto, assim o presente trabalho estuda o desenvolvimento do método de dosagem IPT/EPUSP, com a utilização dos materiais tradicionalmente utilizados na construção civil, de tal forma passando pelo estudo da parte teórico técnica e procedimentos executivos para realizar a dosagem de forma experimental, abordado todo sistema para realização do método, inclusive apresenta tabelas e diagramas de dosagem de forma genérica, para melhor entendimento do método e discutindo a viabilidade para sua aplicação para obter um concreto estrutural que traga confiabilidade e economia para os seus usuários.

**Palavras-chave:** IPT/EPUSP, dosagem de concreto, diagrama de dosagem.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, o concreto composto por cimento Portland é o material mais utilizado na construção civil, produzido em grande volume, sendo responsável de ser o principal material estrutural aplicado na construção civil. O concreto pode ser descrito de acordo com Boggio(2000), como “ um material fácil de obter e de baixo custo, pois sua tecnologia de produção é bastante simples e seus principais constituintes, o cimento Portland e os agregados, são relativamente baratos.”, desta maneira a utilização do concreto sendo um dos materiais mais viáveis para se empregar na construções civil, pois apresenta propriedades como resistência a compressão, durabilidade e trabalhabilidade que são características importantes para o desempenho das edificações.

Um dos fatores determinantes para uso do concreto de cimento Portland é particularidade de resistência à compressão, que combinado com o aço é decisivo para o dimensionamento de estruturas de concreto armado, que aproveita as melhores condições de cada material. De acordo com Helene & Terzian (1992) “Para se alcançar e manter uma dada resistência à

compressão do concreto é assegurar a qualidade e uniformidade do cimento, da água e dos agregados disponível", porém muitas das vezes a fabricação do concreto baseado em conhecimento totalmente empírico, no qual muitas das vezes não se tem controle de sua qualidade, podendo apresentar falhas em sua dosagem onde pode afetar economicamente devido o desperdício ou em segurança pois a técnica aplicada de forma incorreta impacta na diminuição da resistência da peça fabricada.

Assim, tendo a necessidades de um estudo de dosagem para avaliar proporções e propriedades mecânicas dos materiais empregados para sua fabricação, buscando obter um material com características adequadas para a estrutura dimensionada. Neste presente trabalho será estudado e apresentado o método de dosagem IPT/EPUSP, como o próprio nome já induz, foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), que de acordo com Nascimento (2019) esse método tem “como objetivo a determinação de um diagrama de dosagem, que permita obter, para os mesmos materiais, traços específicos para resistências distintas.”, assim sendo de importância e utilidade a empregar o método IPT/EPUSP na construção civil.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

O Objetivo geral deste trabalho é estudo sobre a dosagem de concreto utilizando o método IPT/EPUSP, com a utilização de materiais convencionais na construção civil tradicional.

### **Objetivos específicos**

- Estudar o desenvolvimento do método de dosagem IPT/EPUSP.
- Compreender a determinação do teor de argamassa.
- Compreender a determinação da proporção dos agregados (areia e brita).
- Compreender a determinação da relação água/cimento.
- Compreender o traço de referência e diagrama de dosagem.

## **METODOLOGIA DE PESQUISA**

Através de estudo na literatura sobre o método de dosagem IPT/EPUSP, observa-se que o método possibilita sua utilização em diversos locais, pois é possível empregar diferentes materiais para sua fabricação, se adaptando para região em que for fabricado. O método conta com misturas com trabalhabilidade adequada para sua aplicação através da dosagem de proporções diferentes para o traço a ser realizado, mediante tais aspectos é preciso compreender o processo de fabricação que será abordado, para realizar o traço de concreto de forma adequada.

## Método de dosagem

A dosagem através do método IPT/EPUSP consiste em utilizar diagramas por meio de um gráfico que correlaciona resistência de dosagem ( $F_{cj}$ ), fator água/cimento ( $a/c$ ), proporção de agregados e consumo de cimento ( $C$ ) por  $m^3$  de concreto. O método para dosagem IPT/EPUSP, utiliza-se cálculo e procedimento experimental para definir a proporção adequadas de agregados miúdo (areia) e graúdo (brita) para definir o teor de argamassa utilizado, pois de acordo com Helene & Terzian (1992). “A falta de argamassa na mistura acarreta porosidade no concreto ou falhas de concretagem, o excesso proporciona um concreto de melhor aparência, mas aumenta o custo por metro cubico”, ou seja, a quantidade de argamassa pode interferir diretamente na qualidade do concreto fabricado, pois impacta trabalhabilidade e resistência do concreto.

Para determinar o teor de argamassa seca ( $\alpha$ ) piloto utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\alpha = \frac{1 + a}{1 + m} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$\alpha$ : Teor de argamassa;

$m$ : Quantitativo de agregados miúdo e graúdo (Soma de Areia E Brita);

$a$ : Quantidade de agregado miúdo (Areia).

A equação 1, deve ser utilizada para cálculo do teor de argamassa, para obter a proporção do traço de cimento, areia e brita, para criação da tabela que servirá auxílio para o acréscimo de areia e cimento a cada tentativa para conforme o exemplo abaixo.

Tabela 01 - Teor de argamassa e proporção de agregados traço 1:5

TEOR DE ARGAMASSA ( $\alpha$ )	TRAÇO UNITÁRIO			AREIA		Cimento		Brita
	Cimento	Areia	Brita	Massa	Acréscimo	Massa	Acréscimo	Massa
0,39	1	1,34	3,66	9,15	-	6,83	-	25
0,41	1	1,46	3,54	10,31	1,16	7,06	0,23	25
0,43	1	1,58	3,42	11,55	1,24	7,31	0,25	25
0,45	1	1,7	3,30	12,88	1,33	7,58	0,27	25
0,47	1	1,82	3,18	14,31	1,43	7,86	0,29	25
0,49	1	1,94	3,06	15,85	1,54	8,17	0,31	25
0,51	1	2,06	2,94	17,52	1,67	8,50	0,33	25
0,53	1	2,18	2,82	19,33	1,81	8,87	0,36	25

Para o estudo da argamassa e sua caracterização, pode utilizar segundo Marvila, et al (2019) “leis físicas, como a Lei de Abrams, Lei de Lyse e Lei de Molinari, são aplicadas de maneira consagrada no estudo de concreto”, que apresentam correlações conhecidas como “leis do

comportamento” que se consistem em:

Lei de Abrams:  $f_{cj} = K1/K2^{(a/c)}$  (equação 2);

Lei de Lyse:  $m = K3 + K4 * a/c$  (Equação 3);

$C = 1000 / (K5 + k6 * m)$  (Equação 4).

Onde:

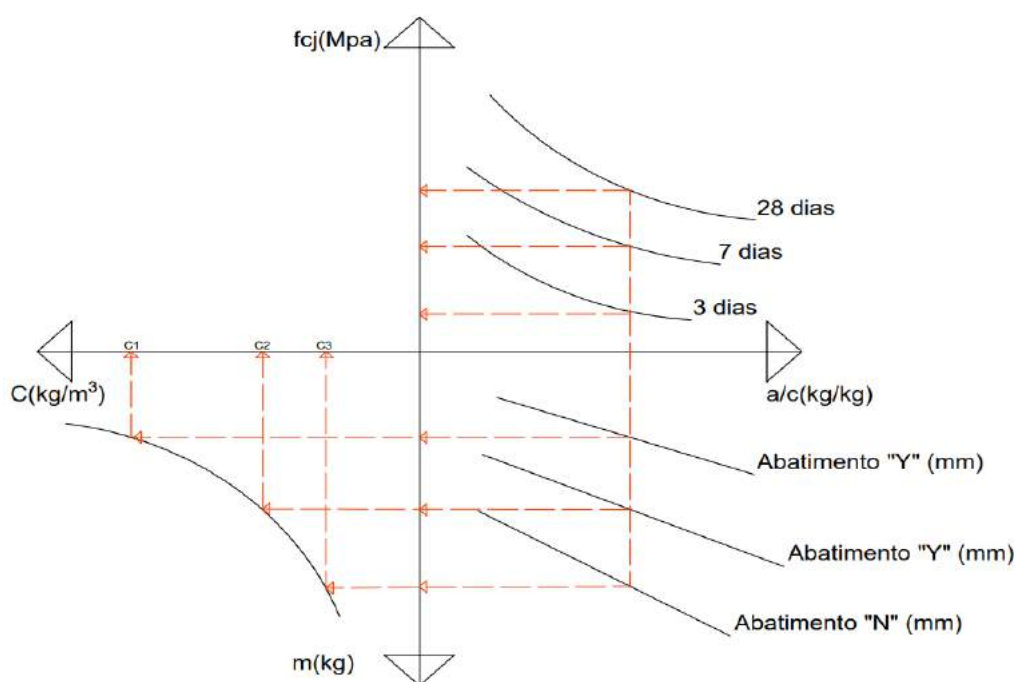
$f_{cj}$ : Resistência do concreto à compressão em j dias de idade, dada em Mpa;

$K1/K2$ : São variáveis dependentes do cimento, idade de cura e agregados utilizados;

$K3$  e  $K4$ : são variáveis representativas do conjunto de cimento e agregados;

$K5$  e  $K6$ : coeficientes linearização da Equação 4.

Figura 1 - Diagrama de dosagem- Modelo genérico



Através do diagrama de dosagem exemplificado acima de representado graficamente de forma genérica, a utilização do método experimental IPT/EPUSP é possível determinar a resistência à compressão para o traço desejados, porém deve se manter os mesmos materiais e suas características, assim o concreto deve permanecer com as propriedades preestabelecidas, para a o uso direto do diagrama.

### Estudo da dosagem para procedimento experimental

Para elaboração da dosagem experimental parte-se de um traço piloto 1:5 (sendo cimento

Portland: agregados miúdo e graúdo total) em unidade de massa de acordo com método do IPT/EPUSP, de tal forma que a proporção dos agregados interfere diretamente no teor de argamassa como pode ser observado na equação 1, a quantidade de água a ser adicionada, depende da consistência almejada para o destino final que se empregará o concreto fabricado, sendo analisada e controlada de acordo com as características física apresentada, além da utilização do teste de abatimento ou *Slump test* que segundo a NBR NM 67 (1998) é “um método para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento, em laboratório e obra”, assim como a consistência é obtida experimentalmente a proporção entre cimento Portland, areia, brita é acertada a cada etapa, a fim de encontrar a melhor proporção para o traço. A partir do primeiro teor de argamassa definido a proporção do  $\alpha$  deve ir subindo o valor de 2% em 2% a partir do primeiro traço, até atingir a consistência desejada.

Além do traço piloto 1:5, utiliza-se mais 2 traços que são chamados de traços auxiliares, denominados traço rico com proporção dosagem do cimento e agregados de 1:3,5 e o traço pobre com porção do cimento e agregado de 1:6,5 que utilizam-se da mesma técnica para serem desenvolvidos.

Segundo Helene & Terzian (1992) “ A relação água/cimento é o parâmetro mais importante do concreto estrutural” , ou seja a falta de água deixa o concreto poroso e com baixa coesão, com excesso de água melhora a trabalhabilidade porém impacta diretamente na diminuição da resistência do concreto estrutural, sendo necessário o dimensionamento correto para obter boa durabilidade e resistência das peças confeccionadas, mas no método experimental do ITP/EUSP a determinação da quantidade de água adicionando água conforme a consistência do concreto desejado, todos os traços devem passar por teste de abatimento para chegar na consistência ideal .

Após todo o desenvolvendo de todo o método para verificar a resistência obtida do concreto, deve-se realizar o controle tecnológico através de ensaio de compressão de corpos-de-prova, da mesma amostra retirada do mesmo traço na qual se considerou a dosagem ideal, molda-se os corpos-de-prova geralmente cilíndricos, pois através deste controle tecnológico pode se encontrar a resistência real calculada do concreto obtido.

## **DISCUSSÕES**

Observa-se que o método da IPT/EPUSP apresenta características que inicialmente precisa-se de poucos informações, por exemplo quanto as características dos agregados como granulometria e umidade presente nos mesmos, inclusive pode ser desenvolvido em laboratório de formas controladas, com a necessidade de poucos equipamentos para execução do traço de concreto. Porém como algumas características como a quantidade de argamassa e de água são

obtidas experimentalmente, precisa-se de disponibilidade para ir testado o traço a cada adição de cimento, areia e água, já que o agregado graúdo, a brita se mantém a mesma quantidade do traço inicial.

Mediante as características de todo o processo para dosagem e fabricação do concreto, observa-se que o método IPT/EPUSP é um excelente meio didático, pois apresenta diversas fases do concreto, podendo explorar características como, porosidade, resistência mecânica, coesão e trabalhabilidade que o cimento fresco apresenta, pois ajuda os estudantes e profissionais da construção civil a compreender melhor os efeitos da falta ou excesso de algum material na mistura.

O método no quesito econômico, apresenta vantagem na qual tende a procurar as menores quantidades de consumo de argamassa que influencia diretamente no custo final do produto, de forma que chegue no concreto ideal para sua aplicação, atendendo as necessidades de lançamento adensamento, acabamento e resistência final das peças de concreto confeccionadas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve como objetivo estudar os procedimentos técnicos e experimentais da dosagem de concreto através do método IPT/EPUSP, passando por toda cadeia de cálculos e procedimentos executivos para obtenção dos traços com embasamento na literatura disponível, verificando a aplicabilidade dos materiais tradicionalmente usados na construção convencional do Brasil e são na maioria das vezes, os materiais preferencialmente indicados por profissionais da construção civil.

Nota-se que o método se utiliza de contexto simples para aplicação de sua metodologia, já que não precisa de nenhum ensaio preestabelecido com os agregados antes de começar os procedimentos, e como trabalha com acréscimo de pequenas quantidades, verificando se em etapa por etapa após o acréscimo, o método tende a impactar na parte econômica, pois utiliza-se da menor quantidade de materiais possíveis sem que haja desperdício ou falta de material, trabalhando no limite ideal.

No geral o conhecimento de toda cadeia de procedimentos, vai influenciar na sua utilização a disponibilidade dos seus executores, pois trata-se de um trabalho técnico e experimental e utilização de laboratório, além do cuidado com precisão das medidas para acréscimo para que não influencie no resultado final, por fim pode-se se falar que o método é viável desde que seja executado de forma correta, podendo ter pequenos ajuste de acordo com a necessidade da obra. Para sugestão de trabalhos futuros a realização de estudos e comparações de forma experimental do método IPT/EPUSP com o método ABCP, fazendo comparações na economia e viabilidade da quantidade insumos no resultado final na análise de comparação a resistência à compressão final.



## REFERÊNCIAS

ABNT – NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. (Procedimento). Rio de Janeiro, Fev. 1998/8 pág.

BOGGIO, Aldo J. Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland. 2000.

CREMONINI, R. A. et al. Desenvolvimento de um método de dosagem de concretos de alta resistência com baixo consumo de cimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO–REIBRAC/IBRACON. 2001.

HELENE, Paulo RL; TERZIAN, Paulo. Manual de dosagem e controle do concreto. Pini, 1992.

MARVILA, M. T. et al. Interferência da relação água/cimento nas propriedades tecnológicas de argamassas no estado endurecido. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica ,63º, 2019, Bonito, MS.

NASCIMENTO, Lucas Costa do. Análise de viabilidade entre concretos dosados pelos métodos da ABCP/ACI e IPT/USP. 2019. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.

SOUZA, Marcelo Tramontin et al. Desempenho de concretos preparados com cimentos portland cp iv e cp v utilizando o método de dosagem ipt/epusp: um estudo de caso. Tecnologia, v. 24, n. 2, p. 221-227, 2020.



Hugo Ferreira Ginu  
Fernando Nunes Belchior  
Vicente da Rocha Soares Ferreira

**FATORES COMPORTAMENTAIS E SEUS EFEITOS SOBRE  
O USO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ORGANIZAÇÕES  
DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICAS**

# FATORES COMPORTAMENTAIS E SEUS EFEITOS SOBRE O USO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ORGANIZAÇÕES DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICAS

Hugo Ferreira Ginu  
Fernando Nunes Belchior  
Vicente da Rocha Soares Ferreira

## RESUMO

O tema principal desta pesquisa é a redução do consumo de energia elétrica nas instituições de educação superior públicas, à luz do comportamento humano nas organizações. A investigação se justifica pela necessidade da redução da parcela destinada ao pagamento das contas de energia elétrica para dar espaço ao pagamento de outras despesas de custeio, visto à redução gradativa do orçamento de custeio destas instituições. Alinhado à necessidade financeira, existe uma pressão da agenda ambiental para a incorporação de práticas de eficiência energética no uso dos recursos energéticos. O objetivo do trabalho é pesquisar o comportamento humano no uso da energia elétrica nas organizações de Ensino Superior públicas de modo a desenvolver uma metodologia de diagnóstico do comportamento humano no consumo de energia elétrica nestas instituições, possibilitando a construção de indicadores comportamentais que devem ser monitorados na gestão e a proposição da política institucional mais adequada para visando o uso mais eficiente dos recursos públicos.

**Palavras-chave:** comportamento organizacional, comportamento humano, política pública, energia elétrica, decisão nas universidades.

## INTRODUÇÃO

A redução gradativa do orçamento de custeio das instituições públicas de ensino superior desestabilizou a sustentabilidade financeira destas, pressionando por alternativas viáveis para a manutenção das atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração.

Alinhado à necessidade de redução do custo fixo com energia elétrica, existe uma agenda ambiental que busca a redução do consumo de energia através do uso consciente e eficiente deste insumo.

Existe um gargalo de ferramentas e metodologias para a gestão do consumo de energia elétrica nas instituições públicas por se desconhecer quais fatores são mais relevantes e que devem ser monitorados, além do que a gestão de energia elétrica nas instituições públicas deve ser

abordada de maneira institucional através de políticas públicas e que dependerá de como essas ações influenciarão o comportamento das pessoas. (SCHAITLE, 2018), (MENEGUIN E ÁVILA, 2015).

A Universidade Federal de Goiás foi escolhida como estudo de caso porque sofre um descompasso quanto o assunto é consumo de energia, enviesando qualquer possibilidade de previsão. (JESUS, 2018)

O objetivo geral do trabalho é mapear o comportamento humano no uso da energia elétrica nas organizações de Ensino Superior públicas, cujos objetivos específicos são: a) a construção de indicadores comportamentais que devem ser monitorados na gestão de energia elétrica; b) o desenvolvimento de uma metodologia de diagnóstico do comportamento do humano no consumo de energia elétrica; c) a proposição de uma política institucional de gerenciamento do comportamento humano no consumo de energia elétrica.

## **MÉTODOS**

Para se chegar ao objetivo do projeto, a metodologia da pesquisa proposta foi dividida em cinco macro fases. Inicialmente através de uma pesquisa bibliográfica do comportamento racional humano nas organizações será estabelecido o estado da arte com análises bibliométricas e de conteúdo para que haja uma compreensão à luz da ciência do problema de pesquisa.

Em sequência, serão estabelecidas as dimensões de análise do estudo alinhado com o estabelecido pela primeira fase.

A terceira fase consistirá no estudo de caso, na Universidade Federal de Goiás, com a coleta de dados através da entrevista com os *stakeholders* (discentes, docentes, técnico administrativos e gestores) utilizando como ferramenta um questionário que será aplicado em diferentes áreas de conhecimento (exatas, humanas e biológicas) e em diferentes atividades (ensino, pesquisa, administração extensão e administração) nos distintos campus da instituição.

A quarta fase consistirá na análise dos dados coletados, com base nas dimensões propostas, do comportamento humano em uma organização pública de ensino superior.

A quinta fase consistirá na proposição de uma abordagem institucional que seja eficaz quanto ao objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica, munindo os gestores de informações quanto à melhor estratégia a ser adotada tendo em mente que a universidade é um sistema complexo e cujos seus participantes têm rotinas e comportamentos pregressos e cuja liberdade de pensar e agir é próprio destas instituições.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se propor a abordagem institucional mais adequada, à luz do comportamento racional humano nas organizações, na proposição de uma política institucional de uso de energia elétrica

nas instituições de ensino superior, visando incorporar boas práticas de gestão energética na rotina dos alunos, técnicos administrativos, terceirizados e professores.

A partir da política institucional será possível estabelecer indicadores comportamentais que devem ser monitorados na gestão de energia elétrica das instituições de educação superior e, com isso, ter um diagnóstico do comportamento humano em relação ao uso eficiente deste insumo.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Buscou-se, com este resumo expandido, dar visibilidade à pesquisa de modo a receber contribuições e críticas à metodologia proposta, visando aprimorar a construção da pesquisa.

### **REFERÊNCIAS**

JESUS, W. X. DE. O último a sair apague a luz: a economia comportamental aplicada ao consumo de energia elétrica na UFG. Universidade Federal de Goiás, p. 131, 2018.

MENEGUIN, F. B., ÁVILA, F. A Economia Comportamental Aplicada a Políticas Públicas. In: ÁVILA, F.; BIANCHI, A. M. Guia de Economia Comportamental e Experimental. São Paulo: EconomiaComportamental.org, p. 210-218. 2015.

SCHAITL, M. Comportamento e Estímulos Verbais: O Indivíduo e a Gestão do Consumo de Energia Elétrica. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2018.



Simone Ramires  
Augusto Magagnin Danelus  
Gabriel Andreolio Tannhauser  
Gabriel Gomes Osório Torres  
Nicolas Anklan Golembiewski  
Paula Dias Carena  
Vitoria Regina Sielski  
Cláudio Rogério de Assis Carena  
Guilherme Wagner Loureiro  
Lucas Stéphano Viegas  
Felipe Vizzotto Petersen

**ILUMINATCHÊ: POR UM FUTURO MAIS BRILHANTE**

# ILUMINATCHÊ: POR UM FUTURO MAIS BRILHANTE

Simone Ramires  
Augusto Magagnin Danelus  
Gabriel Andreolio Tannhauser  
Gabriel Gomes Osório Torres  
Nicolas Anklan Golembiewski  
Paula Dias Carena  
Vitoria Regina Sielski  
Cláudio Rogério de Assis Carena  
Guilherme Wagner Loureiro  
Lucas Stéphano Viegas  
Felipe Vizzotto Petersen

## RESUMO

A UFRGS resolveu instituir o projeto Acolhimento dos Calouros da Escola de Engenharia e propor o desafio “Como tornar a UFRGS mais sustentável”. Os projetos propostos pretendem alavancar a pesquisa na Universidade, ou seja, fortalecer o ensino, pesquisa e extensão e tem como base os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto pela ONU, nesse sentido, surge o projeto IluminaTchê com o intuito de reduzir e/ou minimizar a insegurança causada no Campus.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, iluminação, solar.

## INTRODUÇÃO

A energia solar é uma boa opção na busca por alternativas menos agressivas ao meio ambiente, pois consiste numa fonte energética renovável e limpa (não emite poluentes). A forma direta de obtenção se dá através de células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício. A luz solar, ao atingir as células, é diretamente convertida em eletricidade. No entanto, essas células fotovoltaicas apresentam preços elevados.

O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (partículas de luz liberadas pelo Sol) incidem sobre os átomos, proporcionando a emissão de elétrons, que geram corrente elétrica. (ANEEL, 2002). Para obter energia elétrica a partir do sol de forma indireta, é necessária a construção de usinas em áreas de grande insolação, pois a energia solar atinge a Terra de forma tão difusa que requer captação em grandes áreas. Nesses locais são espalhadas centenas de coletores solares. No Brasil, a utilização de energia solar está aumentando de forma significativa, principalmente o coletor solar destinado para aquecimento de água visando ao atendimento de comunidades

isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional. Devidamente contemplados pela nova ótica da política energética nacional, esses projetos têm levado eletricidade a milhares de comunidades e domicílios brasileiros. Apesar de todos os aspectos positivos da energia solar (abundante, renovável, limpa, etc.), ela é pouco utilizada, pois os custos financeiros para a obtenção de energia são muito elevados, não sendo viável economicamente. (ANEEL, 2002)

Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável. (ANEEL, 2002) Através do questionário realizado foi constatada uma necessidade de maior iluminação e segurança no campus e localizado os pontos focais de insegurança para a comunidade universitária. O grupo visa diminuir essa insegurança utilizando postes com placas fotovoltaicas.

Além disso, pode-se constatar que a grande maioria dos respondentes apontou o Campus do Vale como área de insegurança, com foco nos estacionamentos, paradas de ônibus e na escadaria. A escolha pelas placas fotovoltaicas foi feita devido a uma alta irradiação solar na área de Porto Alegre, além de um investimento de baixo risco para a Universidade, com alta durabilidade dos postes e payback em alguns anos. Ademais, a UFRGS possui uma dívida de anos com a CEEE, o que não seria um problema com o uso de energia renovável.

A lacuna identificada pelo grupo já vem sendo discutida na Universidade e, com isso vem reforçar a necessidade de implementação de novas tecnologias que visem reduzir o consumo energético e, com isso abordar e inserir o conceito de energia renovável e ainda, fontes renováveis são consideradas soluções mais apropriadas e nosso país tem o privilégio de tê-las e usá-las em quantidade (MOREIRA e GOLDEMBERG, 2005).

A energia solar concentrada consiste na concentração de raios solares, através de espelhos e lentes, para aquecer um receptor a altas temperaturas, tipicamente 400°C e 1000°C. Esse calor é transformado em energia mecânica e em seguida em eletricidade (CEMIG, 2012).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O projeto Iluminatchê surge de uma busca por melhor iluminação e segurança nos campi da UFRGS. A partir disso o grupo realizou um questionário que procurou identificar lacunas quanto às questões de segurança no Campus do Vale da UFRGS, visto que em 2016 aconteceu a "caminhada iluminada", sendo uma passeata por mais segurança na Universidade, provando que esses são problemas de longa data. Os problemas apontados são desde a falta de iluminação ao longo do percurso entre prédios e estacionamentos aos casos de violência apontados por estudantes.

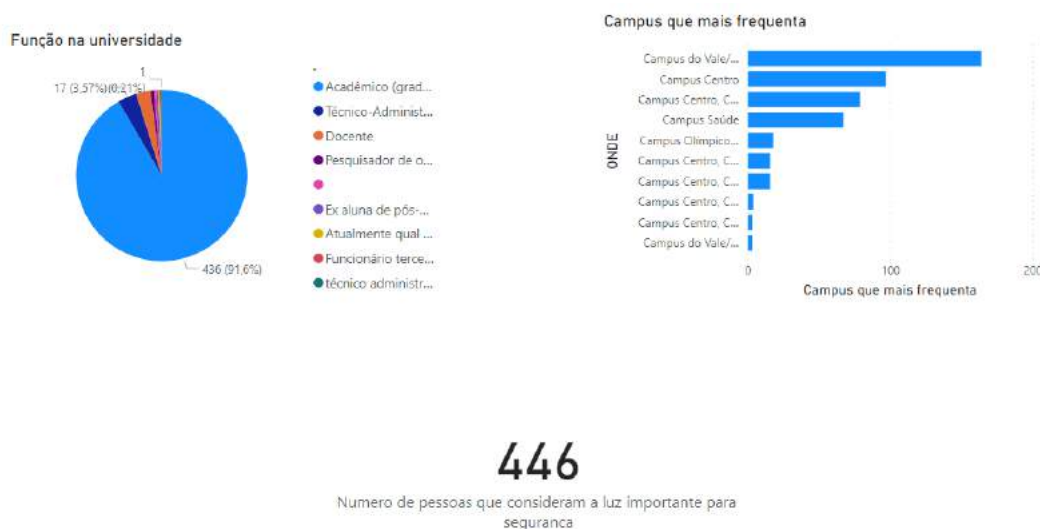
O questionário foi validado por especialistas da área de estatística e idealizado para identificar



as lacunas quanto à iluminação no campus do Vale da Universidade e todos os respondentes pertencem ao público que frequenta a Universidade. Foi perguntado no questionário a ocupação/função do respondente na Universidade, qual campus que ele mais frequentava anteriormente à pandemia COVID-19, se poderia relatar algum momento de insegurança e se considera a iluminação um fator de segurança. Os dados obtidos serviram de base para estruturar um projeto de iluminação sustentável, visando uma melhoria na segurança e iluminação dos campi da universidade, podendo assim ajudar tanto estudantes e docentes quanto a população em geral que circula nessas áreas.

Do total de 574 respondentes pôde-se constatar que 93% consideram a iluminação como sendo fator de segurança, bem como possível inibidor de furtos, roubos, ameaças, sendo que alguns acontecem durante o dia. Além disso, tem-se que 92% são graduandos e/ou alunos de pós-graduação e os demais dividem-se em Docentes e técnicos da Universidade. Como campus mais frequentado, foi apontado o Campus do Vale, com 59,4%, seguido do Campus Centro 49,5% e Campus Saúde 20%. Quando questionados se passaram por algum momento de insegurança 76,3% informaram que não passaram, mas 6,1% já tiveram abordagem de roubo, 5,2% ameaças/agressões e 4,9% furto.

Figura 1 - Dashboard gerado após questionário



O projeto, de acordo com Yin (2005), classifica-se como um estudo de caso, pois investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, enfrentando uma situação única, com diversas variáveis e fontes de evidências. Também, caracteriza-se por pesquisa bibliográfica realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de websites, ou seja, qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Ainda, utiliza-se da metodologia Design Thinking que é amplamente utilizada como metodologia de inovação desenvolvido pela D.School, um Instituto da Universidade de Stanford, no vale do Silício na Califórnia que caracteriza-se como uma abordagem, uma forma de pensar, e encarar problemas, focada na empatia, colaboração e experimentação (SIMON, 1969). Também, segundo Grando (2011) é um método que tem comportamento criativo e prático quando utilizado para resolução de gargalos ligados à concepção de projetos, que tem sido investida por diversas organizações que tem como objetivo de buscar implementar inovação nos negócios e/ou processos, por meio dos produtos e serviços.

Para os autores a abordagem do Design Thinking (figura 2) vem estimulando um crescimento de mercado em diversos setores por meio do desenvolvimento de produtos e de novas tecnologias, que vão além do design tradicional.

Figura 2 - Etapas Design Thinking



Para realização do projeto foram estudados os tipos de baterias, postes, placas fotovoltaicas e os cálculos necessários. Após este estudo chegamos a um possível modelo para uso.

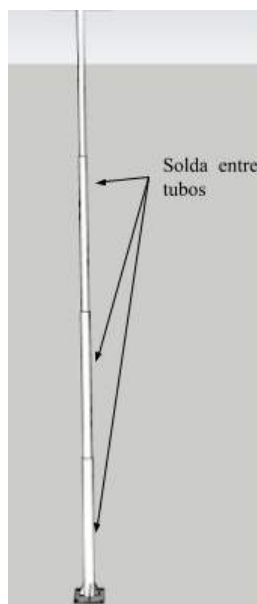
### Postes

Material utilizado: “O aço utilizado deve ser soldável e zincável por imersão a quente. O aço deve possuir qualidade do COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) 1006 conforme NBR NM 87 (Norma brasileira que indica a designação e composição química de aço carbono e ligados para construção mecânica, 2000).” - Norma Técnica brasileira que especifica as condições elegíveis para o uso de postes de aço para iluminação (NBR-14.744: 2001)

Tipo de poste: os postes de aço galvanizado existentes no mercado são os cônicos contínuos e os telecônicos. A diferença básica entre os postes é que o poste cônico é fabricado a partir de uma chapa única, que é cortada e dobrada em formato cônico, recebendo uma solda

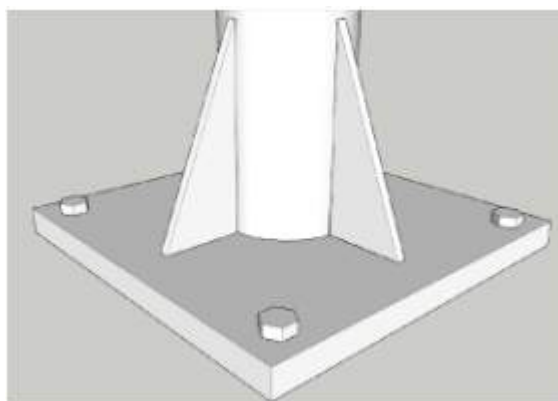
longitudinal, estando limitado a 6 metros ou pouco mais de altura. Os telecônicos são formados por sequências de tubos soldados entre si (figura 2) até obter a altura desejada (na maior parte das fábricas a maior altura disponível é 15 metros), estando mais adequado ao nosso projeto, tendo em conta que precisamos da altura total de 8 metros. Ambos os postes, como o próprio nome diz, são cônicos, ou seja, a ponta é mais afunilada que a base, e podem suportar ventos de até 144 km/h.

Figura 3 - Poste telecônico de 8 metros



Sobre a fixação: a fixação dos postes pode ser flagelada (a fixação é feita através de parafusos e chumbadores) ou engastada (embutidos no solo), ao nosso projeto piloto é mais viável o uso da fixação flagelada (figura 3), pois já temos a estrutura local concretada. Os chumbadores devem estar de acordo com a NBR-14.744.

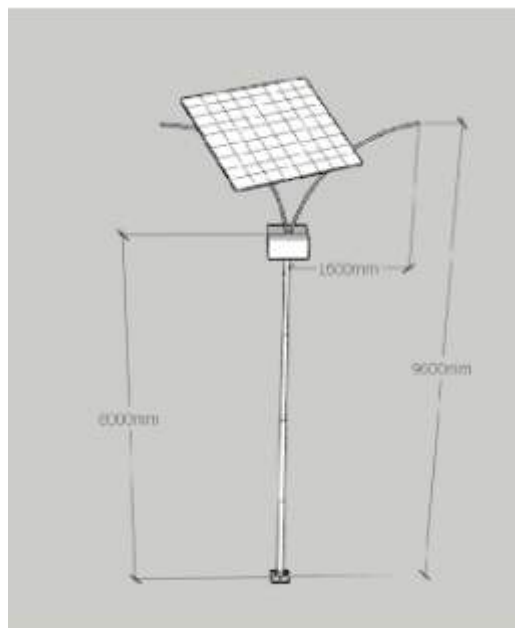
Figura 4 - Fixação que será utilizada nos postes (flagelada)



Braços: dos tipos de braços existentes estão o simples, duplo, triplo e quádruplo, dos quais foi optado pelo duplo simples, com posicionamento de 0° e 180° das luminárias. É recomendável que o comprimento do braço não exceda 1,6m. A imagem abaixo se refere ao poste modelo

(figura 4).

Figura 5 - Poste modelo do projeto



Soldagem: especificações da American Welding Society sobre a fabricação e montagem de estruturas de aço soldadas (AWS D1.1).

Acabamento: Obedecendo a Norma Técnica Brasileira que diz respeito às especificações para galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido (NBR-6323, 2016), os postes de metal devem ser revestidos com zinco por meio da imersão a quente, isso prolonga a vida do aço, adiando a ferrugem e aumentando a viabilidade do produto. Devem ser obedecidas as especificações quando a categoria de corrosividade do ambiente e a taxa média anual de corrosão (ambas especificadas na norma), esta análise garante a performance e durabilidade do material. A galvanização a fogo também se aplica ao projeto pois é um método mais sustentável de fabricação, utiliza menos energia na fabricação e faz com que as estruturas durem mais tempo (diminuindo o descarte). Outra questão que o torna mais sustentável é que, por diminuir os gastos advindos da corrosão, emite menos poluentes, permitindo o reaproveitamento dos resíduos gerados no processo. Recomenda-se a pintura dos postes para maior durabilidade do material.

Montagem: é importante frisar que os postes telecônicos facilitam o transporte. Os braços e o corpo do poste são acoplados na hora da instalação. Para o projeto piloto serão utilizados três postes, que deverão permanecer a uma distância de 8m um do outro para o maior aproveitamento da iluminação.

Caixa da Bateria: Com dimensões 56cm de comprimento, 24cm de largura e 28cm de altura, ambas as caixas de chapa de aço, com espessura máxima de 4,80mm (recomendável), sua fixação será feita através do posicionamento das caixas em lados opostos. Os elementos de fixação deverão suportar um peso vertical de, em média, 45 kg (peso para as baterias

dimensionadas com taxa de 12,5% maior do que as baterias tidas como exemplo - Bateria Audio Power 250ah Energia Solar Off Grid/nobreak/estacionária). A melhor opção para bateria seriam 2 baterias em série de 12v 250Ah para termos uma tensão total do sistema de 24v evitando assim o uso de transformadores. Além disso, essas baterias são de fácil obtenção e por serem um par contribuem para o equilíbrio do poste a ser montado.

### **Módulo Fotovoltaico**

Levando em conta a necessidade total de 160Wh das luminárias (duas lâmpadas de 80W), a capacidade das duas baterias de 250Ah e 12V em série (aumentando a tensão para 24V) e seu limite recomendado de descarga para até 30%, média de 6 horas de boa irradiação solar no RS - segundo o Atlas Solarimétrico do Brasil feito em 2000 - e uma eficiência de até 80% de geração de energia solar, o sistema solar adequado a essas necessidades é composto por 2 painéis fotovoltaicos de 270W cada ligados em paralelo e um regulador de tensão PWM, para manter a tensão do sistema estável.

- Medidas e peso das placas: 4 cm x 99,2 cm x 164 cm (Altura x Largura x Comprimento) e 19 Kg.
- Instalação: Os painéis solares devem ser instalados com o mesmo ângulo que a latitude do local, portanto, se a latitude do local é -30.06734837, deve-se colocar a placa a aproximadamente 30°, virada para o norte (pois o Rio Grande do Sul está localizado no hemisfério sul). A placa precisará ser fixada de maneira que possa ser movimentada pelo tracking system utilizado.
- Os elementos fixadores devem suportar pesos de no mínimo 22kg, para que não existam problemas em relação à movimentação da placa e ao seu próprio peso.

### **Tracking system**

O sistema utilizado é composto por sensores LDR e um motor. Os sensores identificam o local com maior incidência solar e o motor liga, fazendo a movimentação do painel para aquela direção, aumentando a eficiência da placa em até 45% (o equivalente a um aumento de 30% no tamanho das placas fotovoltaicas). Usaremos um sistema semelhante ao de eixo duplo (rastreamento do sol).

### **Regulador de tensão**

Um regulador de tensão PWM 24v será utilizado para manter a tensão do sistema estável.

### **Luminária**

A luminária utilizada será feita com o uso de leds e uma capa protetora ainda a ser estipulada.

Elas serão fixadas por rosqueamento uma em cada braço do poste. O tipo de luminária deve obedecer às seguintes regras, estipuladas através de cálculo luminotécnico:

- Rendimento mínimo de 100Lm/W;
- Potência de 80W;
- Intensidade luminosa de 8000 lumens;
- Tensão de 24v;

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir das pesquisas realizadas na bibliografia e do questionário aplicado, o grupo pôde validar seu projeto demonstrando a necessidade de maior iluminação visando segurança nas áreas focais com a sustentabilidade da energia solar. Além disso, o projeto pode fazer parte de diversas pesquisas visando maior eficiência energética com uso de energias renováveis, contando com interesse de investimento público e privado.

Mesmo sendo um produto com investimento inicial alto, o investimento possui baixo risco com payback confirmado em alguns anos. Inicialmente o orçamento calculado foi de R \$5.590,64 com uma economia de cerca de R\$40 mensais. Vale ressaltar que o orçamento realizado é embrionário, sendo grande parte realizado via internet. O grupo acredita que com parceria e contato com fornecedores este valor pode diminuir em pelo menos 50%, tornando o tempo de payback consideravelmente menor.

## **CONCLUSÃO**

Tendo em vista os resultados obtidos através da pesquisa, o Iluminatchê chegou à conclusão de que a iluminação seria um fator que traria mais segurança aos que frequentam estas áreas, e, ao aplicar o conceito de sustentabilidade, a energia solar para gerar essa iluminação noturna se mostra a maneira mais viável de resolver um problema tão perceptível.

Através disso o tema escolhido se mantém, sendo, portanto, aplicável aos conceitos de sustentabilidade, segurança e melhor aproveitamento energético.

## **REFERÊNCIAS**

Aços Riograndense. Disponível em <[acosriograndense.com.br](http://acosriograndense.com.br)>. Acesso em 07 de março de 2021.

Armendro. B. N., Fiori.o, Marco Aurélio P. Fiori; 2011; “Tubos com e sem costura: breve histórico e principais processos produtivos”. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Materiais.

Antonio Rosada, A.; Carnevali, M; 2019; Sistema municipal de iluminação pública. D.I.P. Estudos e projetos. 2019. Prefeitura Municipal de Limeira-SP; R1.

Aladin Iluminação. Galvanização a fogo conforme norma NBR 6323?. Disponível em: < <https://www.aladiniluminacao.com.br/blog/galvanizacao-a-fogo-conforme-norma-nbr-6323>>. Acesso em 07 de março de 2021.

Aladin Industria e Comercio de Luminarias Ltda; 2019; conhece a diferença entre poste flagelado e engastado? Descubra qual escolher para sua obra!; LinkedIn. Disponível em: < <https://www.linkedin.com/pulse/conhece-diferen%C3%A7a-entre-poste-flangeado-e-engastado-aladin/?originalSubdomain=pt> >. Acesso em 07 de março de 2021.

Baterias Audio Power. Disponível em: < [bateriaaudiopower.com.br](http://bateriaaudiopower.com.br)>. Acesso em 07 de março de 2021.

CREDER, H; 2016; Instalações Elétricas; LTC.

Calculadora de materiais - Decafer.

“DOCUMENTAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA APROVAÇÃO DE PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA”, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, Coordenação de Iluminação Pública. Prefeitura de Porto Alegre. Porto Alegre 12/2019.

Espósito, A. S. e Fuchs, P. G. (2013) "Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil". Revista do BNDES, v. 40, dez/2013, pp. 85-114.

Especificações do poste telecônico curvo - Ibilux – Fabricante de Postes Metálicos. Disponível em < <https://www.ibilux.com.br/blog/especificacoes-do-poste-teleconico-curvo/> >. Acesso em 07 de março de 2021.

Google Maps encontrar coordenadas facilmente (mapcoordinates.net).

Kelman J. (2008) "Atlas de energia elétrica do Brasil", Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2008 pp. 82-86. Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf> >.

LABREN - Irradiação para o Estado do Rio Grande do Sul (inpe.br). Disponível em: < [http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017\\_RS.html](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017_RS.html)>. Acesso em 07 de março de 2021.

NBR-14.744; 2001.

PCO CST “TUBULAÇÃO INDUSTRIAL E ESTRUTURA METÁLICA”. CST Arcelor Brasil. SENAI.

PULSE LED. Luminárias Vikare off grid. Disponível em: < <https://pulseled.com.br/produto/luminarias-vikare-off-grid-ouro/> >. Acesso em 06 de março de 2021.

Passos, F; 2016; SEGUIDOR SOLAR - TRACKER: VANTAGENS E DESVANTAGENS PARTE 1; Portal Solar, Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/painel-solar/seguidor-solar---tracker-vantagens-e-desvantagens-parte-1.html#:~:text=Desvantagens%20do%20Seguidor%20Solar%20%E2%80%93%20tracker&text=Exigem%20uma%20maior%20prepara%C3%A7%C3%A3o%20do,vi%C3%A1vel%20em%20climas%20mais%20quentes.>> >. Acesso em 07 de março de 2021.

Silva, R. M. (2015) "Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios", Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166).

Tiba, C. 2000. Atlas Solarimétrico do Brasil. CRESESB, pp.89. Disponível em: < [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf) > Acesso em 5 de março de 2021.





Guilherme Saraiva Santana

Tiago Mendes

Carlos Alexandre Oliveira de Souza

**MODELAGEM COMPUTACIONAL DE UMA CÂMARA  
DE COMBUSTÃO DE TURBINA A GÁS AERONÁUTICA**

# MODELAGEM COMPUTACIONAL DE UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO DE TURBINA A GÁS AERONÁUTICA

Guilherme Saraiva Santana

Tiago Mendes

Carlos Alexandre Oliveira de Souza

## RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo computacional de uma turbina a gás aeronáutica com o objetivo de analisar o comportamento das variáveis que constituem sua câmara de combustão. Além disso, os demais componentes da turbina foram modelados a fim de analisar o comportamento geral dessa máquina. Dessa forma, foi utilizado o *software* livre *Octave* e a biblioteca *CoolProp* para a implementação do modelo matemático que se mostrou satisfatório para os objetivos propostos.

**Palavras-chave:** modelagem computacional, turbinas a gás, câmara de combustão, combustão.

## INTRODUÇÃO

As turbinas a gás (TG) são tecnologias que transformam a energia cinética dos gases da combustão em duas principais formas distintas de energia. A primeira delas se apresenta na forma de empuxo, na qual é utilizada em grande parte nas aeronaves militares e comerciais de grande porte. A segunda forma de energia igualmente importante é a energia mecânica de rotação, que ao acoplar ao eixo de um gerador produz energia elétrica.

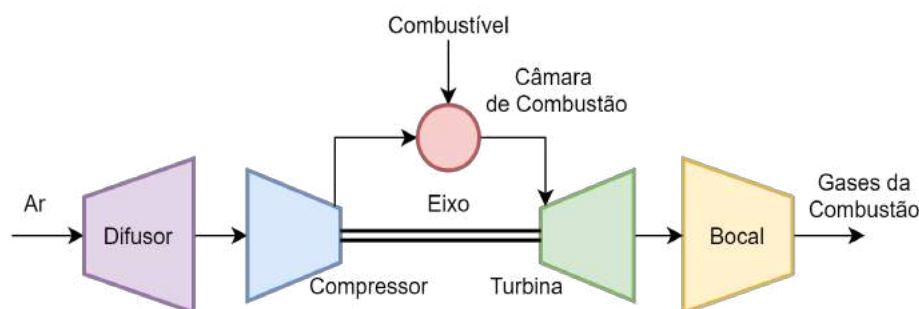
A turbina a gás aeronáutica simplificada é composta por cinco componentes principais, sendo eles: Difusor, Compressor, Câmara de Combustão, Expansor e Bocal. O Difusor é responsável por captar a maior quantidade de ar possível na entrada da TG.

No Compressor é admitido o ar atmosférico que será utilizado tanto para a combustão quanto para a diluição dos gases da combustão. Na Câmara de Combustão ocorre a admissão do combustível e do ar que sai do Compressor. Em praticamente todos os casos a combustão ocorre com excesso de ar, garantindo a maior eficiência possível da mesma (Saravanamuttoo et al., 2017). O Expansor (Turbina) é utilizado para expandir os gases diluídos do produto da combustão que serão posteriormente direcionados para o Bocal. Através do Bocal que será produzido o empuxo para a aeronave, além de possuir a função de direcionar os gases no caso das aeronaves militares.

A Figura 1 representa o esquema geral do funcionamento de uma TG. Vale ressaltar que parte da potência produzida na turbina é utilizada pelo Compressor e o restante é o empuxo produzido

pela TG. Para que as turbinas a gás funcionem, é necessário produzir gases a altas temperaturas para serem utilizados no Expansor e no Bocal. Estes gases são gerados através da queima de um determinado combustível na Câmara de Combustão. Os combustíveis utilizados na Câmara de Combustão variam de acordo com a aplicação da turbina. As turbinas que são utilizadas no setor aeronáutico, por exemplo, utilizam querosene de aviação QAV-1, Jet A-1, Gasolina de Aviação, dentre outros.

Figura 1 - Representação esquemática de uma turbina a gás aeronáutica.



O combustível utilizado no modelo foi considerado como sendo o QAV-1. O querosene de aviação é composto por uma gama variada de substâncias derivadas do petróleo, com cadeia carbônica variando entre 9 e 16 e ponto de ebulição entre 150 °C a 290 °C (Petrobras, 2019). Dessa forma, o combustível considerado no modelo para fins de simplificação foi o n-dodecano, um alcano com cadeia linear de 12 carbonos. De acordo com (Baumi et al., 2019), o QAV-1 apresenta um peso específico de 775 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente, similar ao combustível adotado, que apresenta um peso específico de 748 kg/m<sup>3</sup>. Sendo a Câmara de Combustão um elemento fundamental da TG, faz-se necessário uma atenção maior a este componente.

No presente trabalho, foi modelado matematicamente e computacionalmente o funcionamento de uma TG aeronáutica, com um foco maior ao processo que ocorre na Câmara de Combustão. Na Câmara de Combustão que são controlados os principais parâmetros da turbina tais como: quantidade de combustível, quantidade de ar e composição dos gases que serão utilizados no Expansor e Bocal. Portanto, o principal objetivo da modelagem computacional da TG é verificar e identificar as principais variáveis da Câmara de Combustão que interferem no desempenho da turbina aeronáutica modelada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O modelo equacionado e implementado consiste em uma turbina a jato aeronáutica, utilizada em aeronaves comerciais. Para isso foi utilizado o *software* livre *Octave* utilizando programação baseada em C (Eaton et al., 2019). Além disso, para o cálculo de propriedades termodinâmicas foi utilizado a biblioteca termodinâmica livre *CoolProp* (Bell, 2014).

A estrutura do modelo criado para a turbina foi organizada de forma a cada componente da TG possuir uma função (*script*) com suas respectivas entradas e saídas. O *script* principal foi organizado em uma sequência de funções (*scripts*) que consistem em representar o Difusor, Compressor, Câmara de Combustão.

Como o foco do trabalho consiste em modelar matematicamente a Câmara de Combustão com mais detalhes, os demais componentes da TG foram simplificados. Dessa forma, para a turbina aeronáutica, o Difusor foi modelado utilizando o equacionamento do modelo ar-padrão frio, com uma perda de pressão na entrada e um rendimento isentrópico associado. Sendo assim, a Equação 1 representa a pressão na saída do Difusor considerando uma perda de pressão em termos percentuais.

$$P_{s,dif} = RP_{dif} P_{amb} (1 - \Delta P_{e,dif}) \quad (1)$$

Onde  $P_{amb}$  é a pressão ambiente,  $\Delta P_{dif}$  a perda de pressão na entrada e  $RP_{dif}$  a relação de pressão, ambas variáveis do Difusor. Considerado a perda de pressão na entrada do Difusor, pela Equação 1 é possível identificar que a pressão de entrada no Difusor é dada pela Equação 2.

$$P_{e,dif} = P_{amb} (1 - \Delta P_{e,dif}) \quad (2)$$

A Equação 3 representa a temperatura isentrópica na saída do Difusor. Sendo  $T_{e,dif}$  a temperatura do ar na entrada do Difusor e  $k_{dif}$  a relação entre os calores específicos do ar dados nas condições ambiente, ambos calculados a partir do CoolProp (Bell, 2014).

$$T_{s,dif,isent} = T_{e,dif} RP_{dif}^{\frac{k_{dif}-1}{k_{dif}}} \quad (3)$$

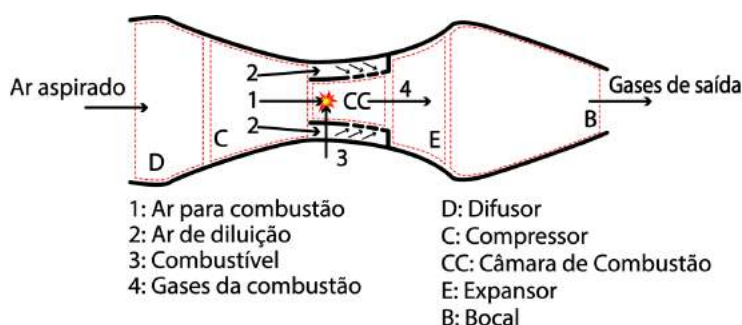
Para a temperatura real de saída do Difusor, a Equação 4 no modelo ar-padrão frio toma a seguinte forma.

$$T_{s,dif} = \frac{T_{s,dif,isent} - T_{e,dif}}{\eta_{isent,dif}} + T_{e,dif} \quad (4)$$

Sendo,  $\eta_{isent,dif}$  o rendimento isentrópico do Difusor. Para o Compressor, o equacionamento é o mesmo do Difusor, porém, é considerando os parâmetros de relação de pressão e rendimento isentrópico do Compressor. As propriedades de saída como pressão e temperatura são obtidas através do equacionamento do Difusor, dado pelas Equações 1 e 4, respectivamente. Sendo assim, a pressão de entrada no Compressor é dada pela pressão de saída do Difusor, o mesmo vale para a temperatura.

Após a aspiração do ar na entrada do Difusor, o mesmo é utilizado pelo Compressor. Parte do ar comprimido pelo Compressor é direcionado para a diluição dos gases da combustão, fluxo 2, e parte para a combustão, fluxo 1, representados na Figura 02. Além disso, a Figura 2 ilustra como os fluxos de ar e combustível estão relacionados no interior da TG, assim como, a delimitação por volume de controle de cada componente.

Figura 2 - Representação esquemática do interior de uma turbina a gás aeronáutica.



A relação entre o ar que participa da combustão e o ar restante é chamado de fator de *bypass*. Por meio da Figura 2 é possível perceber por onde cada fluxo percorre ao longo da turbina. O fator de *bypass* é importante após a combustão, uma vez que ele define o quão diluído será o gás da combustão, e portanto, influenciando na temperatura de saída dos gases (Boyce, 2012). A diluição dos gases da combustão é realizada ao longo de toda a Câmara de Combustão como ilustrado pela Figura 02. Dessa forma, pequenos fluxos de ar derivados do fluxo principal são admitidos no interior da Câmara de Combustão.

Na modelagem da Câmara de Combustão devido ao extenso equacionamento, a explicação do modelo será realizada por meio de blocos. A Câmara de combustão foi subdividida em sete blocos de funções (*scripts*), sendo eles organizados da seguinte forma:

Câmara de Combustão:

1. Combustão;

- I. Elementos do combustível;
- II. Balanceamento da combustão;
- III. Temperatura adiabática de chama;
  - i. Entalpia de formação;
  - ii. Propriedades termodinâmicas;

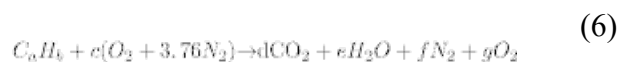
2. Diluição dos gases da combustão (DGC).

Dessa forma, a função responsável pela Câmara de Combustão possui duas funções principais, a função Combustão e Diluição dos gases da combustão (DGC).

A função de Combustão (1) como o próprio nome diz é responsável pela modelagem da combustão do combustível, considerado como sendo n-dodecano puro (C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>) com o ar pressurizado admitido na Câmara de Combustão. A entrada da função (1) são os parâmetros necessários para a combustão, como composição do ar ambiente, tipo de combustível utilizado, pressão e temperatura de entrada do ar e do combustível, vazão volumétrica de combustível e o coeficiente de excesso de ar. Por outro lado, a saída da função (1) abrange a composição e quantidade dos produtos que formam os gases gerados pela combustão. A saída da função (1) é importante pois ela será a entrada para a função de DGC (2). A subfunção Elementos do combustível (II) tem como objetivo identificar e sinalizar a composição dos elementos constituintes do combustível utilizado. A sua entrada é o combustível que será queimado na Câmara de Combustão bem como o número de mols desejado. A quantidade de mols por segundo do combustível é calculado previamente por meio da Equação 5:

$$\dot{n}_{comb} = \frac{\dot{V}_{comb} \rho_{comb}}{MM_{comb}} \quad (5)$$

Na qual  $\dot{V}_{comb}$  é a vazão volumétrica,  $\rho_{comb}$  é a massa específica e  $MM_{comb}$  é a massa molar, ambos do combustível. Sendo todas estas propriedades calculadas com o auxílio do *CoolProp* de acordo com os dados de pressão e temperatura do combustível na entrada (Bell, 2014). Organizado em forma de vetor, a saída da função (I) é o número respectivo de átomos de carbono e hidrogênio, considerando um hidrocarboneto como combustível. A exemplo, para 1 mol de n-dodecano, a saída seria um vetor na forma C<sub>12</sub>H<sub>26</sub> = [12,26]. Após a função (I), é realizado o balanceamento da equação de combustão pela função (II). Nela é considerado a composição do ar como sendo 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio de (Moran et al., 2018). A equação de combustão é dada pela Equação 6.



Dessa forma, o objetivo da função (II) é obter o vetor de coeficientes  $C = [c, d, e, f, g]$ . Sendo que os coeficientes  $a$  e  $b$  são previamente representados pela composição do combustível e número de mols (Saravanamuttoo et al., 2017).

Em seguida, utilizando dos coeficientes obtidos anteriormente pela função (II) ocorre o cálculo da temperatura adiabática de chama pela função (III). Considerando que no volume de controle da Câmara de Combustão não há produção de trabalho e nem perda de calor para o ambiente, o balanço de energia aplicado ao volume de controle é expresso pela Equação 7:

$$\bar{h}_{in} = \bar{h}_r \quad (7)$$

Onde  $\bar{h}_p$  e  $\bar{h}_r$  são as entalpias dos produtos e reagentes por mol de combustível, respectivamente. Dessa forma, utilizando a Equação 7 no balanço da combustão fornecido pela Equação 6, é obtido a Equação 8.

$$\sum_P n_s \bar{h}_s = \sum_R n_e \bar{h}_e \quad (8)$$

Na qual o índice  $e$  indica o fluxo de entrada de ar e combustível,  $s$  os produtos da combustão na saída e  $r$  representa os respectivos coeficientes estequiométricos calculados pela função (II). Rearranjando a Equação 8 para que fique em função das entalpias de formação dos compostos  $\bar{h}_f$  e da variação de entalpia dos constituintes da combustão  $\Delta\bar{h}$ , tem-se a Equação 9 (Moran et al., 2018).

$$\sum_P n_s (\bar{h}_f + \Delta\bar{h})_s = \sum_R n_e (\bar{h}_f + \Delta\bar{h})_e \quad (9)$$

Em posse da Equação 9, foi utilizado um método iterativo a fim de calcular a temperatura adiabática de chama. A entalpia fornecida pela biblioteca *CoolProp* é calculada utilizando duas condições de estado, neste caso, temperatura e pressão (Bell, 2014). Além disso, a entalpia de formação é um valor tabelado. Para a automatização do *script*, foram utilizados os valores de entalpia de formação (Moran et al., 2018).

Após o cálculo da temperatura adiabática de chama, é realizado o processo de diluição dos gases formados pela combustão. Pelo modelo gerado, estes gases são compostos de vapor de água, nitrogênio e gás carbônico para uma combustão estequiométrica. A combustão em câmaras de TG em sua grande maioria são realizadas com excesso de ar, dessa forma, oxigênio gasoso também será um produto da combustão.

A função DCG (2) é basicamente o emprego de um balanço de energia entre dois fluxos distintos. Um fluxo é composto pelos gases produto da combustão realizada na função (III) e outro é o restante do ar fornecido pelo Compressor que não foi admitido na Câmara de Combustão. Sendo assim, a Equação 10 representa a composição do calor específico dos gases da combustão  $c_{p,DC}$ .

$$c_{p,DC} = \frac{\sum_i c_{p,i} \dot{m}_{i,DC}}{\dot{m}_{g,DC}} \quad (10)$$

Com o índice  $i$  representando cada composto formado na combustão. Como cada quantidade molar foi calculada na função (II), as vazões mássicas para cada composto é facilmente calculada utilizando a composição total dos gases em termos percentuais. Com o cálculo do calor específico dos gases dado pela Equação 10 pode-se calcular a temperatura dos gases na

saída da Câmara de Combustão após a diluição  $T_{g,d}$ , por meio da Equação 11.

$$T_{g,d} = \frac{\dot{m}_{ar,d}c_{p,ar,d}T_{ar,d} + \dot{m}_{gas}c_{p,gas}T_{gas}}{\dot{m}_{ar,d}c_{p,ar,d} + \dot{m}_{gas}c_{p,gas}} \quad (11)$$

Com  $\dot{m}_{ar,d}$  sendo a vazão mássica,  $c_{p,ar,d}$  o calor específico e  $T_{ar,d}$  a temperatura, ambos de ar restante para a diluição. Similar ao ar, para o gás produto da combustão, tem-se  $\dot{m}_{gas}$ ,  $c_{p,gas}$  e  $T_{gas}$ .

Calculado a temperatura dos gases na saída da Câmara de Combustão, por consequência tem-se a temperatura na entrada do Expansor da TG. Dessa forma, a modelagem para o Expansor seguiu-se utilizando o modelo de ar-padrão frio assim como o Compressor. Sendo assim, as propriedades dos gases na saída do Expansor foram calculadas e aplicadas a Equação 12 para o cálculo do trabalho real produzido.

$$W_{exp} = c_{p,e}T_{e,exp} - c_{p,s}T_{s,exp} \quad (12)$$

Na qual  $c_{p,e}$  e  $c_{p,s}$  são os calores específicos do gás na entrada e na saída do Expansor, respectivamente. O mesmo vale para a temperatura  $T_{e,exp}$  e  $T_{s,exp}$ . Vale ressaltar que o Expansor foi modelado de forma que todo o seu trabalho produzido fosse utilizado pelo Compressor. Dessa forma, a temperatura na saída do Expansor  $T_{s,exp}$  é expressa pela Equação 13.

$$T_{s,exp} = T_{e,exp} - \frac{\dot{m}_{ar}c_{p,e,comp}(T_{s,comp} - T_{e,comp})}{\dot{m}_{gas}\eta_{mec}c_{p,e,exp}} \quad (13)$$

Onde  $\dot{m}_{ar}$  é a vazão mássica de ar admitida no Compressor,  $c_{p,e,comp}$  e  $c_{p,e,exp}$  são respectivamente os calores específicos do ar na entrada do Compressor e do Expansor, respectivamente. Além disso,  $T_{s,comp}$  e  $T_{e,comp}$  são respectivamente a temperatura na saída e entrada e  $\eta_{mec}$  é o rendimento mecânico, todas variáveis do Compressor.

Logo após o Expansor encontra-se o último elemento modelado da TG, o Bocal. Este componente é responsável por direcionar os gases a uma região de saída menor do que a entrada, proporcionando assim um aumento da velocidade final. Na saída do Bocal ocorre a transformação final de energia cinética em empuxo, objetivo das turbinas aeronáuticas a reação. Considerando o fluxo dos gases em regime permanente e desprezando os efeitos da energia cinética a exceção da entrada e saída da TG, a velocidade dos gases na saída do Bocal é calculada por meio do balanço de energia representada pela Equação 14. Com  $h_{e,b} - h_{s,b}$  sendo a diferença de entalpia na entrada e saída e  $Vel_{s,b}$  a velocidade dos gases na saída do Bocal.



$$0 = \dot{m}_{gas} \left[ (h_{e,b} - h_{s,b}) - \frac{V_{el,b}^2}{2} \right] \quad (14)$$

Por fim, a força de empuxo  $F_e$  gerado pela TG é calculado por meio da Equação 15.

$$F_e = \dot{m}_{gas} V_{el,b} \quad (15)$$

O modelo implementado, em resumo, foi estruturado com a seguinte sequência de funções (*scripts*):

- Modelo Turbojato (*script* principal):
  - Difusor;
  - Compressor;
  - Câmara de Combustão;
    - Combustão;
      - Elementos da combustão;
      - Balanceamento;
      - Temperatura adiabática de chama;
    - Diluição dos gases;
  - Expansor;
  - Bocal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar a implementação do modelo no *software* livre *Octave*, foi programado um *script* para alterar as principais variáveis do problema a fim de observar o comportamento da TG. Devido a Câmara de Combustão ser o elemento principal na modelagem, as variáveis que atuam nela foram escolhidas, como vazão mássica de combustível e coeficiente de excesso de ar. O parâmetro utilizado para avaliar o comportamento da TG foi a eficiência térmica do ciclo, proposta em termos de energia por meio da quantidade real liberada pela expansão dos gases no Bocal e a quantidade máxima teórica disponível (Boyce, 2012). A eficiência do ciclo é dada pela Equação 16.

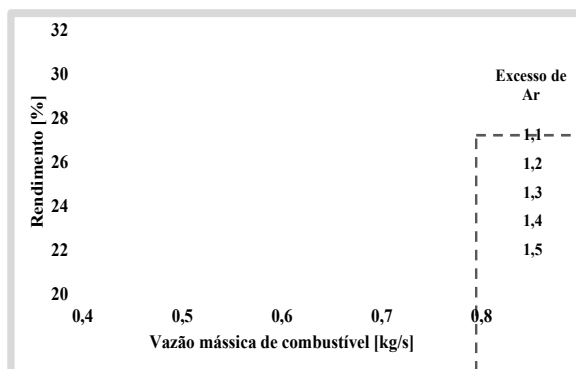
$$\eta_{ciclo} = \frac{\dot{m}_{gas} c_{p,gas} (T_{e,boc} - T_{s,boc})}{\dot{m}_{comb} PCI_{comb}} \quad (16)$$

Onde  $T_{e,boc}$  e  $T_{s,boc}$  representam as temperaturas na entrada e saída do Bocal, respectivamente, as vazões mássicas na entrada  $\dot{m}_{gas}$  e de combustível  $\dot{m}_{comb}$ . Por fim,  $PCI_{comb}$  é o poder calorífico inferior do combustível. Foi definido uma faixa de rendimento térmico da TG entre 22% e 35% de acordo com (Boyce, 2012). Dessa forma, a Figura 3 representa a variação do

rendimento térmico da turbina em função da vazão mássica de combustível para diferentes coeficientes de excesso de ar.

Percebe-se pela Figura 03 que a medida que a vazão mássica de combustível aumenta, o rendimento da turbina a gás também aumenta até um certo limite, na qual uma maior vazão de combustível não afetará significativamente o rendimento. Além disso, menores coeficientes de excesso de ar possibilitam uma maior eficiência térmica do ciclo. Isso ocorre devido ao fato de menores coeficientes de excesso de ar possibilitarem uma maior temperatura na entrada do Expansor.

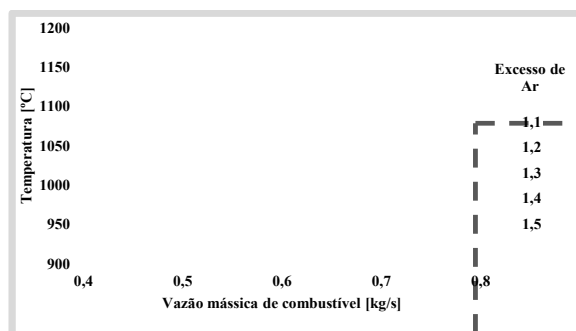
Figura 3 - Rendimento térmico da TG.



Dessa forma, após a diluição dos gases, o seu conteúdo energético será maior comparado aos gases com maiores coeficientes de excesso de ar. Sendo assim, por meio da Equação 16 é possível perceber que quanto maior for a temperatura na entrada do Bocal, maior será o rendimento térmico da TG.

Analogamente ao comportamento da TG demonstrado pela análise da Figura 3, a Figura 4 apresenta o comportamento da temperatura real dos gases na entrada do Expansor, fornecida pela Equação 11. Percebe-se que na medida em que a vazão mássica de combustível aumenta, a temperatura se eleva de maneira quase linear. A maior variação de temperatura é percebida quando são analisados os diferentes coeficientes de excesso de ar.

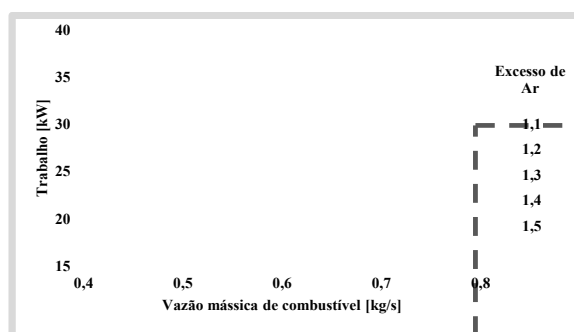
Figura 4 - Temperatura dos gases na entrada do Expansor x vazão mássica de combustível.



Assim como para o rendimento térmico, quanto menor for o coeficiente de excesso de ar, maior será a temperatura dos gases na entrada do Expansor. Dessa forma, se o interesse tecnológico de um projeto de turbina a gás for em aumentar a temperatura na entrada do Expansor, um dos fatores a ser considerado é diminuir o coeficiente de excesso de ar na combustão. Com isso, maiores temperaturas podem ser alcançadas com uma menor vazão mássica de combustível consumido na Câmara de Combustão.

Com relação ao trabalho real produzido pelo Expansor, a relação é linear. Quanto maior é a vazão de combustível utilizada, maior será a composição energética dos gases da combustão. Uma vez que quanto maior é a temperatura dos gases na entrada do Expansor, maior será a conversão energética ao longo desse componente, demonstrado por meio das Equações 12 e 13. Uma vez que a vazão mássica dos gases  $\dot{m}_{gas}$  nada mais é do que a vazão mássica de combustível somada com a vazão mássica de ar total. Sendo assim, a Figura 05 apresenta a variação do trabalho real da turbina em função da vazão mássica para diferentes coeficientes de excesso de ar.

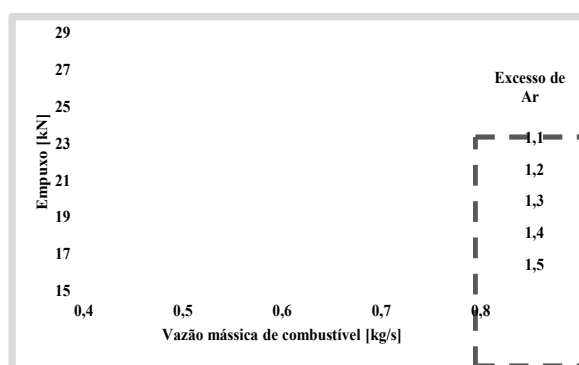
Figura 5 - Trabalho do Expansor x vazão mássica de combustível.



Assim como o trabalho real do Expansor, o empuxo gerado na saída da TG apresenta uma relação linear com a vazão mássica de combustível. Pela Equação 15, percebe-se que a força de empuxo é diretamente proporcional a vazão mássica do gás. Como a entrada de ar na TG é constante, para maiores vazões de combustível, maior será a vazão mássica do gás. Além disso, a força de empuxo na TG também é proporcional a velocidade dos gases na saída do Bocal, ilustrada na Figura 06.

Com a Equação 14, maior será a velocidade dos gases quanto maior for a diferença entre as entalpias na entrada e saída no Bocal. Essa diferença aumenta com o aumento da temperatura na entrada do Expansor, aumento este causado pela maior vazão de combustível para a combustão. Portanto, pela Figura 06 percebe-se o comportamento do empuxo com relação a vazão mássica de combustível. Pelo mesmo motivo citado na análise do rendimento da combustão, quanto menor é o coeficiente de excesso de ar, maior será o empuxo gerado na TG. Isso se deve pela maior temperatura gerada na combustão, na qual o potencial de diluição dos gases é menor. Dessa forma, a entalpia na saída do Expansor será por consequência, maior.

Figura 6 - Empuxo x vazão mássica de combustível



## CONCLUSÃO

O foco do trabalho com relação a Câmara de Combustão possibilitou uma análise do comportamento geral da turbina, como as principais temperaturas desenvolvidas, consumo de combustível, influência da diluição dos gases e força de empuxo. Os resultados obtidos do modelo apresentaram-se compatíveis ao apresentado na literatura, dado as considerações impostas e hipóteses simplificadoras.

O desenvolvimento do modelo possibilitou gerar um script organizado em termos dos componentes que integram a TG. Dessa forma, é possível utilizar o mesmo script para implementar uma análise mais profunda dos demais componentes. Além disso é possível adicionar outras tecnologias de uma turbina a gás aeronáutica como a de pós-combustão, abertura e fechamento do Bocal, geração de energia elétrica para a aeronave, dentre outras. Com isso, demais implementações farão com que o modelo desenvolvido se aproxime cada vez mais das condições reais de uma turbina a gás aeronáutica.

## REFERÊNCIAS

Baumi, Jonathan; Bertose, Caroline; Guedes, Carmen. Obtenção de Aditivo Para Querosene de Aviação Através de Coproduto da Indústria Sucroalcooleira. Revista Virtual de Química, Vol. 11, Nº 4 p. 1135-1149, 2019.

Bell, Ian; Jorrit, Wronski; Sylvain, Quoilin; Vincent, Lemort. Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2014.

Boyce, Meherwan. Gas Turbine Engineering Handbook 4. ed. Elsevier, Waltham, USA, 2012.

Eaton, John; Bateman, David; Hauberg, Søren; Wehbring, Rik. GNU Octave: A High-Level interactive language for numerical computations. Versão 5.2.0. 2020. Disponível em: <<https://www.gnu.org/software/octave/>>.

Moran, M.; Shapiro, H.; Boettner, D.; Bailey, M. Princípios de termodinâmica para engenharia 8. ed. LTC, Rio de Janeiro, Brasil, 2018.

Petrobras, Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Produto – QAV-1. 2019.

Saravanamuttoo, H.I.H; Rogers G.F.C.; Cohen, H.; Straznicky P.V.; NIX, A.C. Gas Turbine Theory 7. ed. Pearson, Harlow, United Kingdom, 2017.



Miria Melligene de Souza  
José Gonçalves de Araújo Filho  
Talita Martins Leite

**O TRABALHO ENTRE LINHAS: ANÁLISE ERGONÔMICA  
DA ATIVIDADE DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA BORDADEIRA  
EM UMA CONFECÇÃO DE FARDAMENTOS**

# O TRABALHO ENTRE LINHAS: ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA BORDADEIRA EM UMA CONFECÇÃO DE FARDAMENTOS

Miria Melligene de Souza  
José Gonçalves de Araújo Filho  
Talita Martins Leite

## RESUMO

Esse estudo de caso analisou a atividade de operação da máquina automática de bordado em uma fábrica de fardamentos do setor têxtil, situada no município de Juazeiro do Norte-CE, como objetivo de propor intervenções que resultassem em melhores condições de trabalho das operadoras. Foram realizadas visitas ao local para descrever o processo produtivo e também obter informações detalhadas sobre o setor e as condições de trabalho, quando foi aplicado questionário e registros fotográficos. Das medições ambientais realizadas constatou-se uma temperatura local média de 31°C, umidade relativa do ar de 43.3%, ruído de 82,0 dBA, ventilação inferior a 0,1 m/s e luminosidade do posto de 211 Lux. A atividade na bordadeira é feita na maior parte do tempo em pé o que causa desconforto ao trabalhador. As propostas de intervenção foram fazer pausas para descanso durante o processo, um assento ajustável juntamente com um suporte para tela do computador também ajustável, e que pode ser utilizado para descanso, aconselha-se, que fosse estudada a possibilidade de revestimento acústico na bordadeira devido ao nível de ruído ser muito elevado e possa prejudicar a saúde do funcionário, e que também sejam realizados exames periódicos para monitorar a saúde do trabalhador e identificar a eficácia das medidas preventivas diante dos riscos presentes.

**Palavras-chave:** confecção de uniformes, bordadeira, ergonomia.

## INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) a indústria têxtil é uma das mais tradicionais, o seu faturamento em 2017 foi de US\$ 51,58 bilhões; totalizando uma produção média de 1,3 milhão de toneladas, o que representa 1,5 milhão de empregados diretos ou 8 milhões de postos de trabalho se forem adicionados os indiretos, dos quais 75% são de mão de obra feminina. No Ceará, o faturamento nominal da indústria têxtil e da confecção, atingiu o montante de R\$ 11,1 milhões em 2017, quando figurou como o quinto no ranking do País (ABIT, 2018).

Apesar de o setor ter um grande faturamento, os trabalhadores da indústria de forma geral têm enfrentado vários problemas relacionados à saúde. Segundo o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), em 2017 foram concedidos 22.029 benefícios acidentários a trabalhadores que precisaram ficar mais de 15 dias afastados do trabalho por causa de algum tipo de doença relacionada a Ler/Dort (INSS, 2018).

Esse estudo de caso apresenta a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na atividade de operação da máquina automática de bordado em uma fábrica de fardamentos do setor têxtil, situada em Juazeiro do Norte-CE como objetivo de propor intervenções na situação de trabalho que resultassem em melhores condições de saúde e bem estar das operadoras.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A Ergonomia se dedica ao estudo da adaptação do trabalho ao homem. Procura conhecer, compreender o trabalho, mas, além de seu caráter de disciplina, há uma característica imprescindível da Ergonomia, o fim, o objetivo para transformar o trabalho, adaptando-o ao homem que o executa (GUERIN et al., 2001).

Ergonomia é a ciência que visa entender como o ser humano interage com outros sistemas e elementos do trabalho e modificar essa interação para que haja maior conforto, segurança e desempenho eficiente (SILVA; FABIANA, 2017, p.9)

Segundo a Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17), para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Para Guérin (2008), a AET é um modelo metodológico que possibilita através do ponto de vista da atividade, entender e relacionar os determinantes das situações de trabalho com as suas consequências para os trabalhadores e para o sistema de produção, por meio de entrevistas com os trabalhadores, gerencia, e observações das atividades em situação real de trabalho e Pontes; Xavier; Kovaleski (2004) reiteram a necessidade de se ter informações sobre os riscos à saúde dos funcionários, e como preservá-los para que possam ser produtivos e competitivos.

Abrantes (2004) destaca que as condições de trabalho envolvem análises sobre ruído, temperatura, umidade relativa do ar e iluminação. A exposição excessiva a ruídos pode causar perda da audição, perturbação do sono, alteração do estado de alerta e dificuldade de comunicação. Conforme Kroemer; Grandjean (2005), o design de estações de trabalho deve facilitar a movimentação do corpo, ao invés de promover a manutenção de posturas estáticas, além de que a manutenção de um ambiente onde a temperatura seja confortável é necessária para a segurança, saúde e eficiência do operador. Para Lida (2005), o correto planejamento da iluminação ajuda a aumentar a satisfação no trabalho e produtividade, redução da fadiga e acidentes.



Os seres humanos sempre procuraram adaptar suas ferramentas às suas necessidades, diminuindo o esforço. Nas situações industriais modernas, com a rígida divisão entre planejamento e execução, o trabalhador quase não tem oportunidade de influir nas decisões de compra de equipamentos. Fatores como o preço tem mais peso na decisão da compra que a qualidade. Isso leva a inadaptações e ao aumento da carga de trabalho. Uma má escolha pode penalizar os trabalhadores durante anos já que não se pode simplesmente jogar os equipamentos no lixo, prejudicando o desempenho eficiente da atividade. Alguns conseguem modificar suas ferramentas adaptando-as às tarefas. Mas essa capacidade é limitada e, às vezes, até perigosa. (BRASIL, 2002, p. 36).

No contexto de produção, cenário onde se situa e atua, cada trabalhador interpreta um script que mediará sua relação com o trabalho que segundo Ferreira et al. (2012) expressa o locus material, organizacional e social onde se opera a atividade de trabalho e as estratégias coletivas e individuais de mediação utilizadas pelos indivíduos na interação com o real de trabalho

## **METODOLOGIA**

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é um estudo de caso conforme classificação defendida por Gil (2002). Primeiramente foi realizado um apanhado na literatura pertinente a fim de buscar conhecimentos relacionados às condições de trabalho na fabricação de confecções, especificamente no setor de bordado, além de assuntos relacionados à ergonomia.

Foram realizadas visitas na empresa que serviram para aplicar questionário assim como obter registros fotográficos que ajudaram a descrever o processo produtivo e obter mais informações sobre o setor e as condições de trabalho.

A descrição do processo produtivo foi conseguida por meio da aplicação das ferramentas de métodos que ajudaram a entender melhor o processo, para detalhamento do processo produtivo, foram determinados os tempos médios de cada operação e quantificados os movimentos feitos pelas articulações dos trabalhadores. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o estudo de tempos, ou medição do trabalho, trata-se da aplicação de técnicas estabelecidas para determinar o tempo necessário em que um trabalhador qualificado e especificado venha realizar a tarefa em um nível definido de desempenho. Assim, esse tempo é denominado tempo-padrão para operação.

Também foi utilizada a cronoanálise para determinar o fluxo das operações que compõem o processo produtivo, permitindo a ordenação correta das tarefas e as paradas para decisão e para espera. Ou seja, procurou-se analisar os movimentos na atividade da bordadeira, com o objetivo de promover transformações no ambiente de trabalho com impacto positivo sobre sua saúde e segurança. Também foram realizadas medições de temperatura, ventilação, umidade relativa, ruído e luminosidade do local de trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fábrica instalada na cidade de Juazeiro do Norte foi criada em 1991 se especializou na produção de fardamentos dos mais diversos tipos para atender principalmente estabelecimentos hospitalares, escritórios de contabilidade e escolas, hoje tem o total de 30 funcionários.

Como pode ser visto na Figura 1, a seguir, no início da produção da peça os componentes ficam no almoxarifado. Em primeiro lugar é feito o layout (modelo) do fardamento pelo cliente, em seguida a lista de componentes para fabricação do layout é requisitada ao almoxarifado. Em seguida os componentes são encaminhados para o setor de corte. Depois de cortado, dependendo da peça, podem seguir para o setor do bordado ou serigrafia. Em seguida vão para a costura e depois são encaminhadas para o setor de inspeção. Finalmente as peças são embaladas e estocadas na expedição para serem entregues aos clientes.

Figura 1 - Processo de fabricação do fardamento



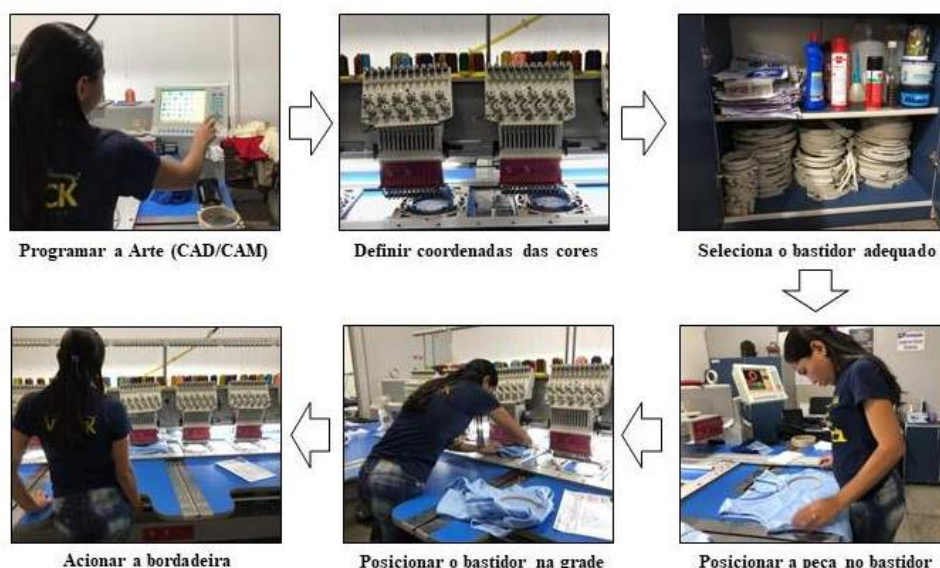
Fonte: Os Autores (2019)

A máquina bordadeira é operada por uma única funcionária, ela está na empresa há 8 meses e sempre foi nesse setor; a jornada de trabalho dessa área são de 8 horas e 50 minutos por dia, de segunda-feira a sexta-feira, são apenas 2 pausas uma para almoço com duração de 1h e 30 minutos e a outra para tomar um café de manhã e de tarde de apenas 5 minutos, exigências da empresa é que o celular só pode ser utilizado para atender os clientes ou em casos de urgências, e todos os funcionários devem estar devidamente trajados com o uniforme da empresa.

A operadora informou que nunca teve nenhum treinamento para exercer a determinada função, porém havia trabalhado em uma loja que tinha uma bordadeira com apenas uma cabeça, devido já ter essa experiência a operadora soube desenvolver melhor a função mesmo com a bordadeira tendo apenas uma cabeça.

Na Figura 2, a seguir, podem ser vistas as etapas produtivas realizadas no setor de bordado.

Figura 2 – Operação da máquina de bordado

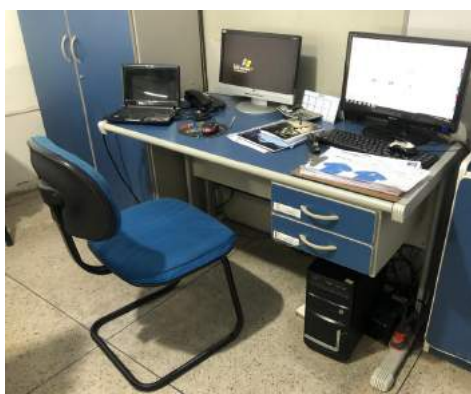


Fonte: Os Autores (2019).

A operação inicial é transferir a arte que vai ser bordada para o computador e, depois, para a máquina. Em seguida se define as coordenadas de ordem das cores das linhas que irão ser utilizadas. Logo após é selecionado o bastidor adequado para a peça. Coloca-se o *tnt* sobre a parte inferior do bastidor, o tecido sobre o *tnt* e a parte superior do bastidor unindo todos. Põem-se a máquina para operar. Quando a máquina se desliga os bastidores são retirados e bordado passa por uma inspeção e limpeza. Então a peça é encaminhada para o acabamento.

O mobiliário no setor da bordadeira fica por conta de uma mesa com um computador sobre a mesma e uma cadeira, porém a maioria do seu expediente o trabalhador fica em pé gerando assim um esforço físico muito grande. Para realizar a atividade se faz o uso de tesoura, isqueiro, trena, régua, alfinete, pinça, cortador e bastidor. A trabalhadora relatou “sinto muito desconforto na hora de utilizar o computador para procurar a arte do cliente, pois a tela do computador é muito baixa e tenho que ficar com o pescoço baixo para pode ver”.

Figura 3 – Mobiliário



Fonte: Os Autores (2019).

A sala possui um ar-condicionado, no entanto a medição da temperatura constatou 31°C o que explica o relato da trabalhadora “há alguns dias o ar-condicionado não está funcionando direito, geralmente o ar-condicionado gela muito e eu sinto muito frio”. A iluminação da sala é feita por duas lâmpadas, uma fluorescente e uma de led, que proporcionam 211 Lux, nível dentro do recomendado pela a NBR-5413.

Figura 4 – Sistema de Ventilação e Iluminação



Fonte: Os Autores (2019).

Não existe nenhuma movimentação do ar no entorno da operadora (inferior a 0,1 m/s) e a umidade relativa do ar é de 43.3%. O nível de ruído medido na sala foi de 82,0 dB(A) o que está abaixo do limite de tolerância de 85 dB(A) estabelecido pela NR-15.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo de caso foi possível verificar como funcionava a atividade de bordado no setor da bordadeira, bem como analisar as condições de trabalho da operadora. A partir desse estudo, é possível sugerir algumas mudanças para a empresa levando em conta que a atividade no setor possa oferecer mais conforto e não prejudique a saúde do trabalhador.

O operador fica a maior parte do seu trabalho em pé, é recomendado fazer pausas para descanso durante o processo. É recomendado também que coloquem um assento que ajuste a altura do encosto e a altura da poltrona para que o operador possa fazer os ajustes corretos e melhorar a sua postura ao utilizar o computador e também colocar a tela do portátil sobre um suporte ajustável, o operador pode utilizar esse assento também para descanso. Aconselha-se, que fosse estudada a possibilidade de revestimento acústico na bordadeira devido ao nível de ruído ser muito elevado e possa prejudicar a saúde do funcionário, também é importante que sejam realizados exames periódicos para monitorar a saúde do trabalhador e identificar a eficácia das medidas preventivas diante dos riscos presentes.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, A. F. Atualidades em ergonomia: logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios. São Paulo: IMAM, 2004

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 17: Ergonomia. 2007. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf). Acesso em 09 de agosto de 2019.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GUÉRIN. F. et al. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KROEMER, K.H.E; GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PONTES, H.; XAVIER, A.A.P.; KOVALESKI, J.L. (2004) - Redução dos riscos ambientais como responsabilidade da gestão industrial – um enfoque ergonômico. In: SIMPEP 2004. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/>

ROCHA, L. O. L. Organização e métodos: uma abordagem prática. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

SILVA, A. P. Ergonomia: Interpretando a NR 17. Manual técnico e prático para a interpretação da Norma regulamentadora 17. 2.ed. São Paulo: Ltr, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/industria-textil-no-ceara-deve-faturar-em-torno-de-r-11-milhoes-em-2018-1.2037765>

<http://trabalho.gov.br/noticias/6194-ler-dort-afastaram-22-mil-trabalhadores-das-atividades-profissionais-em-2017>



Cicero Gomes Leo

**POLÍTICA DE ESTOQUES: PROPOSTA EM UMA  
EMPRESA DO SEGMENTO METAL-MECÂNICA**



# POLÍTICA DE ESTOQUES: PROPOSTA EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO METAL-MECÂNICA

Cícero Gomes Leo

## RESUMO

Devido aos frequentes atrasos na entrega dos equipamentos, alto estoque médio e para se tornar mais competitiva no mercado de bombas dispensadoras de combustível, foi proposta à Empresa XX, a implantação de um modelo de políticas de estoques visando melhorar substancialmente a gestão dos estoques, com isso gerando competitividade e ganhos potenciais, aumentando, assim, o fluxo de caixa da empresa. A elaboração deste trabalho pretende analisar através de levantamento de dados, os benefícios que a implantação do modelo de políticas de estoques pode trazer para a empresa através da simulação das diferentes políticas existentes e o aumento de controle sobre os itens em estoque, evitando excessos e faltas dos itens, objetivando atender aos pedidos realizados dentro do prazo combinado, reduzir os custos de estoque. Embasado na literatura de autores, tais como: Garcia et al (2006), Wanke (2011), um dos principais objetivos de uma política de estoques é atender as necessidades efetivas de seus consumidores com mínimo custo e menor risco de falta possível. Neste, será realizado um estudo de caso onde serão levantados os dados de consumo histórico, coeficiente de variação dos itens utilizados no processo produtivo e simular as políticas de estoque de ponto de pedido e mínimo e máximo para verificar qual delas melhor se adequa as necessidades da Empresa XX.

**Palavras-chave:** gestão de estoques, políticas de estoques, simulação.

## INTRODUÇÃO

Em momentos de crises econômicas, reduzir custos e satisfazer os clientes são dilemas frequentes enfrentados pelas empresas que desejam continuar competitivas. Segundo Coltro (1996) a competitividade é uma questão chave para a sobrevivência empresarial, tendo em vista que uma organização competitiva é uma organização de sucesso. No âmbito das indústrias e/ou comércio, os níveis adequados de estoques têm impacto direto no giro de caixa e nos custos, ao procurar tornarem-se competitivas, as empresas estão se reestruturando e redefinindo seus processos logísticos em formas mais eficientes (COELHO, 2009). Dessa forma, as organizações necessitam cada vez mais buscar soluções de gestão em seus processos para reduzir os tempos de produção e entrega ao consumidor, bem como reduzir os custos diretos e indiretos, além da busca pela eliminação de desperdícios e reprocesso (SOLON, 2010).



Para Vianna (2002), um dos principais objetivos de uma política de estoques é atender as necessidades efetivas de seus consumidores com baixo custo e menor risco de falta possível. A disponibilidade do produto é avaliada em termos da probabilidade do estoque ser capaz de preencher um determinado pedido para um produto e esta probabilidade, ou a taxa de preenchimento do item, é chamada de nível de serviço (BALLOU, 2001). A importância que este trabalho tem é mostrar que é possível elaborar política de estoques em planilhas eletrônicas e colocá-las em prática mesmo sem a utilização de softwares avançados para este tipo de estudo, visto que são, em muitos casos, caros e que algumas empresas, mesmo empresas de grande porte, não podem utilizar por restrições financeiras, por exemplo, crise financeira, ou outro tipo de restrição.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, fez-se o levantamento de informações sobre como elaborar uma política de estoques para uma empresa do segmento metalúrgico, que terá seu nome ocultado neste trabalho. Este trabalho está dividido em três fases: estudo bibliográfico, estudo de caso e análise dos dados, e por último, conclusão, estando subdividido esta pesquisa em sete etapas.

Primeiramente foi realizado o estudo bibliográfico, nessa primeira etapa, o estudo teórico sobre os elementos que permeiam a pesquisa, objetiva um melhor entendimento do tema, visando a legitimidade desta pesquisa através de um adequado arcabouço teórico.

O estudo de caso e análise de dados, inicia-se na segunda etapa que consistiu na coleta de dados na empresa, para obtenção de uma visão ampla dos fatos, pois de acordo com Marconi e Lakatos (2002 apud Beuren e Longaray, 2003, pg. 137), “A coleta de dados por meio de pesquisa documental ou fontes primárias é a que trabalha com informações que não receberam tratamento analítico.”. Em seguida, foi realizada uma análise documental com a finalidade de selecionar e interpretar os dados que foram obtidos na empresa, separando os mais importantes, que poderiam vir a ajudar na pesquisa.

Durante a terceira etapa, para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado o sistema de classificação ABC, onde foram identificados os produtos que possuíam maior representatividade em termos de investimento em estoques para a empresa (itens A).

Na quarta etapa identificou-se o comportamento de consumo dos componentes analisados nesta pesquisa, sendo priorizados os componentes identificados como classe A. Foram utilizados métodos estatísticos como o coeficiente de variação.

Na quinta etapa foram definidos os sistemas de política de estoques. A escolha do sistema de política de estoques (revisão contínua e revisão periódica) deve levar em conta o contexto gerencial no qual está inserida a empresa, ponderando as vantagens e desvantagens de cada sistema. A partir da escolha do sistema foram dimensionados os níveis de estoque base e níveis de estoque de segurança dos componentes analisados.

Na sexta, e última etapa da fase de estudo bibliográfico e análise de dados, foram comparados os dados obtidos, a partir da metodologia apresentada, com os dados históricos encontrados no contexto real através de simulações. Com isso espera-se avaliar a eficiência dessa metodologia como ferramenta adequada para o gerenciamento de estoques através do sistema de política de estoques. Na sétima etapa, e última fase, estão apresentadas as conclusões da pesquisa, assim como também as considerações finais.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

Para auxiliar este trabalho foi levantado quatro aspectos principais que em gestão de estoques que são: Classificação ABC, comportamento de consumo, políticas de estoques, simulação.

### **Classificação ABC**

Ao lidarmos com muitos milhares de itens estocados, fornecidos por muitas centenas de fornecedores, possivelmente com dezenas de milhares de consumidores individuais, torna a tarefa de operações complexa e dinâmica. Slack (2002) acredita que, para controlar tal complexidade, os gerentes de produção têm que fazer duas coisas: primeiro, discriminar os diferentes itens estocados, de modo que possa aplicar um grau de controle a cada item que seja adequado a sua importância; segundo, precisam investir em um sistema de processamento de informação que possa lidar com seus particulares conjuntos de circunstâncias de controle de estoque.

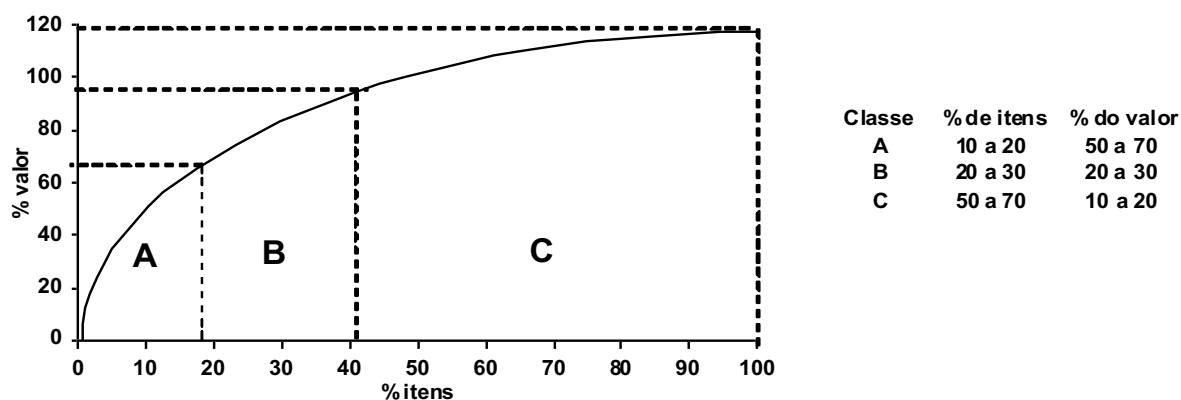
Em qualquer estoque que contenha mais de um item, alguns itens serão mais importantes para a empresa do que outros. Alguns itens, por exemplo, podem ter uma taxa de uso muito alta, de modo que, se faltassem, muitos consumidores ficariam desapontados. Outros itens podem ter valores particularmente altos, de modo que níveis de estoque excessivos seriam pontualmente caros. Tubino (2000) diz que, a análise ABC mais utilizada é a obtida pela movimentação de valor (quantidade de demanda vezes o custo unitário do item), porém podem-se fazer outras classificações dos itens por qualquer parâmetro que se deseje avaliar, como por exemplo, por peso, volume ou número de movimentações em estoque para solucionar problemas de transporte e armazenagem dos itens, ou ainda, por volume financeiro investido em estoques, ou por número de reposições por período.

O sistema ABC é um método que divide os itens a serem analisados em três grandes classes, levando em consideração o volume monetário (investimento em estoques) envolvido pelos mesmos para identificar aqueles que merecem um monitoramento gerencial mais cuidadoso (DAVIS; AQUILANO & CHASE, 2001). Sob a abordagem ABC, na classe A são incluídos cerca de 20% dos itens que correspondem a 80% do volume monetário total. A classe B abrange de 20% a 30% dos itens que contabilizam 15% do volume monetário total e por fim a classe C,

que abrange de 30% a 60% dos itens, os quais contabilizam 5% do volume monetário total (ELSAYED & BOUCHER, 1994). Os itens da classe A são os mais importantes e por isso devem receber maior atenção e análise, pois a melhoria sobre o controle de estoques desses itens representa um retorno considerável para a organização. Os produtos classificados nesta classe devem ser priorizados neste estudo.

Mas vamos tomar o critério de movimentação de valor como exemplo, os itens com movimentação de valor alto demandam controle cuidadoso, enquanto os com movimentação de valor baixa não precisam ser controlados tão rigorosamente. De acordo com Slack (2002), geralmente, uma pequena proporção dos itens totais contidos em estoque vai representar uma grande proporção do valor total em estoque. Esse fenômeno é conhecido como lei de Pareto, algumas vezes referida como a regra 80/20. É chamada assim porque tipicamente em torno de 80% do valor do estoque de uma operação são responsáveis por somente 20% de todos os tipos de itens estocados, conforme a figura 1 pode mostrar.

Figura 1 – Curva ABC



Fonte: Adaptado de Tubino (2000)

Segundo Tubino (2000), a elaboração da análise ABC por movimentação de valor pode ser feita através da seguinte rotina: a) Calcula-se a movimentação de valor de cada item, multiplicando-se o valor da demanda pelo custo unitário do item; b) Colocam-se os itens em ordem decrescente de valor de movimentação de valor; c) Calcula-se a movimentação de valor total dos itens; d) Calculam-se as percentagens da movimentação de valor de cada item em relação à movimentação de valor total, podendo-se calcular também as percentagens acumuladas; e) Em função dos critérios de decisões, estabelecem-se as classes A, B e C.

### Comportamento de consumo

De acordo com Vianna (2002), a demanda caracteriza-se pela intenção de consumo, e tem como objetivo basilar fazer previsões, levando-se em consideração dois relevantes aspectos: sua

evolução histórica e seus afastamentos, que podem ser detectados analisando os tipos de funções (distribuições) da própria demanda.

Um modo de calcular a variabilidade da demanda é usar o coeficiente de variação (CV). Segundo Pang et al. (2005), o CV é o percentual de variação de uma amostra em relação à sua média, ou seja, é o desvio-padrão dividido pela média.

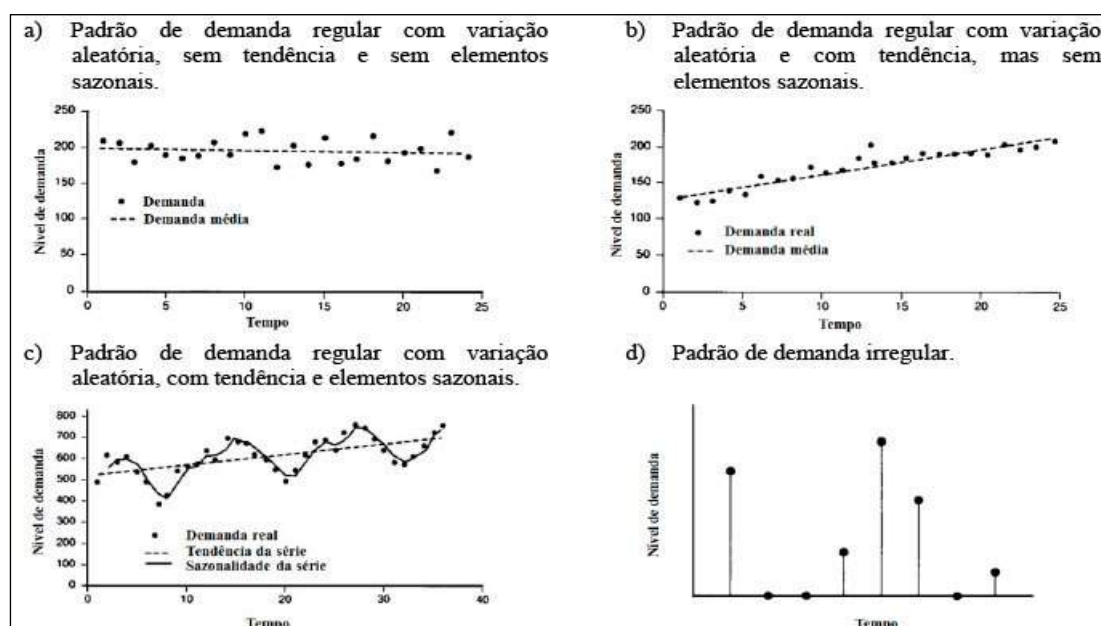
Na execução, considera-se que um coeficiente de variação superior a 50% apresenta alto grau de dispersão e, por consequência, baixa representatividade da média. Em contrapartida, quanto menor for o valor de seu coeficiente de variação, mais representativa é a média (MARTINS; DONAIRE, 2004, p. 164).

As distribuições da demanda possuem diferentes formas, que são originadas por essa variabilidade impactando diretamente os níveis dos estoques, segundo Bartezzghi et al. (1999). De acordo com Yeh et al. (1997), para se determinar a probabilidade de ruptura do estoque, se faz necessário descobrir qual distribuição de probabilidade rege a amostragem. Ainda, a distribuição Gamma é obtida quando períodos com demandas nulas e com intervalos entre demandas também pequenos tem maior frequência de incidência.

De acordo com Vianna (2002), o consumo pode ser classificado da seguinte forma: Consumo Regular, Consumo Irregular e Consumo Sazonal. Ainda consoante com o autor, o consumo regular caracteriza-se por materiais utilizados significativamente, em quantidades de pequena variação entre sucessivos intervalos de tempo constantes. Nessas condições, materiais com comportamento regular, dependendo da situação, podem passar a ter consumo crescente ou decrescente.

A figura 2 apresenta alguns padrões de demanda regular para uma série temporal (padrões a, b e c). O padrão de demanda irregular (figura 2d) acontece no caso de demandas intermitentes ou elevado grau de incerteza a respeito do momento e nível de ocorrência da demanda. Padrões de demanda irregular são particularmente difíceis de prever e ocorrem por vários motivos: o padrão de demanda é dominado por pedidos grandes de clientes não frequentes; a demanda pode ser derivada da demanda de outros produtos e serviços; o padrão de demanda pode ser um resultado de dados espúrios ou eventos especiais; entre outros (BALLOU, 2001).

Figura 2 - Padrões de demanda regular e irregular



Fonte: Ballou (2001)

## Políticas de estoques

A gestão dos estoques é relevante, pois, segundo Slack (2002), independente do que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação; ele existirá porque existe uma diferença de ritmo, ou de taxa, entre fornecimento e demanda. A maioria das empresas que não utilizam sistemas produtivos enxutos, a maior parte do capital investido no negócio está nos estoques. Ainda segundo Slack (2002), em algumas empresas, o valor dos estoques é relativamente pequeno se comparado com os custos dos insumos totais da operação, em outras, ele será muito mais alto, de maneira especial onde a armazenagem é o principal objetivo das operações da empresa.

Políticas de estoques são sistemas de controle formados por um conjunto de regras e parâmetros, respondendo a questões como quando e quanto pedir ao longo do tempo. Para representar com precisão as características e trade-offs das operações logísticas reais, estas políticas devem ser parametrizadas com a assistência de modelos matemáticos probabilísticos (GARCIA ET AL, 2006).

Os autores Bowersox e Closs (2001, p.228) definem política de estoques como “normas sobre o que comprar ou produzir, quando atirar e quais as quantidades”.

Conforme Vianna (2002) entende-se por política de estoques o conjunto de atos diretivos que estabelecem, de forma global e específica, princípios, diretrizes e normas relacionadas ao gerenciamento. Em qualquer empresa, a preocupação da gestão de estoques está em manter o equilíbrio entre as diversas variáveis componentes do sistema, tais como: custos de aquisição, de estocagem e de distribuição; nível de atendimento das necessidades dos usuários consumidores etc.

Acerca dos indicadores de desempenho como nível de serviço ao cliente, existem duas formas que são a Probabilidade de Não Faltar Produto (PNFP), e Falta Esperada por Ciclo de Ressuprimento (FECRE). Segundo Garcia et al (2006), o PNFP é a probabilidade de que a demanda durante o lead time de ressuprimento seja menor que o ponto de pedido. De acordo com Wanke (2011), o FECRE é a falta esperada, em unidades, para cada ciclo de ressuprimento em função do estoque de segurança determinado pela empresa.

Outro aspecto importante é a divisão entre políticas de revisão contínua e revisão periódica. Segundo Garcia et al (2006), políticas de revisão contínua são aquelas em que decisões de ressuprimento podem ser tomadas a qualquer momento, enquanto as políticas de revisão periódica decisões de ressuprimento só podem ser realizadas em intervalos de tempo predefinidos.

Conforme Garcia et al (2006), a política de estoque  $(s, Q)$  é do tipo de revisão contínua e uma das mais difundidas. Nesta política, uma quantidade  $Q$  é pedida toda vez que a posição de estoque atinge um nível de  $s$  unidades, chegando o pedido após o lead time de ressuprimento. O autor também define que a política de estoque  $(R, S)$  é do tipo de revisão periódica e uma das mais utilizadas. Nesta política, a cada  $R$  unidades de tempo os níveis de estoque são revistos e um pedido é colocado para aumentar a posição de estoque para o nível de  $S$  unidades.

A política min-max ou  $(s, S)$  é uma política de revisão contínua onde toda vez que a posição de estoque atinge o ponto de pedido  $s$ , um pedido é colocado para elevar a posição de estoque para  $S$  unidades (GARCIA ET AL, 2006).

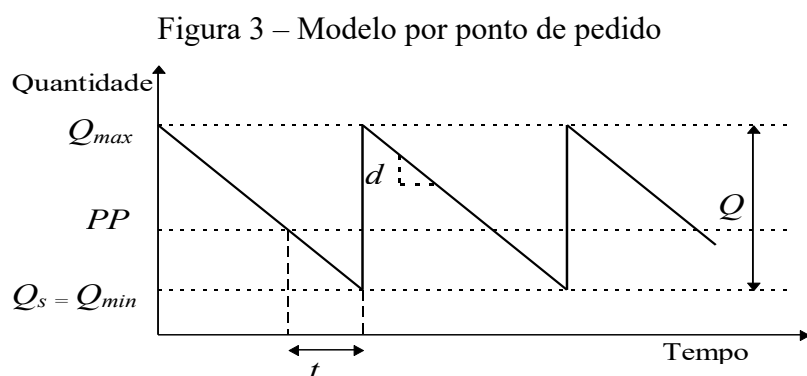
De acordo com Vianna (2002), atendendo às conjunturas peculiares da empresa, analisam-se antecipadamente os fatores essenciais à determinação da quantidade a ser ressuprida, visando evitar os prejuízos decorrentes dos exageros nas estimativas, por excesso ou por falta, e para a fixação, com propriedade, das épocas em que deva ser providenciado o ressuprimento.

De acordo com Vollmann et al (2006), a escolha do ponto de pedido é influenciada por quatro fatores: a taxa de demanda, o tempo necessário para repor o estoque, a quantidade de incertezas na taxa de demanda e no lead time de reposição (estoque de segurança) e a política de gerenciamento considerando o nível aceitável de serviço ao cliente. O autor também ressalta que quando não há incertezas na taxa de demanda e no lead time de reposição a quantidade para estoque de segurança é zero e a determinação do ponto de pedido fica mais fácil de ser determinado. Porém, as premissas de taxa de demanda fixa e lead time de reposição constante dificilmente são praticados em operações reais. O mesmo autor justifica as incertezas na taxa de demanda devido às flutuações na demanda de produtos individuais que ocorrem por causa das variações no momento das compras do produto pelos clientes, e a frequente variação do lead time de reposição devido às paradas de máquina, ausência dos empregados, faltas de material ou atraso no transporte na fábrica e operações de distribuição.

Primeiramente, pressupõe-se que o nível do estoque está sob constante monitoramento, e

quando o nível atinge o ponto de pedido é emitida uma ordem de reposição com a quantidade de mesma proporção do lote econômico devido ser mais viável.

Conforme podemos observar na figura 3, o estoque é separado em duas partes, uma parte é utilizada até atingir o nível de ponto de pedido, a outra parte é usada entre a data da emissão da ordem de reposição e a data de recebimento do lote. Segundo Tubino (2000), a separação é feita apenas por registro, mas não sendo necessariamente incorreto realizar este tipo de organização nos estoques da empresa. O modelo por ponto de pedido não está vinculado ao uso do lote econômico, mas será mais viável repor os estoques na mesma quantidade do lote econômico.



Fonte: Adaptado de Tubino (2000)

A determinação da quantidade de estoque conservada no ponto de pedido deve ser suficiente para atender à demanda pelo item durante seu tempo de ressuprimento, mais um nível de estoque de segurança ou reserva que serve para absorver variações na demanda durante o tempo de ressuprimento e variações no próprio tempo de ressuprimento (TUBINO, 2000). De acordo com Wanke (2011), a fórmula que define a quantidade do ponto de pedido é conforme a equação (1) onde  $PP$  é Ponto de pedido;  $D$  é igual a Demanda por unidade de tempo;  $TR$  é Tempo de ressuprimento e  $ES$  é Estoque de segurança.

$$PP = D * TR + ES \quad (1)$$

A decisão do lote do pedido é formalmente determinada pelo lote econômico, esse modelo apresenta diversas premissas simplificadoras como, a taxa de demanda constante, os custos não mudam e a capacidade de produção e o estoque são ilimitados. Embora essas premissas sejam aparentemente restritivas, o modelo de lote econômico fornece direcionamentos úteis para as decisões dos pedidos (VOLLMANN ET AL, 2006). Segundo Tubino (2000), este tipo de alternativa de reposição de entrega do lote de reposição é realizado uma única vez, por ser este esquema normalmente o do lote de reposição de itens comprados, o lote econômico encontrado é conhecido como lote econômico de compra. Segundo Wanke (2011), a fórmula que define o Tamanho de Lote Econômico (TLE), também conhecido como Lote Econômico de Compra



(LEC) é conforme a equação (2) onde  $TLE$  é igual a Tamanho de Lote Econômico;  $D$  é Demanda Anual;  $CTR$  é igual Custos Associados a cada Ressuprimento;  $i$  é Taxa de Oportunidade do capital (% a.a.);  $Caq$  é igual a Custos unitários de aquisição por produto até determinado estágio da cadeia.

$$TLE = \sqrt{\frac{2 * D * CTR}{i * Caq}} \quad (2)$$

Para Wanke (2011), o ponto de partida para o cálculo dos estoques de segurança é a determinação da probabilidade de não faltar produto. É com base nessa probabilidade que os estoques de segurança são calculados e adicionados ao ponto de pedido. Quando não há estoques de segurança, há a probabilidade de 50% de faltar produto, supondo que a função de probabilidade da demanda no tempo de resposta seja simetricamente distribuída ao redor da média. De acordo com Wanke (2011), a fórmula que define o Estoque de Segurança ( $ES$ ) é conforme a equação (3) onde  $ES$  é Estoque de Segurança;  $TR$  é igual a Tempo de Ressuprimento;  $S_D$  é Desvio-padrão da Demanda;  $D$  é igual a Demanda Média;  $S_{TR}$  é Desvio-padrão do Tempo de Ressuprimento;  $k$  é Fator de segurança.

$$ES = k * \sqrt{(TR * S_D)^2 + (D * S_{TR})^2 + (S_D * S_{TR})^2} \quad (3)$$

### Simulação

A dificuldade da maior parte dos sistemas do mundo real é muito relacionada com a sua natureza probabilística, assim como interações (em diferentes níveis) entre fatores principais e variáveis. Historicamente, a forma mais apropriada para resolver problemáticas em sistemas complexos do mundo real é uma abordagem baseada em modelagem e simulação. Os métodos baseados em simulação podem ser usados tanto para desenvolver, como para avaliar sistemas complexos. Deste modo, questões como a configuração física ou as regras de operação de um sistema podem ser consideradas. De acordo com Banks et al. (2000), a simulação também pode ser utilizada para o estudo de sistemas em fase de concepção. Dessa forma, tal ferramenta pode ser utilizada tanto para fins de análise, de modo a prever o efeito de alterações aos sistemas existentes, como uma ferramenta de projeto, para prever o desempenho de novos sistemas sob diferentes conjuntos de circunstâncias.

Banks et al. (2000) esclarece que o modelo de simulação normalmente adota a forma de um conjunto de hipóteses sobre o funcionamento do sistema. Essas hipóteses são demonstradas em relações matemáticas, lógicas simbólicas entre as entidades ou objetos de interesse do sistema como um todo. Desta forma, alterações potenciais para o sistema podem ser primeiro simulados, a fim de prever o seu impacto no desempenho geral.



Um modo de elaborar estas simulações é utilizando o método de Monte Carlo. De acordo com Evans & Olson (1998, p.6), “a simulação de Monte Carlo é basicamente um experimento amostral cuja proposta é estimar a distribuição de uma variável de saída que depende de diversas variáveis probabilísticas de entrada”.

Garcia et al. (2006) afirmam que a simulação Monte Carlo é um instrumento importante para analisar, parametrizar e escolher políticas de estoque. Esta técnica permite a modelagem, na prática, de qualquer complexidade que não pode ser tratada por modelos analíticos. A simulação consiste na modelagem das regras e lógicas da gestão de estoques e do atendimento da demanda em um software, sendo as variáveis aleatórias produzidas pelo computador. Experimentos de simulação são realizados para avaliar diferentes regras e parâmetros, sendo a desempenho medida pelas estatísticas da simulação.

A desvantagem da simulação Monte Carlo é usualmente o esforço computacional requerido (GARCIA ET AL., 2006). Ainda assim, esta é uma ferramenta muito útil para testar e corroborar regras gerais e modelos analíticos.

Para Garcia et al (2006) o conceito da simulação é obter indicadores para diferentes valores dos parâmetros da política de estoques, apresentando subsídios aos tomadores de decisão para apontar a configuração ideal.

## **ESTUDO DE CASO**

Esta seção tratará do estudo de caso do trabalho onde será apresentado brevemente a empresa e como a revisão da literatura foi aplicada na prática.

### **A empresa**

A Empresa XX é uma empresa que atua no segmento metalúrgico, localizada na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, com a matriz localizada em Austin, Texas - EUA. Os principais produtos e serviços da Empresa XX são bombas dispensadoras de combustível, sistemas (hardwares e software) para controle e automação de postos de venda de combustíveis, incluindo-se atividades paralelas como venda e varejo de itens de consumo e integração com bancos e distribuidoras, prestação de serviço de manutenção, reparos e consultoria através do pessoal próprio e/ou rede terceirizada.

### **Classificação ABC na empresa XX**

A Empresa XX possui 3888 itens considerados material direto que são aplicados no produto final ou aplicados em produto intermediários. Para calcular a classificação ABC foi utilizado o histórico de consumo vezes o custo unitário do item e o período utilizado como base para calcular foi entre os meses de março e agosto do ano de 2016. Para o grupo de itens A foram

alocadas 234 itens que correspondem 6% do total de itens e representam 79,94% da movimentação de valor. Para o grupo de itens B foram alocados 428 itens que correspondem 11% do total de itens e representam 15,06% da movimentação de valor. Por fim, para o grupo de itens C foram alocados 3226 itens que correspondem 83% do total de itens e representam 5% da movimentação de valor.

Partindo do princípio que a metodologia apresentada neste trabalho é a mesma, indiferentemente do item analisado, optou-se por apresentar neste trabalho a aplicação da metodologia apenas para três itens do grupo de itens A.

### **Comportamento de consumo na empresa XX**

Como foi visto anteriormente neste trabalho um indicador para analisar o comportamento de consumo é utilizar o coeficiente de variação (C.V.). Analisando os três itens do grupo A temos os seguintes resultados, conforme figura 4.

Figura 4 – Consumo Médio Mensal, Desvio-Padrão e Coeficiente de Variação

<b>Código</b>	<b>CMM</b>	<b>S<sub>D</sub></b>	<b>CV</b>
<b>Item 1</b>	3414	749	22%
<b>Item 2</b>	790	288	37%
<b>Item 3</b>	3223	743	23%

Fonte: Responsabilidade do Autor

Vimos na revisão da literatura que um C.V. superior a 50% apresenta alto grau de dispersão e baixa representatividade da média, e que quanto menor for o valor de seu coeficiente de variação, mais representativa é a média, neste caso como todos os três itens possuem C.V. inferior a 50% a média de cada item pode ser considerada com alta representatividade.

### **Simulação das Políticas de estoques**

Nesta etapa da simulação foram consideradas as políticas de revisão contínua (s, Q) e (s, S) para cada item. Para a política (s, Q) foram simulados oito cenários, sendo quatro cenários o tamanho do lote Q considerado foi o lote econômico de compra, e quatro cenários o tamanho do lote Q considerado foi o resultado da divisão entre o CMM e o LEC multiplicado pelo LEC, ou seja,  $(CMM/LEC)*LEC$ . O valor do fator  $k$  foram 0, 1, 2 e 3, conforme figura 5 abaixo. Para a política (s, S), também conhecida como mín-max, foi simulado apenas um cenário onde o tamanho do lote Q era o estoque máximo e o valor do fator  $k$  eram 0, 1, 2 e 3, conforme figura 5 abaixo.

Figura 5 – Simulação das Políticas de estoques

(s, Q)		(s, Q)		(s, S)	
Q	k	Q	k	Q	k
LEC	0	Q >= CMM	0	EM	0
LEC	1	Q >= CMM	1	EM	1
LEC	2	Q >= CMM	2	EM	2
LEC	3	Q >= CMM	3	EM	3

Fonte: Responsabilidade do Autor

O método escolhido foi a simulação de Monte Carlo em planilha eletrônica Excel. Para cada cenário foram realizadas 100 corridas que ao final foram calculados os indicadores de disponibilidade, estoque médio, custo total operacional e outros indicadores com base nos resultados parciais coletados ao final de cada corrida. As figuras 6, 7 e 8 abaixo apresentam as médias desses indicadores.

Figura 6 – Simulação item 1

Item 1															
política	CMM	TR	CV	Nível Serviço	ES	PP	PP'	Q	Cobertura meses Q	Disponibilidade	C.C.P.	C.M.E.	C.F.	C.T.	Estoque Médio Simulado
PP+LEC	3414	0,5	22%	50%	0	1707	1707	1069	0,31	33%	R\$ 427,92	R\$ 1.421,50	R\$ 42.382,45	R\$ 44.231,87	R\$ 18,03
PP+LEC	3414	0,5	22%	84%	374	1707	2081	1069	0,31	34%	R\$ 427,92	R\$ 1.460,92	R\$ 41.718,18	R\$ 43.607,02	R\$ 14,07
PP+LEC	3414	0,5	22%	98%	749	1707	2455	1069	0,31	35%	R\$ 427,92	R\$ 1.515,98	R\$ 40.150,14	R\$ 42.094,04	R\$ 798,98
PP+LEC	3414	0,5	22%	100%	1123	1707	2830	1069	0,31	36%	R\$ 427,92	R\$ 1.557,91	R\$ 40.060,76	R\$ 42.046,59	R\$ 921,79
PP+Q	3414	0,5	22%	50%	0	1707	1707	4276	1,25	88%	R\$ 322,01	R\$ 6.341,40	R\$ 7.392,34	R\$ 14.055,75	R\$ 127.710,52
PP+Q	3414	0,5	22%	84%	374	1707	2081	4276	1,25	91%	R\$ 328,43	R\$ 6.814,51	R\$ 5.581,67	R\$ 12.724,61	R\$ 146.551,02
PP+Q	3414	0,5	22%	98%	749	1707	2455	4276	1,25	94%	R\$ 341,27	R\$ 7.574,86	R\$ 3.509,42	R\$ 11.425,54	R\$ 176.604,49
PP+Q	3414	0,5	22%	100%	1123	1707	2830	4276	1,25	96%	R\$ 346,26	R\$ 8.086,12	R\$ 2.294,01	R\$ 10.726,39	R\$ 198.076,94
s+S	3414	0,5	22%	50%	0	1707	1707	5121	1,50	89%	R\$ 279,52	R\$ 9.678,20	R\$ 6.948,14	R\$ 16.905,86	R\$ 150.961,58

Fonte: Responsabilidade do Autor

Figura 7 – Simulação item 2

Item 2															
política	CMM	TR	CV	Nível Serviço	ES	PP	PP'	Q	Cobertura meses Q	Disponibilidade	C.C.P.	C.M.E.	C.F.	C.T.	Estoque Médio Simulado
PP+LEC	790	3,23	36%	50%	0	2553	2553	318	0,40	57%	R\$ 427,92	R\$ 5.152,81	R\$ 16.471,61	R\$ 22.052,33	R\$ 92.256,78
PP+LEC	790	3,23	36%	84%	932	2553	3485	318	0,40	68%	R\$ 427,92	R\$ 7.322,94	R\$ 12.578,15	R\$ 20.329,00	R\$ 188.835,44
PP+LEC	790	3,23	36%	98%	1864	2553	4417	318	0,40	78%	R\$ 427,92	R\$ 10.970,40	R\$ 8.565,35	R\$ 19.963,67	R\$ 360.128,44
PP+LEC	790	3,23	36%	100%	2796	2553	5349	318	0,40	86%	R\$ 427,92	R\$ 15.003,53	R\$ 5.534,42	R\$ 20.965,87	R\$ 550.933,17
PP+Q	790	3,23	36%	50%	0	2553	2553	954	1,21	98%	R\$ 414,37	R\$ 15.383,37	R\$ 678,13	R\$ 16.475,87	R\$ 374.188,44
PP+Q	790	3,23	36%	84%	932	2553	3485	954	1,21	100%	R\$ 405,81	R\$ 21.188,23	R\$ 24,87	R\$ 21.618,91	R\$ 670.888,40
PP+Q	790	3,23	36%	98%	1864	2553	4417	954	1,21	100%	R\$ 406,88	R\$ 26.745,49	R\$ -	R\$ 27.152,37	R\$ 948.415,92
PP+Q	790	3,23	36%	100%	2796	2553	5349	954	1,21	100%	R\$ 412,59	R\$ 32.971,99	R\$ -	R\$ 33.384,57	R\$ 1.261.596,31
s+S	790	3,23	36%	50%	0	2553	2553	3343	4,23	97%	R\$ 409,55	R\$ 55.601,16	R\$ 1.180,87	R\$ 57.191,58	R\$ 342.511,13

Fonte: Responsabilidade do Autor

Figura 8 – Simulação item 3

Item 3															
política	CMM	TR	CV	Nível Serviço	ES	PP	PP'	Q	Cobertura meses Q	Disponibilidade	C.C.P.	C.M.E.	C.F.	C.T.	Estoque Médio Simulado
PP+LEC	3223	0,5	23%	50%	0	1612	1612	933	0,29	32%	R\$ 427,92	R\$ 1.553,98	R\$ 49.449,26	R\$ 51.431,17	R\$ 18,53
PP+LEC	3223	0,5	23%	84%	371	1612	1983	933	0,29	32%	R\$ 427,92	R\$ 1.606,91	R\$ 49.936,35	R\$ 51.971,18	R\$ 237,59
PP+LEC	3223	0,5	23%	98%	743	1612	2354	933	0,29	33%	R\$ 427,92	R\$ 1.661,36	R\$ 49.577,23	R\$ 51.666,51	R\$ 533,29
PP+LEC	3223	0,5	23%	100%	1114	1612	2726	933	0,29	34%	R\$ 427,92	R\$ 1.728,76	R\$ 48.617,65	R\$ 50.774,33	R\$ 1.482,56
PP+Q	3223	0,5	23%	50%	0	1612	1612	3732	1,16	89%	R\$ 349,47	R\$ 6.916,13	R\$ 8.465,72	R\$ 15.731,32	R\$ 122.085,29
PP+Q	3223	0,5	23%	84%	371	1612	1983	3732	1,16	92%	R\$ 360,88	R\$ 7.595,89	R\$ 6.252,11	R\$ 14.208,88	R\$ 149.129,32
PP+Q	3223	0,5	23%	98%	743	1612	2354	3732	1,16	95%	R\$ 371,93	R\$ 8.361,79	R\$ 3.753,12	R\$ 12.486,84	R\$ 178.287,53
PP+Q	3223	0,5	23%	100%	1114	1612	2726	3732	1,16	97%	R\$ 375,14	R\$ 8.965,59	R\$ 2.407,43	R\$ 11.748,17	R\$ 205.699,55
s+S	3223	0,5	23%	50%	0	1612	1612	4835	1,50	90%	R\$ 277,36	R\$ 11.045,14	R\$ 7.569,45	R\$ 18.891,94	R\$ 178.943,48

Fonte: Responsabilidade do Autor

Ressalta-se que a condição imposta pelo gerente da época era aprovar somente um método que tivesse o indicador de disponibilidade igual ou superior a 90% na simulação. Para o item 1 sugere-se que se utilize a política de estoque (s, Q) onde o ponto de pedido é igual a 2081 peças com nível de serviço para o estoque de segurança igual 84%, lote de compra seja igual a 4276 peças, disponibilidade igual 91% e estoque médio simulado igual a R\$ 146.551,02, conforme figura 9.

Em seguida, para o item 2 sugere-se que se utilize a política de estoque (s, Q) onde o ponto de pedido é igual a 2553 peças com nível de serviço para o estoque de segurança igual 50%, lote de compra seja igual a 954 peças, disponibilidade igual 98% e estoque médio simulado igual a R\$ 374.188,44, conforme figura 9.

Finalmente, para o item 3 sugere-se que se utilize a política de estoque (s, Q) onde o ponto de pedido é igual a 1983 peças com nível de serviço para o estoque de segurança igual 84%, lote de compra seja igual a 3732 peças, disponibilidade igual 92% e estoque médio simulado igual a R\$ 149.129,32, conforme figura 9.

Figura 8 – Resultado da Simulação

Código	Total Estoque Setembro/16 R\$	Estoque Simulado	Variação
Item 1	R\$ 273.239,60	R\$ 146.551,02	-46%
Item 2	R\$ 549.863,86	R\$ 374.188,44	-32%
Item 3	R\$ 212.622,04	R\$ 149.129,32	-30%
<b>Total Geral</b>	<b>R\$ 1.035.725,50</b>	<b>R\$ 669.868,78</b>	<b>-35%</b>

Fonte: Responsabilidade do Autor

## CONCLUSÕES

Como pode ser observado no presente estudo, o uso do lote econômico de compra mais o estoque de segurança não garante que o indicador de disponibilidade tenha um bom desempenho e nem que o custo total operacional seja o menor. É importante ressaltar que o estoque médio para o cenário onde o lote compra Q é igual ao lote econômico de compra são

os menores, mas devido a ocorrência de faltas (stockout), como pode ser observado olhando a coluna C.F. que representa custo de falta. Observa-se também que para os cenários onde o lote de compra Q é maior ou igual ao CMM do item é que possuem indicadores de disponibilidade maiores que 80% e custo total operacional razoável e estoque médio simulado razoável.

Também pode ser observado que o estoque final para os três itens que foram objeto de estoque foi de R\$ 1.035.725,50 em final de setembro de 2016 e que pela simulação da política de estoque, o estoque poderia ser reduzido em até 35%.

A sugestão para futuros trabalhos é que sejam feitas simulações para os cenários onde o coeficiente de variação seja maior que 50% para poder verificar se as políticas (s, Q) e (s, S) atenderiam as necessidades da Empresa XX.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial. 4. Ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

BANKS, J.; CARSON, J.; NELSON, B.; NICOL, D. Discrete-Event System Simulation. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice hall, 2000.

BARTEZZGHI, E.; VERGANTI, R.; ZOTTERI, G. Measuring the impact of asymmetric demand distributions on inventories. International Journal of Production Economics, v. 60-61, p. 395-404, 1999.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

COELHO, Leandro C. Reduzir os estoques para melhorar os custos. In: Leandro C. Coelho. Logística Descomplicada. 02 nov. 2009. Disponível em: <https://www.logisticadescomplicada.com/reduzir-os-estoques-para-melhorar-os-custos>. Acesso em: 12 set. 2016.

COLTRO, Alex. A gestão da qualidade total e suas influências na competitividade empresarial. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 1, n. 2 jan/jul 1996, p. 36-43, 1996.

DAVIS, M.; AQUILANO, N. & CHASE, R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman, 2001.

- ELSAIED, E.; BOUCHER, T. Analysis and Control of Production Systems. 2. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- EVANS, J. R., OLSON, D. L. Introduction to Simulation and Risk Analysis. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1998.
- GARCIA, E. S.; dos REIS, L. M. T. V.; MACHADO, L. R.; FERREIRA FILHO, V. J. M. Gestão de Estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2006.
- JACOBS, F.R.; WHYBARK, D. C. A Comparison of Reorder Point and Material Requirements Planning Inventory Control Logic. Decision Sciences, v.23, n. 2, p. 332-342, 1992.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Técnica de pesquisa. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- MARTINS, G. de A.; DONAIRE, D. Princípios da estatística: 900 exercícios resolvidos e propostos. São Paulo: Atlas 2004.
- PANG, W. K.; LEUNG, P. K.; HUANG, W. K.; LIU, W. On interval estimation of the coefficient of variation for the three-parameter Weibull, Lognormal and Gamma distribution: A simulation-based approach. European Journal of Operational Research, v. 164, n. 2, p. 367-377, 2004.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.: Administração da Produção. Traduzido por Maria Teresa Corrêa, Fabio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOLON, Alexandro Silva, FINOTTI, Marcillo Siqueira. Desenvolvimento e implantação do MRP: um estudo de caso. ENEGEP, São Paulo, ed. 39. p. 2, out. 2010.
- TUBINO, D. F.: Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- VIANNA, J. J. Administração de materiais: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2002.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R.: Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Traduzido

por Sandra de Oliveira. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WANKE, P. Gestão de estoques na cadeia de suprimento: decisões e modelos quantitativos. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2011.

YEH, Q. J.; CHANG, T. P.; CHANG, H. C. An inventory control model with Gamma distribution. *Microelectronics and Reliability*, v. 37, n. 8, p. 1197-1201, 1997.



Marcone Freitas dos Reis  
Felipe Pereira dos Santos  
José Gabriel Cruz Prates  
Lucas José Santos Alexandre  
Daniela Sayão Vieira

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE CONCEITOS LEAN PARA  
REDUÇÃO DE PERDAS DE ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO  
EM UMA EMPRESA VAREJISTA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**



# PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE CONCEITOS LEAN PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Marcone Freitas dos Reis  
Felipe Pereira dos Santos  
José Gabriel Cruz Prates  
Lucas José Santos Alexandre  
Daniela Sayão Vieira

## RESUMO

Com o a globalização e aumento da competitividade empresarial, intensificou-se a necessidade de aprimoramento dos processos produtivos para a permanência das empresas no mercado. O *Lean Manufacturing* é um sistema de gestão baseado no conceito de manufatura enxuta que visa a otimização dos processos para reduzir desperdícios e aumenta a produtividade. O sistema de manufatura enxuta é entendido como um sistema de gerenciamento de produção que busca produzir com a menor quantidade de todos os recursos necessários, eliminar o desperdício e buscar diretamente a eficiência da produção. Portanto, essa é uma maneira de tornar o trabalho mais satisfatório e fornecer *feedback* imediato sobre o trabalho. As ferramentas de fabricação enxuta são projetadas para trazer agilidade, flexibilidade e eficiência aos processos, para que possam responder rapidamente às demandas do mercado. O objetivo do trabalho é apresentar uma proposta de melhoria na gestão de estoque dos materiais em uma das lojas de uma empresa varejista de peças automotivas, utilizando como solução a aplicação dos conceitos *Lean Manufacturing* para reduzir as perdas no estoque e tempos improdutivo no presente processo para aumentar a produtividade e a lucratividade da empresa.

**Palavras-chave:** *lean manufacturing*, gestão de estoque, empresa varejista, peças automotivas.

## INTRODUÇÃO

Segundo Catapan et al. (2013) no decorrer da década de 1970, diversas mudanças ocorreram no sistema de produção. Modelos antigos como o Keynesiano e Fordistas começaram a ser apontados pelos princípios neoliberalistas, desenvolvendo-se então métodos de produção mais flexíveis. Com o desenvolvimento da economia e as facilidades das informações acabaram intensificando disputas de mercado, gerando uma evolução tecnológica além de uma procura intensa por produtos e sistemas gerenciais. Com essas alterações, o mercado se viu com uma vasta competição de diversos setores, impondo as empresas a capacitarem-se a enfrentar os

desafios de uma nova concorrência. Entenderam-se que o sucesso dependerá da forma pela qual o serviço era visto pelo cliente, onde gestores tiveram que mudar estratégia de mercado, elaborando planos de mudanças para acompanhar as novas exigências do mercado.

O *Lean Manufacturing* ou "manufatura enxuta" é uma ferramenta que auxilia em uma abordagem de gerenciamento que ajuda a reduzir o desperdício, melhorar a lucratividade da empresa e desenvolver equipes de alto nível (GLENN, 2005). Em resumo, o Sistema Toyota de Produção (STP) está comprometido em promover a eliminação de resíduos através da atenção contínua aos processos. O desperdício gera custos desnecessários e é expresso em esforços ou planos que não podem agregar valor à produtos ou serviços, ou seja, atividades que os clientes não acham que devam ser pagas (RODRIGUEZ et al., 2012).

Segundo Shinohara (1988) a utilização do método lean manufacturing baseia-se na menor quantidade de equipamentos e de mão de obra na produção de bens sem defeitos e com menor tempo possível, diminuído assim o valor agregado e a redução dos custos, gerando uma satisfação dos seus clientes e a capacidade de produzir da empresa, tornando-a mais competitiva.

Dennis (2008) com a origem dos princípios lean manufacturing terem o surgimento na produção, eles podem ser empregados universalmente. O desafio é adaptar, traduzir e aplicar a uma determinada situação.

Dias (1993, p. 114) salienta que é difícil “descobrir a fórmula para reduzir estoques sem afetar o processo produtivo e sem o crescimento dos custos é um dos maiores desafios que os empresários encontram em época de escassez de recursos”. Os custos gerados pelos estoques podem ser minimizados, mas não eliminados, uma vez que seja necessário estocar materiais para que possa produzir ou realizar manutenções.

Com o objetivo do presente estudo é analisar a aplicação da filosofia lean manufacturing na gestão do estoque como diferencial de desempenho e melhoria em uma empresa varejista de peças automotivas.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa de caráter descritiva e exploratória para diagnosticar os problemas encontrados na empresa Tigrão Autopeças. O estudo de caso aborda pesquisa de campo, documentais e bibliográficas. Pode-se acrescentar que foi realizada buscas do cunho quantitativas. O universo é setor de distribuição de autopeças e a amostra é o setor de estoque da empresa em estudo.

A bibliografia foi feita em plataformas acadêmicas: Google acadêmico, livros, artigos, revistas; Através da pesquisa de campo é possível obter uma compreensão aprofundada dos objetivos, necessidades e atividades da pessoa entrevistada e a pesquisa de campo e estudo de caso foi

coletado no sistema da empresa os dados do estoque da loja e entrevistas com colaboradores do setor envolvidos no processo. A Figura 1 a seguir, apresenta a metodologia utilizada no estudo.

Figura 1 - Metodologia



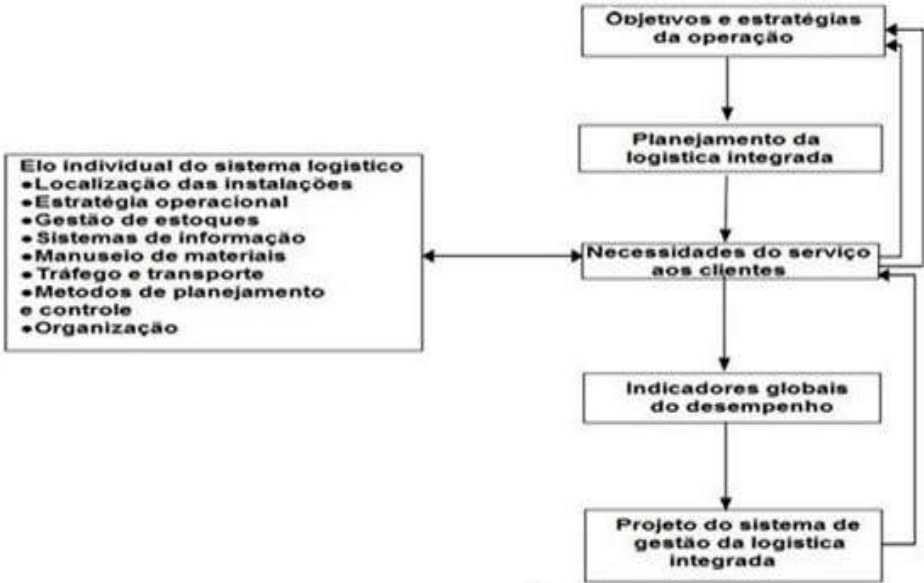
Fonte: Autores (2020)

**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

**Logística**

É através do gerenciamento das ferramentas logísticas que empresas estão fidelizando seus clientes, criando barreiras à entrada de novos competidores, e principalmente desenvolvendo serviços específicos a cada necessidade de que as asseguram maior competitividade. Para tanto, é necessário projetar um planejamento estratégico voltado à logística integrada com os demais departamentos da organização conforme pode ser visto na Figura 2 a seguir, apresentando um ciclo de planejamento.

Figura 2 - Fluxo de planejamento logístico



Fonte: Ballou (2004)

A partir da integração do plano estratégico de logística integrada na Figura 2, pode-se formular soluções para a competitividade do mercado a curto e longo prazo. À medida que a tecnologia se desenvolve, as questões logísticas se tornam cada vez mais complexas, exigindo uma compreensão mais sistemática das organizações e mercados em que está inserida. O planejamento linear, o controle de estoque e a simulação tornaram-se ferramentas valiosas para os profissionais de logística, para que possam se concentrar na solução de problemas como posicionamento de armazém, planejamento de rotas e distribuição de produtos, como mostra a Figura 3 a seguir (POZO, 2002).

Figura 3 - Atividade logísticas na cadeia de suprimentos imediata a empresa



Fonte: Pozo (2002)

O significado do sistema logístico é fornecer aos consumidores o nível de serviço exigido pelo menor custo (KOTLER; ARMSTRONG, 1999). Portanto, o estudo dos serviços de logística é importante porque o caminho para a competitividade sustentável pode estar na melhoria da logística. Em função da medição do sistema logístico, o nível de serviço logístico tem a função de medir a satisfação do cliente de acordo com várias dimensões (MENTZER et al., 1989).

### Logística de Distribuição

Pode-se definir a distribuição logística como uma série de atividades estruturadas para gerenciamento de materiais, desde a exportação de produtos da linha de produção até a entrega do ponto de consumo final. Além das estratégias que suportam esses processos, a distribuição logística também inclui atividades que definem e gerenciam as vendas mais adequadas, vendem produtos e fornecem canais de serviço.

A logística é uma parte indispensável de uma organização e deve participar tanto de sua estratégia quanto de seus objetivos. Ohmae (1988) apontou que, mesmo antes de estabelecer

uma estratégia de resposta aos concorrentes, a empresa precisa determinar suas reais necessidades, focar nas necessidades dos clientes e cumprir sua liberdade. Além disso, ele precisa reconsiderar o que são produtos e seus usos, a fim de organizar sistemas de negócios que projetam, fabricam e vendem produtos, porque a realidade da competição é seu objetivo, mas sua definição depende dos termos que vêm do cliente.

Quando uma organização percebe que um bom gerenciamento de logística não apenas afeta seus custos, mas também fornece níveis diferentes de atendimento ao cliente, poderá buscar efetivamente novos mercados e aumentar sua participação (BALLOU, 2004).

## **Estoque**

Os estoques estão presentes em quase todos os processos de manufatura. As variações constantes de demanda, a diversidade de produtos ofertados no mercado e os ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos, tornam a gestão de estoque mais complexa e de elevada importância para a empresa. Visto por outro ângulo, é importante ligar com as divergências que há entre o que é vender e o que é produzir. A maneira como uma empresa administra seu estoque influencia diretamente no lucro e o jeito como ela compete diante a concorrência (ALBERTIN; PONTES, 2016).

As perdas no estoque são determinadas como uma das fontes de desperdícios. No estoque, as perdas sucedem em função da redução progressiva, da ausência de qualidade dos itens produzidos e estocados e de furtos. Quando é adotado a política de elevados volumes de estoques, pode ocorrer a redução progressiva dos itens, especialmente em segmentos de mercado com uma alta velocidade de evolução tecnológica. Esta política motiva a utilização de descontos e promoções para eliminar do estoque obsoleto e, através disso, diminuir ou eliminar a margem de lucro. Da mesma forma pode ocorrer perdas devido à ausência de qualidades dos produtos, manufaturados em não conformidade com as particularidades de projeto (SHINGO, 1996).

De acordo com o estudo de Pinto et al. (2013), a perda de exercício é um ponto muito analítico de adaptação à redução de mudas (resíduos) em um ambiente de produção enxuto. No entanto, como pode ser usado para transportar produtos entre várias etapas da produção e transferir operadores para a produção, é preciso dizer que é importante que o cliente final identifique apenas a parte agitada especificada como o preço na cadeia de produção. Reduza o desperdício para atividades e itens humanos em um ambiente seco ao mínimo. Normalmente, o fornecedor é responsável por distribuir pedidos em várias unidades ou sub-fábricas.

Devido às ambiguidades na demanda e no fornecimento, o estoque de segurança tem o propósito de suprir que possam ocorrer falhas de fornecimento e previsão. A partir desta perspectiva, algumas organizações se deparam com picos e demanda, e questões com prazos de

entrega de transportadoras e fornecedores, e quando não estão preparadas, e os resultados são refletidos em prejuízos e perdas. Com quanto, é conveniente que as empresas mantêm um determinado nível de estoque mínimo para poder lidar com as incertezas (SLACK et al., 2009).

### ***Lean Manufacturing***

O tema *lean* e inventário foi apresentado inicialmente por Hall (1983) com o tema "inventário zero", e depois proposto por Miyazaki (1996), que avaliou o custo de inventário do sistema push-pull.

Segundo Ohno (1997), a "eficiência real" de Ford significa para ele o método de trabalho mais famoso, e ele é entendido no sistema de produção da Toyota. A diferença entre os dois reside no conceito de "eficiência" para a indústria automotiva tradicional, representa a produção de quantidade e velocidade. No entanto, o sistema de produção da Toyota, que sempre suprime a superprodução, só pode ser produzido de acordo com as necessidades do mercado para que seja eficiente.

O *Lean Manufacturing* é um sistema integrado de tecnologia social, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício, reduzir ou minimizar o número de fornecedores e mudanças internas (SHAH; WARD, 2003). Essa é uma estratégia operacional que visa atingir o menor tempo de ciclo, eliminando desperdícios (LIKER, 1997). No entanto, para Liker (1997), o *lean* tem muitas vantagens. Entre eles, o custo de produção é baixo, o índice de qualidade é alto e o tempo de processamento é o mais curto.

Depois que a empresa identificar as principais fontes de desperdício, como métodos instantâneos, sistemas *Kanban*, produção puxada, unidades de trabalho, autonomia, *Kaizen*, sistemas 5s, *Poka-Yoke* e outras ferramentas, essas organizações ajudarão essas organizações a tomar medidas para eliminar ou reduzir essas medidas corretivas de desperdício (MONDEN, 1993).

Embora os princípios *lean* se originem na produção, eles podem ser aplicados universalmente. O desafio é como traduzir, adaptar e aplicá-los a situações específicas (DENNIS, 2008). Nesse sentido, muitas organizações adotaram o conceito *lean* na linha de produção, mas, para o gerenciamento de inventário, esse conceito não parece claro (WOMACK et al., 2004). Por que não? Como gerenciar estoques de maneira enxuta significa manipular uma série de dados e habilidades culturais intangíveis por meio de tecnologias coordenadas e projetadas, dentro ou fora da organização, essas tecnologias e visibilidade são muito baixas, dificultando a implementação. Entrar em um ambiente enxuto, especialmente quando envolve fornecedores externos, é na verdade uma atividade complexa e envolve uma série de ações conjuntas e interdependentes de todas as partes relevantes (DENNIS, 2008; PINTO, 2009; RODRIGUEZ et al., 2012).

Tópicos de *lean* e inventário foram explorados em outros estudos científicos (HALL, 1983; MIYAZAKI, 1996). No entanto, ainda é necessário entender melhor os fatores que diferenciam o gerenciamento de estoques de empresas com sistemas tradicionais de gerenciamento dos estoques de empresas de gerenciamento enxuto, para poder identificar políticas (ações estratégicas) que podem levar a ganhos competitivo. Por que seguir esse caminho para obter uma vantagem competitiva? Porque hoje está se tornando cada vez mais difícil obter uma vantagem competitiva duradoura por meio das características das mercadorias produzidas porque elas podem ser medidas, testadas e discriminadas. A maioria dos produtos produzidos hoje pode ser copiada ou substituída. O que diferencia e forma o único conjunto são os atributos não homogêneos, difíceis de isolar e identificar, ou seja, as características da soma das identidades culturais e a soma de um conjunto de ações (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

Nesse caso, como preconizado pelo conceito *lean*, o gerenciamento de logística de estoque de hoje se tornou um recurso rico para exploração estratégica e uma vantagem competitiva ao reduzir desperdícios e custos. Sobre este Gaunt (2006, p.1) mencionou:

A armazenagem e a operação de distribuição são relativamente simples sob a perspectiva operacional, e pode ser esta a razão pela qual elas frequentemente são desprezadas no que se refere às aplicações dos conceitos *Lean*. Contudo, apesar da sua simplicidade, frequentemente existe uma oportunidade significativa para redução de custos (GAUNT, 2006, P.1).

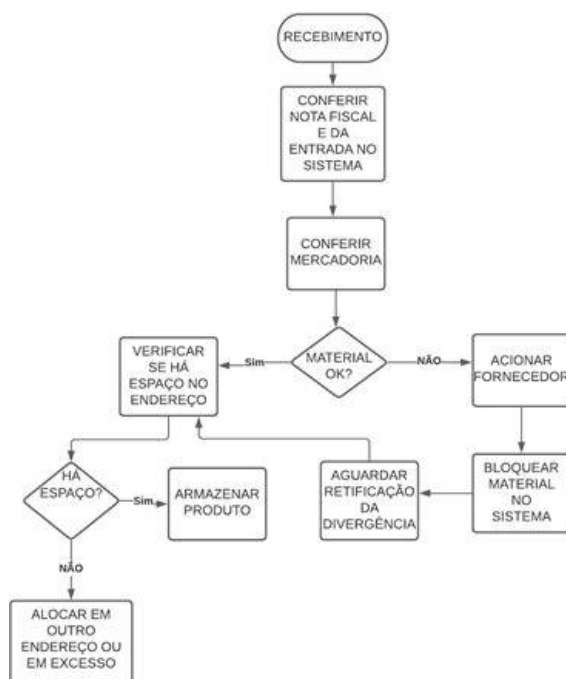
## **ESTUDO DE CASO**

### **Rotina do Estoque**

Na rotina do estoque da loja é comum que haja recebimentos diários de mercadorias de fornecedores, conferências dos materiais, lançamento de notas fiscais no sistema da loja e armazenamento dos produtos recebidos.

Conforme explicado, na Figura 4 a seguir, é apresentado o fluxograma de recebimento de materiais do estoque.

Figura 4 - Fluxograma de recebimento

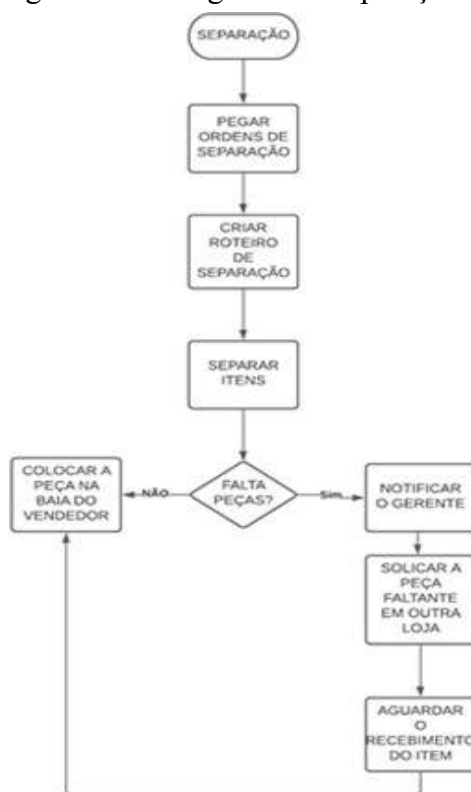


Fonte: Autores (2020)

Quando é realizado uma venda é feito um pedido de separação que é encaminhado para o estoque. Quando acolhido esse pedido pelo colaborador responsável é feito a separação e disponibilizado na baia do vendedor que realizou a venda.

Na Figura 5 a seguir, é apresentado o fluxograma de separação dos materiais do estoque.

Figura 5 - Fluxograma de separação

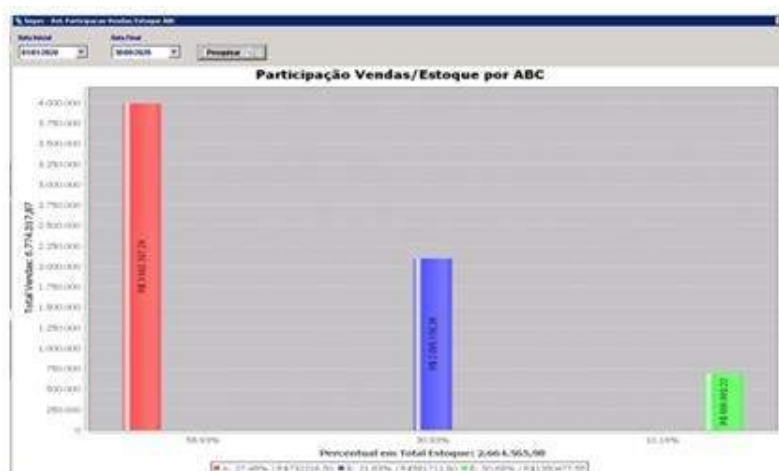


Fonte: Autores (2020)



O inventário é realizado diariamente nos itens mais vendidos e nos itens menos vendidos. De acordo com o relatório da ferramenta Curva ABC apresentado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Curva ABC



Fonte: Autores (2020)

### Identificação dos Problemas

Por meio das informações apresentadas pelo gerente da loja e um dos participantes do estudo de causa, que também trabalha na loja. Foram identificados cinco problemas principais:

- Padronização dos processos logísticos;
- Falta de capacitação dos funcionários;
- Erro de cadastro das peças;
- Comunicação do setor de compras com a loja;
- *Layout* da loja;

### Análise dos Problemas

Por meio das informações prestadas pelo responsável da loja, foram identificados cinco problemas principais com suas respectivas consequências.

Mediante a isso foi utilizado o diagrama de Pareto para determinar a prioridade de cada problema, conforme o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 - Diagrama de Pareto



Fonte: Autores (2020)

Depois de determinar os problemas, é necessário determinar quais medidas prioritárias devem ser tomadas e quais ferramentas serão utilizadas para resolver os problemas correspondentes. Para identificar quais as medidas prioritárias de criticidade usamos o diagrama de Ishikawa. Na Figura 7 a seguir, apresenta a análise de causa raiz para a falta de padronização dos processos logísticos.

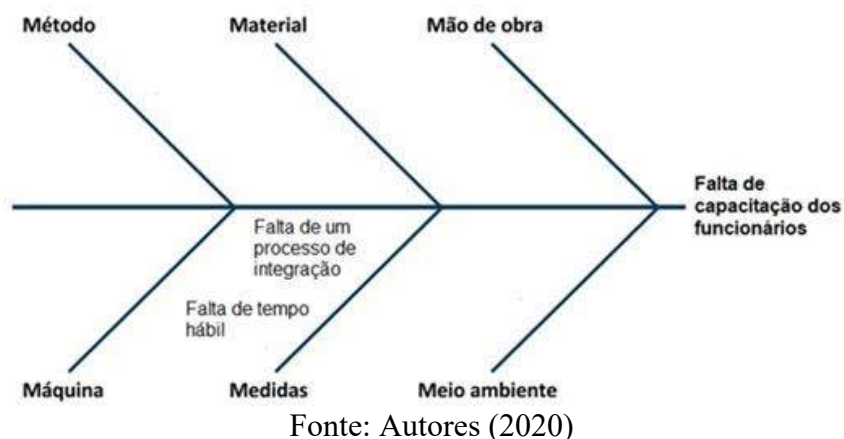
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa para falta de padronização dos processos



Fonte: Autores (2020)

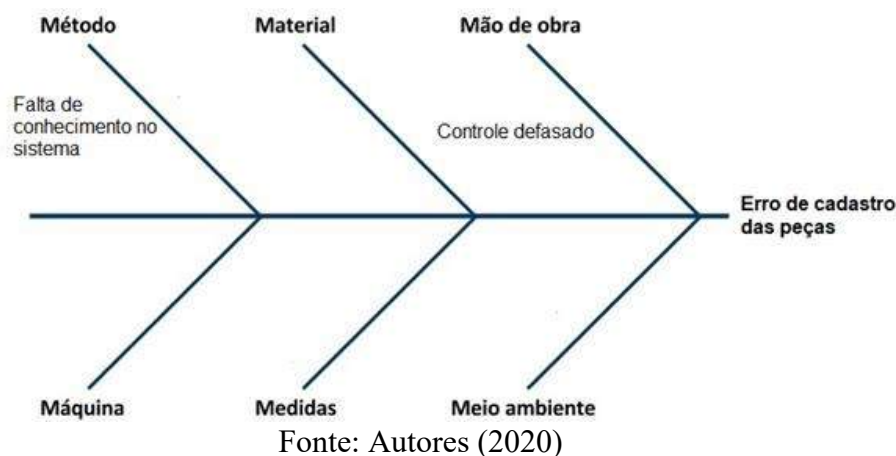
Na Figura 8 a seguir, apresenta a análise de causa raiz para a falta de capacitação dos funcionários.

Figura 8 - Diagrama de Ishikawa para a falta de capacitação dos funcionários



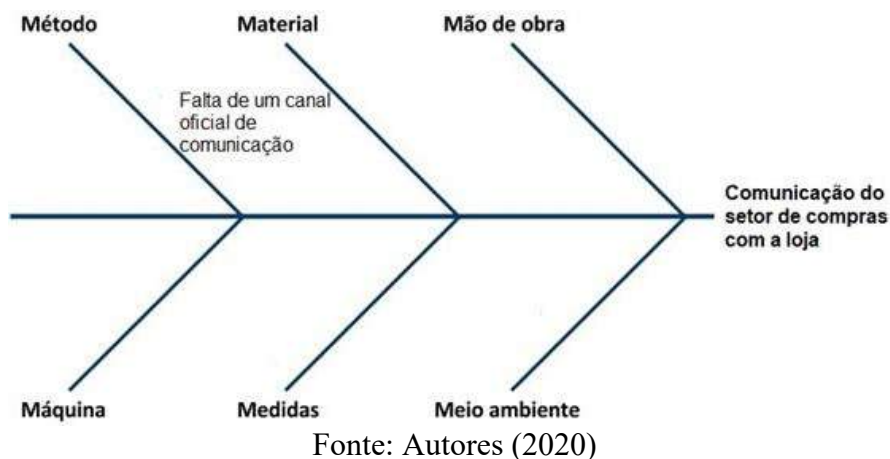
Na Figura 9 a seguir, apresenta a análise de causa raiz para o erro de cadastro de peças.

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa para erro no cadastro de peças



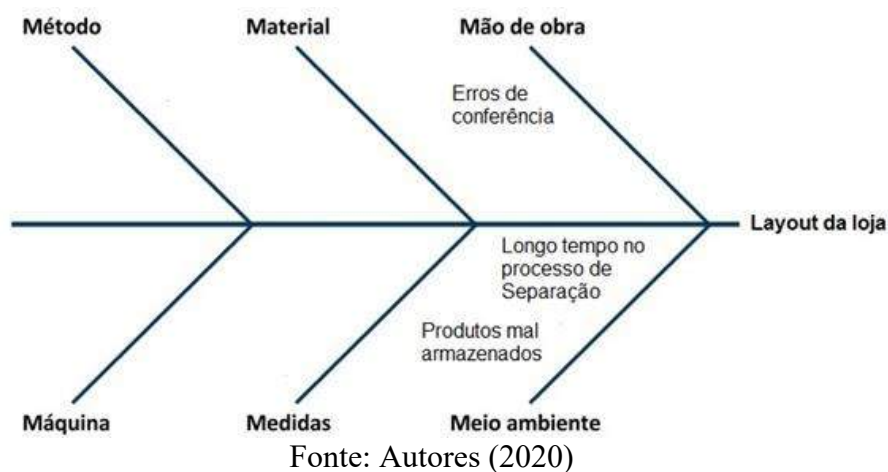
Na Figura 10 a seguir, apresenta a análise de causa raiz para comunicação do setor de compras com a loja

Figura 10 - Diagrama de Ishikawa para comunicação do setor de compras com a loja



Na Figura 11 a seguir, apresenta a análise de causa raiz para o layout da loja.

Figura 11 - Diagrama de Ishikawa para o layout da loja



Por meio das informações baseada no gráfico de Pareto e no diagrama de Ishikawa, elaborou o Quadro 1 a seguir, para identificar as prováveis causas e seus respectivos impactos.

Quadro 1 - Problemas e impactos identificados

n	Problemas	Causas Prováveis	Impactos
1	Padronização dos processos logísticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conhecimento explícito;</li> <li>• Falta de um processo bem definido;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de qualidade de serviço;</li> <li>• Atraso dos prazos;</li> </ul>
2	Falta de capacitação dos funcionários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de um processo de integração;</li> <li>• Falta de tempo hábil;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de qualidade de serviço;</li> <li>• Atrasos na operação;</li> </ul>
3	Erro de cadastro das peças	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conhecimento no sistema;</li> <li>• Controle defasado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas de localização das peças;</li> <li>• Realização do inventário;</li> </ul>
4	Comunicação do setor de compras com a loja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de um canal oficial de comunicação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda das vendas;</li> </ul>
5	Layout da loja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erros de conferência;</li> <li>• Longo tempo no processo de Separação;</li> <li>• Produtos mal armazenados;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento dos custos de estoque</li> <li>• Perdas financeiras;</li> </ul>

Fonte: Autores (2020)

## **PROPOSTAS DE MELHORIA**

### **Padronização dos Processos Logísticos**

Com a falta de padronização dos processos logísticos a empresa pode acarretar perdas de produtividade, lucratividade e qualidade nos serviços. Pois cada funcionário faz a operação de entrada, armazenagem e saída do material com base no seu conhecimento tácito.

Para melhoria dos processos logísticos sugere-se, criar normas e processos bem definidos com o auxílio da ferramenta 5S, para padronizar os serviços. Com que todos os envolvidos no setor logístico sigam um padrão de processos visando uma melhor produtividade.

### **Falta de Capacitação dos Funcionários**

Devido à falta de treinamento da equipe está propenso a perda de qualidade no serviço e atrasos nas operações. Com isso é proposto treinamento aos funcionários já existente no quadro de colaboradores. Para a chegada de novos funcionários propomos um processo de integração, para que conheçam os processos internos da empresa.

### **Erro de Cadastro das Peças**

Com o excesso de erro no cadastramento das peças no sistema, vem acontecendo diversos problemas. A dificuldade mais comum é na falta de confiança nas informações geradas pelo sistema, outro contratempo recorrente é na localização das peças no estoque. Por fim na realização do inventário gera um controle defasado.

Para solução desses problemas, foram propostas as seguintes melhorias:

- A criação de um setor dedicado ao cadastramento dos produtos;
- O cadastramento dos produtos ficará restrito a apenas um colaborador;
- Fazer a capacitação desse colaborador para saber utilizar melhor o sistema da empresa.

### **Comunicação do Setor de Compras com a Loja**

Com a falta de comunicação entre o setor de compras com a loja, ocorre diversos contratemplos levando na maioria das vezes a perda da venda no produto. Gerando assim, um impacto direto nas vendas e conseqüentemente nos lucros da empresa. Na maioria das vezes ocasiona a perda do cliente.

Foi proposto uma reunião entre a loja e o setor de suprimentos, para que eles deem ideias que consiga sanar esse erro de comunicação e com o auxílio da ferramenta kaizen, inserir um processo de melhoria contínua entre eles e com isso conseguirem um canal que melhor se comuniquem. Para melhorar esses problemas que causam com a falta de comunicação.

## **Layout da loja**

O *layout* da loja é um dos aspectos mais importantes para a produtividade da loja e também para gerar uma boa qualidade no atendimento ao cliente. Um layout ultrapassado, pode gerar inúmeros problemas no estoque da loja, sendo alguns deles: erro de conferência devido ao local inapropriado para esse tipo de serviço, produtos armazenados de forma inadequada e um longo tempo no processo de separação dos produtos.

De acordo com a metodologia do 5S propôs a contratação de uma empresa especializada na modernização de *layout*. Levando em consideração que o layout atual da loja não foi planejado de maneira correta. Fica inviável uma adequação interna funcional sem ajuda de um especialista.

O novo *layout* precisa ser implementado com as premissas da filosofia 5S que traria uma produtividade enxuta para a loja.

## **Plano de Ação**

Com o intuito de implementar as propostas de melhoria, foi proposta um plano de ação conforme pode ser observado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Plano de ação

<b>PROBLEMAS</b>	<b>AÇÃO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA</b>
Falta de capacitação dos funcionários	Definição de um processo bem estruturado	Diretoria	Definir
Padronização dos processos logísticos	Processo de integração na empresa	RH	Definir
Erro de cadastro das peças	Capacitação da pessoa responsável pelo cadastramento	Administrativo	Definir
Comunicação do setor de compras com a loja	Implementação de um canal oficial de comunicação	Diretoria	Definir
Layout da loja	Projeto de modernização	Diretoria	Definir

Fonte: Autores (2020)

Devido ao momento atual de pandemia, por conta do COVID-19, não foi possível implementar o plano de ação elaborado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo do estudo de caso, verifica-se que informações do sistema usado pela empresa apresenta falhas, geralmente relacionada a erros de registros que podem levar há uma baixa qualidade no serviço e produtividade.

Tendo em vista a necessidade da empresa em aumentar as margens de lucro e reduzir perdas, aliada a uma gestão eficaz dos materiais de estoque, este trabalho analisou a gestão de estoque e identificou os problemas que geravam as maiores perdas no processo, por meio da aplicação das ferramentas da qualidade e com base no levantamento realizado, foi possível identificar o nível de criticidade de cada problema.

Após a classificação dos problemas, foi levado em consideração a metodologia *Lean Manufacturing*, onde foram utilizadas as ferramentas do *lean* para buscar melhorias no processo de gestão de estoque. Com isso sendo possível realizar proposta de melhorias para a empresa.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. Administração da produção e operações. Intersaberes. 2016. Disponível em:

<<http://unoeste.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788544302354>> Acesso em: 05 de maio de 2020.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística Empresarial. Ed 5. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Gestão logística de cadeias de suprimento. Porto Alegre: Bookman. 529 p. 2006.

CATAPAN, A., PINTO, R. A. Q., TORTATO, U., VEIGA, C. P. Lean Manufacturing: Um estudo de caso da sua aplicação em empresa do ramo de metais sanitários. Rev. Connexio. 2013.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

DENNIS, P. Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 191 p. 2008.

DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. Ed 4. São Paulo: Atlas, 1993.

GAUNT, K. Are your warehouse operations lean? Ed 3. Universal Advisor, 2006.

GLENN, P. Joined up lean. Manufacturing engineer, v. 84. Pp. 44-47. 2005.

- GOETSCH, D. L.; DAVIS, S. B. Introduction to Total Quality - Quality Management for Production, Processing, and Services. Ed 2. Prentice Hall, Inc. 1997.
- HALL, R. W. American production and inventory control society. In: Zero inventories. Homewood Illinois: Dow-Jones Irwin, 329 p. 1983.
- KOTLER, Philip & ARMSTRONG, Gary. Princípios de Marketing. Tradução de Cristina Yamagami. 12. ed. São Paulo: Prentice Hall, 1999. 600 p.
- LIKER, J. K. Becoming lean: inside stories of U.S. manufacturers. 1997.
- MENTZER, T. J.; GOMES, R.; KRAPFEL, J. R. Physical distribution service: a fundamental marketing concept? Journal of the Academy of Marketing Science, v.17, pp 53-62, 1989.
- MIYAZAKI, S. An analytical comparison of inventory costs between the pull and the parts-oriented production systems. International Journal of Production Economics, v. 44, p. 151-157, 1996.
- MONDEN, Y. Toyota production system: an integrated approach to just-in-time. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press, 1993.
- OHMAE, K. Voltando à estratégia. 1988.
- OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PINTO, R. A. Q.; TORTATO, U.; VEIGA, C. P.; CATAPAN, A. Gestão de estoque e lean manufacturing: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. Revista Administração em Diálogo. ISSN 2178-0080. Vol.15. n.1. 2013.
- POZO, H. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2002.
- RODRIGUEZ, C. M. T.; SOUSA, D. A. B.; SANTOS, G. P. S.; CASARIN, N. Lean na Logística: uma reflexão da agregação de valor e desperdícios. Revista Mundo Logística, n. 26, 2012.




SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, v. 21, pp 129-149. 2003.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção com Estoque Zero: o Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre. Editora Bookman, 1996.

SHINOHARA, I. New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries. Productivity Press, 1988. SLACK, N. CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. Ed 3. Atlas, 2009.

WOMACK, J.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. São Paulo: Campus, 2004.

The background of the page features a light blue gradient. In the upper left, a hand is shown holding a large gear. Overlaid on the gear is a target symbol with a crosshair. To the right, a line graph with several data points is visible. The overall theme is technical and engineering.

Celso Amaral Cordeiro  
Gustavo Henrique Barbosa de Oliveira  
Ayolle Milena Silva Ávila  
Isabela Guimarães Cyriaco  
Daniel Moraes Santos

**PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO  
PLATAFORMA ARDUINO PARA ALERTA DE  
DESLIZAMENTO EM ÁREAS DE RISCO**

# PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO PARA ALERTA DE DESLIZAMENTO EM ÁREAS DE RISCO

Celso Amaral Cordeiro  
Gustavo Henrique Barbosa de Oliveira  
Ayolle Milena Silva Ávila  
Isabela Guimarães Cyriaco  
Daniel Moraes Santos

## RESUMO

Os deslizamentos estão quase sempre associados a desastres naturais, com perdas de vidas humanas e grande prejuízo financeiro. No Brasil, a situação causa grande preocupação à sociedade civil e às autoridades governamentais, os deslizamentos ocorrem com muita frequência nos meses iniciais do ano. Esse tipo de desastre na maioria é influenciado por diversos fatores, sendo os principais a má distribuição da malha urbana, a falta de infraestrutura, a impermeabilização e desmatamento do solo e por fim o clima tropical e à alta pluviosidade. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de desenvolver um sensor de alerta para deslizamento de áreas de risco utilizando plataforma Arduino, por meio da análise da umidade do solo das encostas.

**Palavras-chave:** deslizamentos, alerta, Arduino.

## INTRODUÇÃO

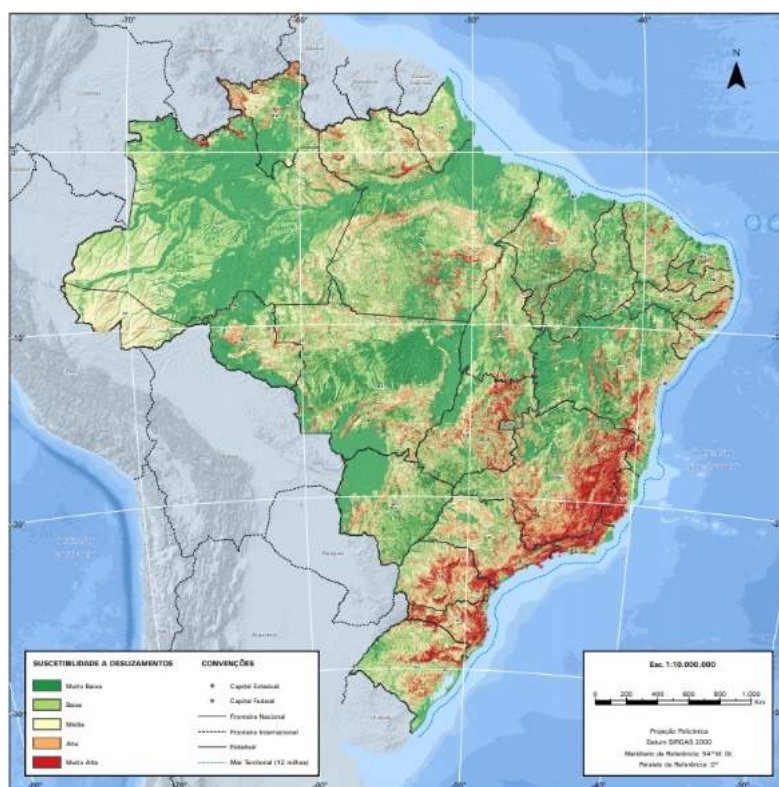
Conforme Marcelino (2008), é possível definir e conceituar os desastres naturais, de forma simplificada, como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade dos afetados em conviver com o impacto.

Dessa forma, pode-se perceber que no século XXI os deslizamentos em áreas de risco têm aumentado consideravelmente, principalmente em centros urbanos de países subdesenvolvidos e países que estão em desenvolvimento, no qual existe uma urbanização intensa, e devido ao alto custo de vida nos centros, a população de baixa renda se alocou em regiões localizadas em morros e encostas íngremes, dessa forma, os movimentos gravitacionais de massa são agravados, podendo atingir famílias, que se encontram em áreas de risco com possibilidade de causar não só perdas materiais como também perdas humanas.

Além disso, em grande parte das cidades, os assentamentos urbanos apresentam nenhum

critério técnico ou projeto ambiental. Esse tipo de irregularidade tanto da população quanto dos órgãos públicos provoca transgressões de leis ambientais e que frequentemente estão relacionados a acidentes nas épocas de chuvas torrenciais, resultando em grandes tragédias. De tal forma que todos esses riscos ocasionam em prejuízos caso o evento ocorra, através da figura 1 observa-se que a região sudeste apresenta os maiores índices de áreas de suscetibilidade a deslizamentos.

Figura 1 - Mapa de áreas com suscetibilidade a deslizamentos



Fonte: IBGE (2019).

A partir dessas problemáticas, criou-se a necessidade do desenvolvimento de um protótipo de sistema de monitoramento de fácil acesso, aplicabilidade e baixo custo com o fim de evitar perdas de vidas humanas nesses desastres naturais. Esse sistema utiliza como base a detecção de possíveis deslizamentos por meio do excesso de umidade no determinado tipo de solo, utilizando um microcontrolador. Ele envia um sinal sonoro aos habitantes da região para que possam se precaver da possível catástrofe em uma área de risco.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um dos fatores que podem determinar o risco de ruptura e deslizamento do solo é o teor de umidade que é determinado através da razão da quantidade de massa de água presente na amostra de solo sobre a massa seca da amostra. A partir disso, é possível analisar e compreender o comportamento do solo devido a porcentagem de água presente no solo.

$$m = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

m (%) = teor de umidade;

m<sub>1</sub> = massa úmida;

m<sub>2</sub> = massa seca.

Um dos casos de maior frequência do deslizamento é quando uma fina camada de solo, desliza sobre a rocha. Através de ensaios técnicos do solo pré-determinados, características locais do solo e em conjunto com o sensor de umidade do solo, pode-se evitar tragédias.

Para realizar a análise da umidade do solo foi utilizado o sensor de umidade YL-69 que mede basicamente a resistividade do solo. Caso o solo esteja molhado, menor será a resistividade, já se o estiver seco, maior será a resistividade. O sensor consiste em duas superfícies metalizadas e isoladas uma da outra, que devem ser enterradas no solo, a sonda por sua vez é conectada em um módulo que se conecta com o Arduino.

Dessa maneira, o funcionamento do sensor é baseado em um divisor de tensão no qual a terra molhada sobre essas superfícies, permitirá a passagem de corrente. Essa corrente passando pela resistência do solo desenvolverá uma diferença de potencial (tensão), que será medida pelo conversor ADC do microcontrolador (portas analógicas). O solo funcionará como uma resistência variável, na qual a sua resistência depende da sua umidade. Dessa maneira, a resistência é inversamente proporcional a umidade do solo, ou seja, quanto menor for a umidade do solo, maior será a tensão medida pelo microcontrolador, já caso o solo estiver mais úmido, a tensão deverá ser mais baixa.

Para obter leituras precisas do sensor de umidade do solo, é recomendável calibrá-lo primeiro para o tipo específico de solo que planeja monitorar. Diferentes tipos de solo podem afetar o sensor, então, seu sensor pode ser mais ou menos sensível dependendo do tipo de solo que você usará. A calibragem inicial é realizada em duas etapas, inicialmente é realizado leituras com a sonda seca e fora da terra, após isso realiza-se uma nova leitura com a sonda imersa na água, dessa forma é obtida a voltagem máxima e mínima, respectivamente. Dessa forma, a leitura do sensor terá uma nova escala de acordo com o solo analisado.

A montagem, inicialmente, conecta-se a sonda no módulo, que por sua vez é conectado no ESP. O módulo possui 4 terminais, a saída analógica, a saída digital, a entrada de energia e a terra. Para a aplicação neste trabalho foi realizada a seguinte montagem: saída analógica conectada na porta 35 do microcontrolador, entrada de energia conectada na porta digital 13 e o terra conectado no pino GND.

A entrada de energia foi conectada em um pino digital, para que assim fosse possível controlar quando ligar ou desligar o sensor. Dessa forma, aumentando o tempo de vida do sensor, pois

caso ele permaneça ligado ininterruptamente, a sonda será corroída mais rapidamente, devido ao fluxo de corrente elétrica entres os terminais.

No código foi adicionando um temporizador, seriam realizadas 100 leituras a cada 5 minutos e a média dessas leituras seria comparada com um variável limite, que foi obtida por meio de análises prévias do solo. Caso a média esteja próxima do limite será enviado um sinal via Wi-Fi para uma central que alertará todas as pessoas que vivem próximas a essa região.

Como o sensor é posicionado em encostas, o conjunto foi alimentado por uma bateria externa que permite assim, uma eficiência de dias até que necessite ser recarregada ou trocada. O conjunto ESP32 e a bateria foram colocados em um recipiente isolado, para que não fosse possível entrar água, e foi realizado também um furo para a passagem da sonda. Dessa forma, o sensor poderia ficar no campo aberto sem a necessidade de tomadas e computador para que ele funcionasse.

Para o monitoramento dos dados foram realizadas duas abordagens. Primeiramente com o auxílio de uma plataforma de desenvolvimento de aplicações, IoT (Internet das coisas), foi montado uma planilha de monitoramento online, na qual o sensor coleta as leituras realizadas a cada 5 minutos e envia via Wi-Fi para a plataforma, assim é possível manter um monitoramento constante da umidade do solo. Além disso, foi estabelecida uma porcentagem máxima de tolerância para quantidade de água presente no solo, dessa forma, caso a leitura for maior que o limite pré-estabelecido, o ESP32 acionará um alerta sonoro para alertar os residentes próximos.

Foram cogitados outros tipos de alerta, contudo, a melhor opção avaliada foi o alerta sonoro, pois caso as pessoas estiverem dormindo o alerta sonoro irá alerta-los imediatamente, função que não seria possível de realizar por outros meios como por SMS, e-mail ou aplicativo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização do sensor de umidade de solo que tem a capacidade de medir a variação de umidade presente no solo, possui características fundamentais de fácil ajuste em sua resolução, assim permite melhorar sua precisão, porém o funcionamento de todo o sistema vai ser influenciado por outras variáveis como inclinação, tipo do solo e inclusive o índice pluviométrico da região. Todos esses parâmetros devem ser avaliados e calculados de forma que possam estabelecer um fator de segurança que atenda a região. Mediante a aplicação neste trabalho tem como finalidade apresentar um modelo de prototipagem de um sistema piloto de alerta para áreas de risco que possam acontecer possíveis deslizamentos ocasionados pelo excesso de chuvas onde a maioria das vezes moradores constroem casas em encostas que apresentam altos riscos de rompimento do solo.

Aplicação do circuito de monitoramento seria em situações reais em que envolvem vidas de

cidadãos que podem depender do sistema de alerta para se precaver e deixar o local. Para isso, necessitaria de equipamentos mais robustos de tal forma que tivessem uma precisão suficiente para identificar a umidade de risco no solo, e que pudesse ser instalado em maior profundidade, já que o modelo atual utilizado no protótipo só permite a leitura da camada superficial do solo. Essa prototipagem tem aplicabilidade para o setor público, podendo ser desenvolvido com parcerias junto a prefeituras e defesas civis, mediante a sua aplicação que envolveria diretamente a população, para que fosse efetivo o real motivo: segurança e tranquilidade pudessem ser características dos seus usuários. Com capacidade direta de atender o setor público, o sistema através da plataforma Arduino possui vantagem por utilizar linguagem de programação simples, possibilitando que pessoas com pequeno grau de conhecimento sobre programação consiga operar o sistema. Assim, pode ser personalizada com maior facilidade para cada teor de umidade específico e índices físicos, que indicam o risco para o rompimento do solo saturado da região estudada. O sistema precisaria passar por periódicas verificações de funcionamento inclusive a troca adequada do sistema de alimentação via baterias, assim permitindo atender de forma prática a comunidade dependente de toda a estrutura do sistema. Além disso, ao comparar o protótipo criado com sensores já existentes no mercado, podemos ver que existe uma grande diferença no valor deles, como é possível perceber nas figuras 2 e 3:

Figura 2 - Custo para criação do sensor

Componentes para o sensor de umidade	
Itens	Preço médio
Microcontrolador ESP32	R\$ 71,60
Sensor de umidade do solo	R\$ 11,27
Buzzer	R\$ 5,00
Bateria externa recarregável (10.000mah)	R\$ 80,00
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 167,87</b>

Figura 3 - Valor de sensores já existentes no mercado

Sensores de Umidade Disponivel No Mercado Nacional	
Itens	Preço médio
Sensor de Umidade do Solo SMRT-Y - Rain Bird	R\$ 1.948,15
Sensor de umidade do solo Pro S300 Gardentoy	R\$ 199,00
Sensor de Umidade do Solo - k6440	R\$ 1.074,00

Analisando as figuras podemos analisar que existe uma grande diferença entre os valores do sensor desenvolvido e dos sensores existentes, ao realizar novos testes será possível determinar a eficiência do sensor desenvolvido e determinar as suas possíveis aplicações, já os sensores existentes têm uma grande precisão para realizar estudos específicos sobre o solo e suas características.



## CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados neste presente trabalho, considera-se a necessidade de ênfase no estudos do monitoramento de área de risco de forma segura, eficiente e de baixo custo, por tanto para o desenvolvimento do sistema observa-se que a plataforma Arduino, permite atender a maioria destes requisitos, porém sensor utilizado para a prototipagem, utilizado de forma provisória, pois o mesmo não atende solos profundos, já que sua aplicação para o qual geralmente é empregado em setores agrícolas, para o monitoramento superficial da umidade no solo de plantações e hortas.

O sensor integrado com um sistema sonoro para emitir o alerta é uma das soluções mais viáveis para o sistema, pois como dependerá de um fenômeno físico, que nesse caso é a chuva, o sistema de o objetivo imediato de alertar os moradores que estão próximo do local onde está instalado, assim conseguindo ser um sistema independente de outros equipamentos, ferramentas adicionais podem ser integradas como o envio de uma mensagem via SMS, e-mail ou notificação em aplicativo, esse alerta através de mensagens eletrônicas seria enviado para algum setor público que poderia socorrer o local, como defesa civil, prefeitura ou até mesmo corpo de bombeiros.

Porém com atualização de sensores de umidade de solo mais robusto e com melhor precisão e o sistema operado de forma eficiente, trazendo maior confiabilidade para sua utilização, no atual trabalho o sistema é alimentado por baterias, pensado a longo prazo o sistema pode ser utilizado com a alimentação elétrica via uma fonte de 5 volts, onde evitaria a troca constante de baterias. Como o sistema seria útil em épocas chuvosas em períodos de seca todo sistema pode ser facilmente desmontado e remontado na época que realmente haja necessidade de sua aplicação.

## REFERÊNCIAS

MARCELINO, E. Desastres naturais e geotecnologias: conceitos os básicos. Santa Maria, 2008. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 12 abril 2021.

Suscetibilidade a deslizamentos do Brasil: primeira aproximação / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.





Ana Paula da Silva  
Everson Pires da Cruz  
Gabriela Maria Martinez  
Fernanda Paola Butarelli

**QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: ESTUDO DE CASO  
EM UMA INDÚSTRIA DE LUMINÁRIAS DE EMERGÊNCIA**

# QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE LUMINÁRIAS DE EMERGÊNCIA

Ana Paula da Silva  
Everson Pires da Cruz  
Gabriela Maria Martinez  
Fernanda Paola Butarelli

## RESUMO

A humanização tem sido tópico importante nas discussões empresariais, estudos apontam que a produtividade de uma organização é influenciada pela motivação de seus funcionários. Existe uma busca crescente pela compatibilidade do trabalho com os desejos intrínsecos de cada indivíduo, essa necessidade torna necessário a identificação dos fatores que contribuem para a realização e satisfação dos colaboradores. Nesse sentido, a Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) contribui diretamente para reconhecer, a partir da ótica dos colaboradores, os fatores que influenciam para seu bem-estar e produtividade. A QVT é composta por diferentes dimensões humanas, considerando aspectos físicos, psicológicos, sociais, ambientais e culturais, existe na literatura diversos modelos para avaliação da QVT. O modelo selecionado para esse estudo foi o de Richard Walton (1973), que avalia a QVT a partir de uma classificação em oito estratos. Essa pesquisa se caracteriza como do tipo qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada e o objeto de estudo foi uma indústria de luminária de emergência. Foram realizadas análises descritivas e análise estatística para validação dos resultados, que apontaram diferença estaticamente significativa entre a avaliação das oito dimensões. A dimensão que obteve a menor satisfação dos colaboradores foi a dimensão 04, que trata da oportunidade de crescimento e segurança, para essa dimensão foram avaliados os fatores que a compõem, e a análise demonstrou que há insatisfação em relação ao recebimento de feedbacks e oportunidade de crescimento. Foi analisada a diferença das avaliações entre os setores administrativos e produtivos, e pelo teste de Tukey não foi possível afirmar que há diferença significativa entre os dois segmentos da empresa. Os objetivos foram alcançados, pois foi possível ter a percepção da Qualidade de Vida no trabalho, a partir da ótica dos colaboradores.

**Palavras-chave:** qualidade de vida no trabalho, modelo de Walton, QVT.

## INTRODUÇÃO

As pessoas são fundamentais para o sucesso de uma organização e sua participação tem sido cada vez mais relevante na gestão das empresas. A humanização tem sido tópico importante

nas discussões empresariais pois, como enfatiza Chiavenato (2004), as organizações funcionam por meio de pessoas e esse relacionamento configura um modelo de mútuo benefício, no qual ambas as partes dependem uma da outra para sua sobrevivência. A organização busca atingir seus objetivos, enquanto proporciona às pessoas o atingimento de seus objetivos individuais.

Estudos apontam que a produtividade de uma organização é influenciada pela motivação de seus funcionários, e existe uma busca crescente pela compatibilidade do trabalho com os desejos intrínsecos individuais. Essa necessidade torna necessário a identificação dos fatores que contribuem para a realização e satisfação dos colaboradores, e, nesse sentido, a Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) contribui diretamente para reconhecer a partir da ótica dos colaboradores os fatores que influenciam para seu bem-estar e produtividade.

A QVT é um conceito abrangente e dinâmico, os autores propõem abordagens que incorporam elementos diversos, porém, apesar da diversidade de conceitos, há unanimidade ao afirmar que a QVT é composta por diferentes dimensões humanas, considerando aspectos físicos, psicológicos, sociais, ambientais e culturais. Westley (1979) afirma que a QVT são todos os esforços voltados para a humanização do trabalho, buscando solucionar problemas gerados pela própria natureza das organizações produtiva. Para Fernandes (1996), a QVT é uma gestão de fatores físicos, tecnológicos e sociopsicológicos que afetam a cultura e renovam o clima organizacional, refletindo-se no bem-estar do trabalhador e na produtividade das empresas, englobando o atendimento a necessidades e aspirações humanas, fundamentada na ideia de humanização do trabalho e nas responsabilidades sociais da empresa.

Existe na literatura diversos modelos para avaliação da QVT. O modelo selecionado para esse estudo foi o de Richard Walton (1973), que avalia a QVT a partir de uma classificação em oito estratos: Compensação Justa e Adequada; Condições de Trabalho; Uso ou Desenvolvimento das Capacidades; Oportunidade de Crescimento e Segurança; Integração Social na Organização; Constitucionalismo; Trabalho e Vida; e Relevância Social.

A relevância do tema se dá pela importância crescente que o tema tem dentro das organizações, se relacionando com os resultados operacionais nas diversas áreas da empresa. A empresa do estudo de caso é uma indústria de pequeno porte de montagem de luminárias de emergência, está localizada na região oeste do Paraná e atende todas as regiões do país. Foi fundada em 2012 e tem gestão familiar.

Essa pesquisa se caracteriza como do tipo qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada. Quanto aos procedimentos, foi utilizado o estudo de caso, e seus objetivos a classificam como uma pesquisa descritiva. A pesquisa foi elaborada pelo método *Survey* com cinco níveis, os pesquisadores desenvolveram um questionário em plataforma online e em seguida disponibilizaram aos colaboradores, para responderem de forma anônima e voluntária. Ao final foram realizadas análises descritivas e análise estatística para validação dos resultados.

O objetivo do presente estudo é avaliar qualitativamente e quantitativamente a Qualidade de Vida do Trabalho da empresa estudada através da ótica de seus colaboradores.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No século XIX, com as teorias de procedimento industrial, surgiram o Taylorismo e o Fordismo, esses modelos aderiam à produção em massa, visando garantir uma alta produtividade em um tempo curto, no qual as máquinas que determinavam o ritmo. Exigia-se que os funcionários trabalhassem em alta cadência, sem preocupação com potenciais danos à saúde. Apenas no século XX uma equipe de pesquisadores e cientistas se reuniu e estudou um novo campo que tratava da adaptação de sistemas e equipamentos às características humanas (GÜÉRIN et al., 2001).

Atualmente essa disciplina científica não é tratada apenas como teoria, inúmeras empresas já possuem setores responsáveis pela verificação das condições de trabalho e garantia da qualidade de vida para os funcionários da empresa. Assim como a elevada taxa de produtividade e a preocupação com a segurança dos funcionários, a ergonomia foi aderida pelas empresas, visando inicialmente a redução dos riscos ligados a saúde, que podem causar danos físicos aos colaboradores, danos mentais e provocar afastamento de suas funções.

As pessoas, no âmbito individual, possuem diferentes motivações e objetivos quando se trata de suas carreiras, a satisfação é o resultado quando esses objetivos e motivações são atendidos, e quando um funcionário tem suas necessidades satisfeitas tende a produzir mais e melhor. O tema qualidade de vida no trabalho é assunto discutido desde os anos de 1950 e ganhou força organizacionalmente na década seguinte, quando empresários, sindicatos e cientistas sociais perceberam que a aplicação da qualidade de vida no ambiente corporativo impactava diretamente no rendimento, bem-estar e eficácia do trabalho dos funcionários (DAMASCENO; ALEXANDRE, 2012).

Na década de 1970, surgiu um movimento pela qualidade de vida no trabalho, principalmente nos EUA, devido a importância atribuída à competitividade internacional aliado à propagação das técnicas gerenciais japonesas. A qualidade de vida no trabalho envolve fatores como pessoas, trabalho e organizações, onde se destacam a preocupação com o bem-estar do empregado e com a eficácia organizacional, além da participação dos funcionários nas decisões relativas ao trabalho. É possível conceituar QVT como uma ferramenta de gestão com foco nos funcionários, cujo objetivo é o fornecimento de um ambiente adequado ao perfil do grupo de colaboradores e a estimulação do desempenho de suas atividades (FERREIRA; ALVES; TOSTES, 2009).

A qualidade de vida no trabalho (QVT) remete-se às condições de vida dentro do ambiente organizacional, tanto os aspectos físicos e ambientais, como os psicológicos. Assim uma

organização que adere ao QVT tende a construir uma relação mais saudável e segura com seus funcionários, através de significativa melhora nas relações intrapessoais, na produtividade e tantos outros benefícios. Além de diminuir os conflitos tanto entre os funcionários com a organização quanto entre eles mesmos. Trazendo harmonia nas relações intraorganizacionais. Limongi-França (2012) aponta os diversos modelos que podem ser aderidos através da QVT, cada um apresentando uma abordagem diferente, como os modelos de: Richard Walton (1973), Hackman & Oldham (1975), Westley (1979), Davis & Werther (1983) e Nadler & Lawler (1983).

Segundo Walton (1973), o conceito de Qualidade de Vida no Trabalho é a garantia de maior produtividade e eficácia dentro da organização. Foi o primeiro autor norte-americano que começou a realizar as pesquisas de satisfação em qualidade de vida no trabalho, apontando critérios sob a ótica organizacional. Além de fazer uma analogia entre a motivação, produtividade e a importância da satisfação dos trabalhadores (LIMONGI-FRANÇA, 2012).

Ele utiliza da ideia de que a QVT é representada na humanização do trabalho e na responsabilidade social, envolvendo o atendimento das necessidades e aspirações do trabalhador pela reestruturação do desenho de cargos e novas formas de organizar o trabalho, aliado à formação de equipes de trabalho, com um poder de autonomia e melhoria do ambiente organizacional (SANTOS, 2012).

Tal modelo indica oito categorias que facilitam na hora da organização descobrir se os trabalhadores estão motivados e satisfeitos, sendo o modelo com maior número de categorias relacionadas ao trabalho, obtendo dimensões cuja importância na vida do trabalhador ocorra de maneira indireta. Ou seja, não são causadas pelo trabalho, mas sim pela maneira que estão sendo conduzidas (FERREIRA, 2015). Seriam elas:

- Compensação justa e adequada (remuneração e equidade);
- Condições de trabalho (jornada de trabalho e ambiente);
- Uso e desenvolvimento de capacidades (autonomia, habilidades e informações);
- Oportunidade de crescimento e segurança (carreira, crescimento e segurança);
- Integração social à organização (sem preconceitos, relacionamento e comunidade);
- Constitucionalismo (direitos, privacidade e liberdade);
- Trabalho e espaço total de vida (tempo entre família e trabalho);
- Relevância social da vida no trabalho (valorização, imagem, responsabilidade social);

## **METODOLOGIA**

Essa pesquisa é do tipo quantitativa e qualitativa, feita através de um estudo de caso em uma indústria de pequeno porte de lâmpadas de emergência. O modelo de qualidade de vida utilizado na elaboração do questionário é o modelo de Walton, a partir do qual foram elaboradas questões

para cada uma das oito dimensões. O estudo tem natureza aplicada, e os procedimentos utilizados foram de estudo de caso. Quanto aos objetivos é possível classificá-la como uma pesquisa descritiva.

A pesquisa realizada foi do tipo *Survey* com cinco níveis, os pesquisadores desenvolveram um questionário através de plataforma online e disponibilizaram aos colaboradores para responderem de forma anônima e voluntária. Por fim foram realizadas as análises qualitativas e quantitativas.

Os dados do estudo de caso foram coletados através de um questionário estruturado com vinte (20) perguntas, sendo dezoito (18) delas objetivas e duas (2) descritivas.

As questões foram dispostas no questionário de acordo com as oito dimensões de Walton (1973) que foram avaliadas para o trabalho: Compensação Justa e Adequada; Condições de Trabalho; Uso ou Desenvolvimento das Capacidades; Oportunidade de Crescimento e Segurança; Integração Social na Organização; Constitucionalismo; Trabalho e Vida; e Relevância Social. Utilizou-se a escala de Likert com cinco níveis, na qual os respondentes atribuem uma nota de concordância a uma afirmação descrita. Foram atribuídos graus de 1 a 5, conforme o nível de concordância para cada afirmação (Discordo totalmente -1; Discordo parcialmente -2; Não concordo e nem discordo-3; Concordo parcialmente-4, Concordo Totalmente-5).

O tratamento estatístico foi feito em planilhas no Microsoft Office Excel® e Minitab®, que permitiram tabulação de dados, elaboração de gráficos e análise estatística. Para analisar cada dimensão foi calculada a média geral, de acordo com a frequência de respostas obtidas, a diferença das médias entre as dimensões foi testada a partir de uma Análise de Variância (Anova), e a análise de diferença de médias entre setores produtivos e administrativos foi feita através do teste de Tukey.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste tópico estão dispostas as análises dos resultados obtidos a partir das respostas dos funcionários, a partir das dimensões de Walton, como parâmetro para a verificação de pontos críticos. Dentre os 20 colaboradores da empresa, 17 responderam o questionário, que foi preenchido de forma anônima e voluntária, representando uma adesão de 85%.

### **Perfil Demográfico dos Colaboradores**

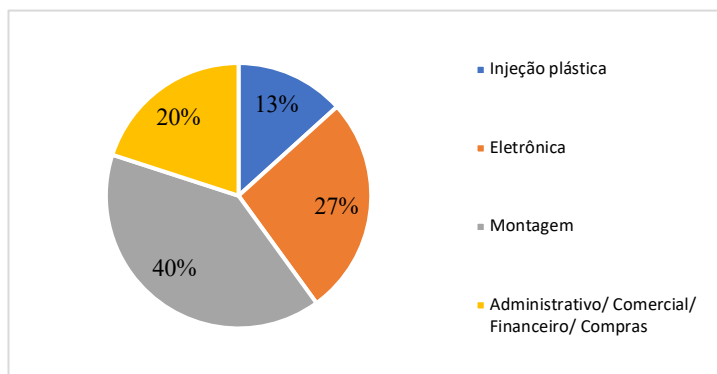
A partir da primeira pergunta do questionário, em que foram solicitados dados para o gênero do entrevistado, foi possível analisar que a empresa possui um quadro de distribuição de funcionários, representado por 53,3% do gênero masculino e 46,7% do gênero feminino.

Em relação ao tempo de empresa nenhum colaborador está na empresa há menos de 1 ano, 66,7% estão na empresa entre 1 a 3 anos, e os demais 33,3% são colaboradores que estão há

mais de 3 anos na empresa.

Em relação à área de atuação, o questionário categorizou em áreas produtivas e áreas administrativas, o resultado segue na Figura 1.

Figura 1 - Área de atuação dos colaboradores respondentes



Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se que 20% dos colaboradores estão nas áreas administrativas, e 80% em áreas produtivas, e entre os setores produtivos, a área de montagem detém 40% dos colaboradores.

### Resultado das Dimensões

Através dos dados coletados pelo questionário, cada dimensão do modelo de Walton foi analisada. Para cada dimensão foi calculado o resultado médio, com notas de 1 a 5, conforme escala do questionário. Os resultados foram tabulados conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado das Dimensões de Walton

Dimensão	Geral
Dimensão 1: Compensação justa e adequada	3,41
Dimensão 2: Condições de trabalho	3,90
Dimensão 3: Uso e desenvolvimento das capacidades	4,03
Dimensão 4: Oportunidade de crescimento e segurança	3,02
Dimensão 5: Integração social na organização	4,12
Dimensão 6: Constitucionalismo	3,94
Dimensão 7: Trabalho e espaço total da vida	3,88
Dimensão 8: Relevância social na vida do trabalhador	4,35

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados apontam uma variação de pontuação de 3,02 (dimensão com menor pontuação a 4,35 (dimensão com maior pontuação), representadas respectivamente pelas dimensões 4 –

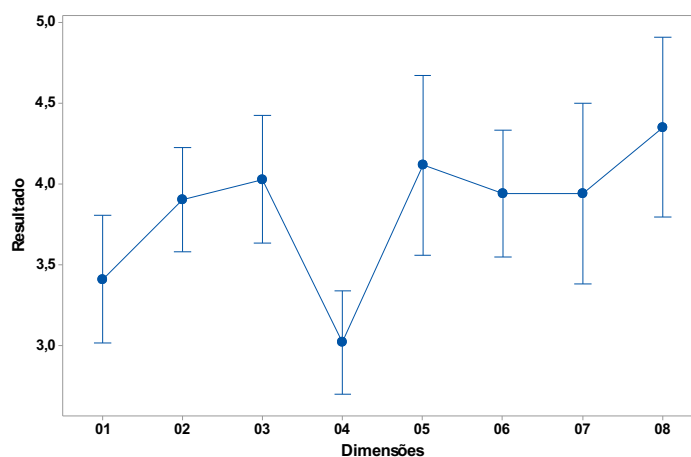
oportunidade de crescimento e segurança e 8 – relevância social na vida do trabalhador. Na figura 2 estão apresentados os intervalos dos resultados para cada dimensão, em uma confiança de 95%.

A partir das respostas dos funcionários para a Dimensão 1 foi possível analisar que ao serem questionados sobre fatores relacionados aos benefícios que recebem, os colaboradores sentem-se parcialmente satisfeitos, com uma pontuação de 3,41. Essa dimensão avalia os fatores de remuneração, planos de saúde, pagamento de prêmios, entre outros benefícios.

Em relação à segunda dimensão, que avalia as condições de trabalho, os colaboradores têm a percepção de que a empresa se importa com o local de trabalho oferecido aos seus funcionários, pois os resultados foram positivos em relação aos fatores analisados, como limpeza, organização, apoio de líderes, EPIs e uniformes disponibilizados.

Segundo os resultados obtidos na dimensão 3 há uma percepção positiva por parte dos funcionários, pois demonstraram que a empresa zela pelo bem-estar dos funcionários, oferecendo materiais e equipamentos em bom estado, que serão utilizados na execução do seu trabalho. Contudo, entre os fatores abordados, a oferta de capacitação e treinamentos ainda é um ponto a ser melhorado pela empresa, treinamentos frequentes são essenciais para garantir um alto índice de produtividade, qualidade e harmonização dos funcionários no trabalho.

Figura 2 - Intervalo de confiança para cada dimensão



Fonte: Dados da pesquisa

A dimensão 4 teve uma avaliação média de 3,02, e a partir da análise dessa dimensão é possível notar que os funcionários se sentem insatisfeitos quanto às oportunidades de crescimento e segurança, relacionada à estabilidade na empresa. Todos os setores apontaram que essa dimensão é uma categoria crítica para a QVT na empresa, tanto áreas produtivas quanto administrativas avaliaram essa dimensão com o menor índice de satisfação entre todas as oito dimensões. Para melhor compreender os fatores que influenciaram na nota dessa dimensão será feita uma análise detalhada mais à frente.



Em relação à Dimensão 5, colaboradores apontam que a empresa proporciona uma integração de raças e etnias bem visíveis entre os funcionários, a satisfação foi avaliada positivamente, demonstrando ser, pela percepção dos funcionários, uma empresa acolhedora e não discriminatória.

Na dimensão 6 foi possível verificar que os colaboradores concordam que a empresa atende seus direitos trabalhistas, com cumprimento de normas e regras. Um ponto a ser tratado se refere à carga horária de trabalho, apontada pelos colaboradores dos segmentos de montagem e injeção eletrônica como insuficientes para cumprir as demandas atribuídas a eles.

A sétima dimensão avalia o equilíbrio entre o trabalho e o tempo com a família e lazer, de forma que o trabalho não prejudique a vida social do colaborador. De modo geral, entende-se que o trabalho não causa prejuízo à vida social dos colaboradores, deixando como atenção o mesmo ponto observado na dimensão anterior, no qual colaboradores de setores específicos apontam uma sobrecarga de trabalho em relação à sua jornada. Quando questionados em relação aos momentos de lazer todas as áreas da empresa classificaram momentos de encontros fora das empresas como frequentes (antes da pandemia), ponto muito positivo que melhora o relacionamento interpessoal entre a equipe, garantindo melhores diálogo e união.

Por fim, a dimensão 08, que mede a relevância social do trabalho na vida do funcionário, demonstraram que 100% dos funcionários sentem orgulho de trabalhar na empresa ao avaliarem como concordo parcialmente ou concordo totalmente. Esse resultado é bastante positivo e demonstra que a cultura organizacional permeia todos os setores organizacionais.

A avaliação das médias demonstrou que a Dimensão 04 é aquela com a menor satisfação dos colaboradores. Para validar se as diferenças apresentadas entre as dimensões são estatisticamente significativas foi aplicada uma análise de variância (ANOVA). Anteriormente analisou-se a distribuição dos resíduos para avaliar a normalidade dos dados e confirmando-se que os dados seguem uma distribuição normal foi possível realizar as análises estatísticas que seguem. Foi realizada a análise de variância, para avaliar se ao menos uma das dimensões apresenta diferença significativa. Aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, comparando o resultado das oito (dimensões), sendo a hipótese nula que todas as médias são iguais e a hipótese alternativa que ao menos uma média é diferente. Os resultados seguem na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da Análise de Variância

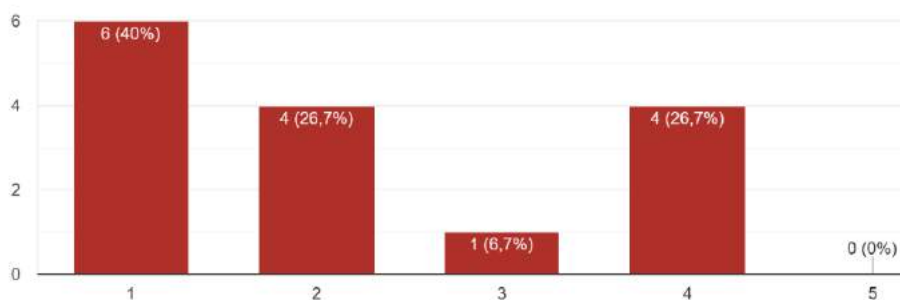
<b>Análise de Variância</b>					
Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Amostra	7	44,79	6,399	4,68	0,00
Erro	247	337,99	1,37		
Total	254	382,78			

Fonte: Dados da pesquisa

A partir do resultado do p-valor é possível rejeitar a hipótese nula, sendo assim não podemos afirmar, dentro do nível de confiança de 95%, que todas as médias são iguais. O resultado corrobora com a avaliação qualitativa que demonstra que a Dimensão 04 é significativamente menor que as demais.

Sendo a Dimensão 04 aquela que apresentou a menor satisfação entre os colaboradores, foi analisado cada fator avaliado dentro da dimensão. Na figura 03 segue a avaliação dos colaboradores quanto ao recebimento de feedbacks, correspondente à afirmação: “Você recebe *feedback*, elogio ou reconhecimento pelo seu trabalho.”

Figura 3 - Resultado sobre recebimento de feedbacks

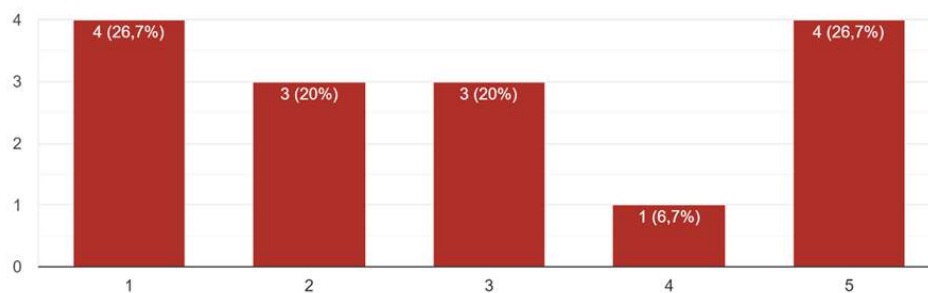


Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados demonstram que 66,7% dos participantes escolheram opções que variam entre discordo totalmente e discordo parcialmente, dando indícios de que essa conversa líder – funcionário não acontece de forma efetiva. Sabe-se da importância do feedback sistematizado como ferramenta de gestão, para que o colaborador reconheça seus pontos de melhoria e maximize seus pontos positivos. Por ter uma importância na motivação individual o feedback exerce um papel indireto para atingimento das metas operacionais. A gestão e o controle de feedbacks para os funcionários exigem planejamento e disciplina, com isso o ideal é formular conversas com os colaboradores periodicamente para conseguir identificar possíveis causas de perda de produtividade e qualidade e reconhecer os pontos de destaque. Conhecer um pouco cada funcionário e criar um ambiente confortável onde as pessoas se sintam à vontade para conversar sobre o processo ou sobre algo pessoal que possa estar interferindo em seu rendimento são princípios que devem ser seguidos para essa gestão.

Outro fator avaliado dentro da dimensão 04 está relacionado à oportunidade de carreira. Na figura 04 segue resultados da avaliação desse fator. A afirmação feita foi: “A empresa proporciona oportunidades de carreira e crescimento.”

Figura 4 - Resultado sobre oportunidade de carreira

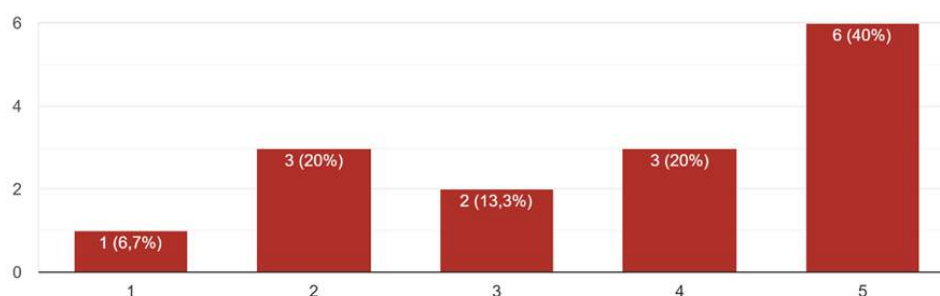


Fonte: Dados da pesquisa

Ao se analisar os dados quando questionado sobre trilha de carreira de 46,7% dos respondentes discordam parcial ou totalmente dessa afirmativa, além de outros 20% que se posicionaram de forma neutra (não concordo e nem discordo). Esse resultado demonstra que os funcionários têm a percepção de não haver um plano de carreira estruturado, e isso pode ocorrer pelo plano de carreira não existir ou não ser disponível e divulgado para todos. Um plano de carreira tem muita relevância, mesmo em empresas de pequeno porte, pois é intrínseco ao ser humano a ânsia por galgar novos desafios e oportunidades melhores. Além disso, através do plano de carreira os funcionários podem compreender quais habilidades e qualificações precisam buscar para obter ascensão na empresa.

O último fator avaliado na dimensão 04 foi relacionado ao reconhecimento interno e promoções. A afirmação feita foi: “Você conhece outros colaboradores que foi reconhecido pelo seu trabalho e recebeu uma promoção.”, as respostas dos colaboradores seguem na Figura 5.

Figura 5 - Resultado sobre reconhecimento e promoção



Fonte: Dados da pesquisa

O resultado obtido nessa afirmação tem bastante relevância, pois 60% concordaram parcial ou totalmente com a afirmativa, demonstrando que reconhecem que outros colaboradores na empresa já foram reconhecidos e promovidos. Essa resposta, quando analisada com o resultado da afirmação anterior, faz refletir que a empresa promove colaboradores, porém que o plano de carreira e políticas de promoção não são conhecidos. Esse pode ser considerado um ponto

crítico, pois os colaboradores têm a percepção de desconhecer os pré-requisitos e políticas internas que levam ao reconhecimento e promoção. Ratifica-se, portanto, a necessidade de ter um plano de carreira e uma política de reconhecimento clara e acessível para todos, evitando que haja sensação de injustiça pelos funcionários.

### **Avaliação dos resultados por setores**

Após essa primeira análise, houve interesse em avaliar de forma segmentada os resultados das respostas dos colaboradores que atuam na produção e na área administrativa, para entender se a percepção em QVT difere para esses dois grupos.

Para essa avaliação foi aplicado Teste de Tukey para diferença entre médias. O teste foi aplicado para cada dimensão. Como parâmetro para a realização do teste foi adotado um nível de significância de 0,05 (5%), a uma confiança de 95%. Na tabela 3 seguem os resultados. As hipóteses formuladas foram:

- Hipótese nula ( $H_0$ ): as médias são iguais
- Hipótese alternativa ( $H_1$ ): as médias são diferentes

Tabela 3 - Resultado do teste de Tukey para diferença entre setores

DIMENSÃO	ADMINISTRATIVO		PRODUÇÃO		TESTE T	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Valor T	P-Valor
1	2,83	0,983	3,54	0,922	-1,61	0,153
2	3,44	1,010	4,00	1,04	-1,49	0,165
3	3,83	0,983	4,07	1,25	-0,51	0,623
4	2,11	1,690	3,04	1,37	-1,83	0,097
5	4,67	0,577	4,00	1,18	1,45	0,196
6	4,00	0,894	3,93	1,33	0,16	0,875
7	4,00	1,000	3,86	0,864	0,23	0,840
8	4,67	0,577	4,29	0,994	0,89	0,412

Fonte: Dados da pesquisa

Apesar de as médias do setor administrativo serem na maioria menores que do setor de produção, quando se comparar cada dimensão avaliando os dois grupos não é possível afirmar, a um nível de confiança de 95%, que as médias são diferentes, pois o p-valor para todas as análises ficou acima do nível de significância adotado (0,05).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No que se refere ao problema de pesquisa que buscava compreender qual a percepção dos servidores com relação à QVT em uma indústria de pequeno porte de montagem de luminárias de emergência, localizada no oeste do Paraná, pode-se afirmar que o problema de pesquisa foi respondido, onde se constatou que dentre as oito dimensões avaliadas, a Dimensão 4, referente

a Oportunidade de Crescimento e Segurança, obteve uma avaliação abaixo das demais. A análise de variância, a um nível de 95% de confiança, corroborou com a análise qualitativa, validando estatisticamente que há diferença entre as médias das dimensões.

A partir do resultado foi verificada uma insatisfação na dimensão 4, e ao se analisar as respostas dentro dessa dimensão foi possível perceber que há descontentamento quanto ao recebimento de feedback e oportunidade de crescimento na empresa. Alguns fatores avaliados solicitam maior atenção devido a sua criticidade. Com intuito de amenizar ou liquidar o problema existente, é possível apontar algumas recomendações:

- Sistematizar um modelo de feedback periódico para que os colaboradores tenham a oportunidade de compreender seu desempenho individual e, junto ao gestor, delinear um plano de melhoria. O feedback tem grande relevância, pois está diretamente ligado à motivação e, portanto, à produtividade.
- Desenvolver e tornar disponível para todos os colaboradores o plano de carreira, demonstrando os caminhos que irão oportunizar aos colaboradores um crescimento interno, visto que eles demonstraram vislumbrar crescimento na empresa. Quando existe um plano de carreira consolidado, os colaboradores sentem-se motivados a buscarem por qualificações para galgar novos níveis na hierarquia da empresa.

As dimensões 8 (Relevância social na vida do trabalhador) e 5 (Integração Social na Organização) obtiveram respectivamente as médias (4,35) e (4,12) e são consideradas as dimensões com melhor satisfação dos participantes, demonstrando que, em geral, os colaboradores sentem orgulho de trabalhar na empresa, e sentem que todos são socialmente integrados, sem atos discriminatórios.

Ao se analisar a diferença de avaliação entre os setores administrativos e setores produtivos, a um nível de significância de 5% não foi possível afirmar que as médias são diferentes, portanto, considera-se que não há diferença na percepção de QVT entre colaboradores desses diferentes setores na empresa.

Em síntese, a organização satisfaz seus colaboradores em sete das oito dimensões. Foi possível identificar uma satisfação coletiva com relação à Qualidade de Vida no Trabalho. Sabe-se que investir em QVT é essencial para o sucesso de uma organização, portanto se faz necessária essa identificação das necessidades dos colaboradores, para atuar em melhorias adequadas e proporcionar melhores níveis de satisfação. A partir dessas ações a empresa observará melhores resultados, pela relação direta que há entre os níveis de satisfação dos colaboradores e os resultados de produtividade e qualidade.

## REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. Recursos humanos: o capital humano das organizações. São Paulo: Atlas, 8.ed., 2004.

DAMASCENO, T. N. F.; ALEXANDRE, J. W. C. A Qualidade de Vida no Trabalho no âmbito do serviço público: conceitos e análises. CIENTÍFICA DR: Revista Científica da Faculdade Darcy Ribeiro, v. 1, n. 3, p. 39-49, jul/dez, 2012.

FERNANDES, Eda Conte. Qualidade de Vida no Trabalho: como medir para melhorar. 2ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

FERREIRA, M. C.; ALVES, L.; TOSTES, N. Gestão de qualidade de vida no trabalho (QVT) no serviço público federal: o descompasso entre problemas e práticas gerenciais. Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 25, n. 3, p. 319-327, 2009

FERREIRA, Mario Cesar. Ergonomia da Atividade aplicada à Qualidade de Vida no Trabalho: lugar, importância e contribuição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Rev. bras. saúde ocup, 2015.


GÜÉRIN, F. et al. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

LIMONGI-FRANÇA, A. C. Qualidade de Vida no Trabalho – QVT: Conceitos e Práticas nas Empresas da Sociedade Pós-Industrial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SANTOS, D. F. A. Qualidade de vida no trabalho: Um estudo sobre a percepção dos funcionários do centro estadual de ensino fundamental. Monografia, 2012

WALTON, R. E. Quality of Working Life: What is it? Sloan Management Review, v. 15, n. 1, p. 11-21, 1973.

WESTLEY, W. A. Problems and solutions in the quality of working life. Humans Relations, v. 32, n. 2, p. 111-123, 1979.



José Rosa de Souza Farias  
Ketelly Estefane da Silva Alves  
Geysivana Késsya Garcia Carvalho  
Veruska do Nascimento Simões  
Ycaro Breno Alves de Almeida  
Erique Ramille Rodrigues Costa  
Aluska do Nascimento Simões Braga

**SÍNTESE DE BETA FOSFATO TRICÁLCIO ( $\beta$ -TCP)  
ATRAVÉS DO MÉTODO PECHINI**

# SÍNTESE DE BETA FOSFATO TRICÁLCIO ( $\beta$ -TCP) ATRAVÉS DO MÉTODO PECHINI

José Rosa de Souza Farias  
Ketelly Estefane da Silva Alves  
Geysivana Késsya Garcia Carvalho  
Veruska do Nascimento Simões  
Ycaro Breno Alves de Almeida  
Erique Ramille Rodrigues Costa  
Aluska do Nascimento Simões Braga

## RESUMO

Diversas pesquisas têm sido realizadas com o intuito do desenvolvimento de materiais sintéticos que possam ser utilizados como biomateriais nas mais diversas aplicações, tais como enxertos ósseos, implantes, e no processo de regeneração óssea, de maneira segura e satisfatória sem riscos ao paciente. Contudo, fatores como alto custo das matérias primas, baixo rendimento dos materiais, e questões relacionadas à toxicidade dificultam o desenvolvimento e aplicação das pesquisas. Uma alternativa para minimizar essa problemática é o uso de materiais alternativos, como as biocerâmicas de fosfatos de cálcio, que possuem maior custo benefício, isto é, são altamente eficazes e permitem baratear o processo de fabricação. O beta fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP) se destaca entre as biocerâmicas por apresentar altas taxas de reabsorvibilidade, sendo rapidamente absorvido pelo corpo humano, além da similaridade de suas características químicas ao tecido ósseo do corpo humano. Além disso, são vários os métodos de síntese para produção de hidroxiapatita em pó descritos na literatura, tais como, o método de precipitação por via úmida, método sol-gel e método Pechini. Dentre esses métodos, o método Pechini, também chamado de método dos precursores poliméricos, destaca-se uma vez que permite produzir amostras de alta qualidade devido a alto potencial para obter materiais a baixa temperatura de processamento, curto tempo de recozimento, alta pureza dos materiais produzidos e melhores propriedades. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi sintetizar  $\beta$ -TCP pelo método Pechini avaliando a influência da temperatura de calcinação nas características estruturais da fase. Os resultados mostraram a formação de uma cerâmica monofásica, nanométrica e com alta cristalinidade, para todas as temperaturas estudadas.

**Palavras-chave:** síntese, biocerâmicas, fosfato tricálcico.



## INTRODUÇÃO

A engenharia tecidual é uma ciência que aplica princípios da engenharia, biologia e ciências clínicas, com intuito de desenvolver substitutos biológicos que possam manter, restaurar, ou melhorar a função de órgãos e tecidos, possibilitando a implantação no paciente sem risco de rejeição pelo organismo, permitindo assim a regeneração óssea (Oliveira, 2010; Farias et al., 2020; Napolitano, 2017). Neste sentido, os avanços nessa ciência permitiram uma nova perspectiva de vida para pessoas que necessitam repor ou reconstruir órgãos ou partes do corpo que tenham sido mutilados, perdidos ou que tiveram sua função reduzida, aprimorando-se o desenvolvimento de biomateriais, permitindo a substituição por enxertos ou implantes, os órgãos danificados (Marcatto, 2020).

Biomaterial é toda substância projetada para assumir uma forma que, sozinha ou como parte de um sistema complexo, é usada para direcionar a partir do monitoramento de interações com componentes biológicos, o curso de qualquer procedimento terapêutico ou de diagnóstico em medicina humana ou veterinária (Williams, 2009). Estes materiais devem apresentar propriedades físico químicas, mecânicas e biológicas compatíveis com os tecidos vivos hospedeiros, de modo a estimular uma resposta adequada dos mesmos (Rodrigues, 2011). Os biomateriais podem ser classificados quimicamente sendo subdivididos em metais, cerâmicas, polímeros e compósitos, como também podem ser classificados quanto à resposta biológica que induzem nos tecidos aos quais são implantados, podendo ser biotoleráveis, bioinertes e bioativos (Almeida, 2018).

Para que um elemento seja considerado como biomaterial, este deve apresentar duas propriedades fundamentais: biocompatibilidade e biofuncionalidade. A biofuncionalidade refere-se às propriedades que habilitam o implante a desempenhar a função a qual ele foi projetado, sem causar prejuízos ao organismo, a curto e longo prazo. A biocompatibilidade ilustra as propriedades que os materiais devem apresentar para que possam ser utilizados em um sistema biológico, de forma a não estimular ou estimular minimamente reações adversas possíveis, e tampouco inibir a diferenciação tecidual característica do local da implantação (Oréfice et al., 2006). Além disso, o material não deve apresentar potencial tóxico, carcinogênico ou corrosivo, oferecer custo relativamente baixo, ser de fácil reprodução, e principalmente, suas propriedades não devem ser afetadas durante sua utilização in vivo (Morais et al., 2007, Sartori, 2015).

Denominadas cerâmicas de alta tecnologia ou cerâmicas avançadas, as biocerâmicas são definidas como sólidos inorgânicos podendo ser constituídas por fases cristalinas ou amorfas, podendo ser quimicamente inertes ou não (Gilapa, 2001). A grande utilização dessa classe de biomateriais é em virtude da similaridade com os constituintes básicos presentes na fase mineral dos ossos e dentes, que são formados majoritariamente de fósforo e cálcio (Oréfice et al., 2006,

Oliveira et al., 2009). Dentre as mais conhecidas e utilizadas recebem destaque: gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) (Prakash e Singh, 2020), alumina densa ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) (Rodríguez et al., 2020), zircônia ( $\text{ZrO}_2$ ) (Faria et al., 2020), rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) (Wagstaffe et al; 2019) os fosfatos de cálcio como a hidroxiapatita [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ] (Sebastiammal et al., 2020) e os fosfatos tricálcicos como as fases  $\alpha$ -TCP e  $\beta$ -TCP (Rad et al., 2021, Kawachi et al., 2000, Oliveira, 2008).

Neste grupo, as biocerâmicas de fosfatos de cálcio são as mais utilizadas em virtude das suas excelentes propriedades de biocompatibilidade, ausência de toxicidade, taxa de degradação variável e osteocondutividade (Madureira, 2019). Como resultado, além de não serem tóxicas, são biocompatíveis, não são reconhecidas como materiais estranhos no corpo e o mais importante, exibem comportamento bioativo e se integram ao tecido vivo pelos mesmos processos ativos na remodelação de ossos saudáveis. Isso leva a uma ligação físico-química íntima entre os implantes e os ossos, denominada osteointegração. Outras principais razões para o sucesso do uso dos biomateriais de fosfato de cálcio para substituição óssea é a facilidade de manipulação e moldagem, sem que haja necessidade de forma prévia ao implante, adaptando-se totalmente à forma da cavidade óssea e por não aquecerem durante o processo de endurecimento, evitando a necrose tecidual no sítio de implantação (Farias et al., 2020; Moraes, 2004; Dorozhkin, 2010).

De formulação química  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  o beta fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), se destaca por conta de suas excelentes propriedades de biocompatibilidade, bioatividade in vivo, biorreabsorbilidade e osteocondutividade liberando íons de cálcio e fosfato promovendo a osteogênese, podendo ser parcialmente reabsorvido entre 6 a 15 semanas após ser implantado no organismo (Eslaminejad et al., 2013; Leucht et al., 2013; Stefanic et al., 2013). Desta maneira, esta biocerâmica tem tido destaque na utilização em procedimentos que visem à reconstrução óssea devido sua ausência de toxicidade local ou sistêmica, ausência de respostas de corpo estranho ou inflamações e aparente habilidade de se ligar ao tecido hospedeiro, uma vez que sua natureza química é formada basicamente por íons cálcio e fosfato que participam ativamente do equilíbrio iônico entre o fluido biológico e a cerâmica (Pinto, 2015).

Deste modo, este projeto teve como objetivo a produção da fase  $\beta$ -TCP pelo método Pechini, analisando a influência da relação entre o ácido cítrico/cátions metálicos (AC/CM) na síntese, e de diferentes temperaturas de calcinação, visando futuras aplicações biomédicas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os materiais utilizados para síntese dos pós de  $\beta$ -TCP pelo método Pechini foram: água deionizada, ácido cítrico monohidratado (AC), nitrato de cálcio, fosfato de amônio dibásico e etilenoglicol (EG). A síntese foi realizada da seguinte maneira: foram adicionados 100 ml do solvente água deionizada em um bécker, o qual foi colocado em uma placa de aquecimento,

com agitação constante, a uma faixa de temperatura de 70°C. O ácido cítrico foi adicionado na solução, e em seguida os precursores, nitrato de cálcio e fosfato de amônio. A relação do ácido cítrico e cátions metálicos (AC/CM) variou em 5:1. Posteriormente, o etileno glicol foi adicionado à solução. O etileno glicol foi mensurado de acordo com a razão 60/40, de AC/EG para cada uma das proporções AC/CM. Após a dissolução do etileno glicol a temperatura foi aumentada e mantida entre 100 a 120°C para a realização das reações de poliesterificação e consequente formação do gel. Foi realizada uma pirólise no gel a 400°C/1h, com uma taxa de aquecimento de 10°C/min, para a eliminação de matéria orgânica. O material obtido foi desaglomerado com o auxílio de um almofariz e pistilo, e logo em seguida passado em peneira ABNT n°200 (0,074mm), e calcinado nas temperaturas de 800 e 1000 °C, durante 1 hora, com taxa de aquecimento de 10°C/min, para obtenção da fase desejada. As amostras obtidas foram nomeadas de β5/800 e β5/1000.

As amostras sintetizadas foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), com o intuito de se avaliar o percentual de cristalinidade e o tamanho de cristalito das amostras. O equipamento utilizado para essa análise foi o difratômetro de raios X modelo XRD-6000 da Shimadzu com radiação  $\alpha$  do cobre e varredura de 10 a 60°. A quantificação das fases foi realizada por meio do programa HighScore Plus. O cálculo do tamanho de cristalito foi realizado a partir do pico da reflexão basal de maior intensidade por meio da deconvolução do pico de maior intensidade conforme mostra a equação 1 conhecida como equação de Scherrer.

$$D = \frac{K \cdot \lambda}{\beta \cdot \cos \theta} \quad (I)$$

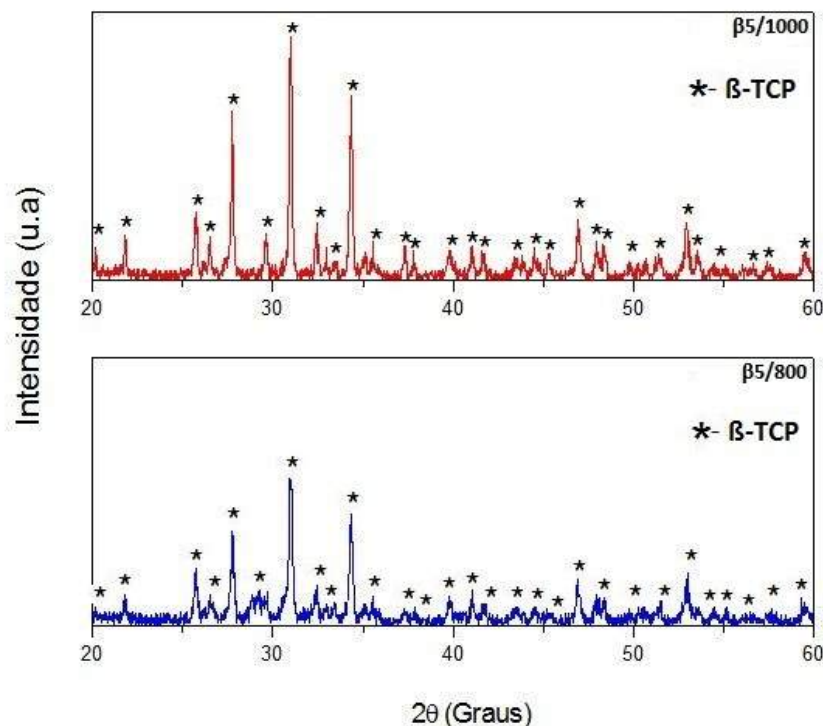
Na formulação, D corresponde ao tamanho médio dos cristalitos, K é a constante da forma dos cristais, que para o caso analisado corresponde a 0,90. O valor de  $\lambda$  é referente ao comprimento de onda da radiação eletromagnética utilizada, que neste caso foi de cobre,  $\beta$  equivale à largura meia altura do pico de difração e por fim  $\theta$  é o ângulo de Bragg do pico difratado.

A cristalinidade foi determinada a partir da razão entre a área integrada do pico referente à fase cristalina e a área referente à fração amorfa. A análise termogravimétrica (TG/DTG) foi realizada em um analisador térmico, modelo TA-60, da Shimadzu, com taxa de aquecimento de 10°C/min, em atmosfera de nitrogênio, usando um cadinho de alumina e faixa de temperatura ambiente até a temperatura máxima de 1000°C para avaliação das perdas de massa ocorridas durante o aquecimento do material. A morfologia das amostras foi obtida por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando um microscópio eletrônico de varredura da Hitachi, modelo TM3000.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra os difratogramas de raios X das amostras  $\beta 5/1000$  e  $\beta 5/800$ , que foram sintetizadas na proporção AC/CM em 5:1 e calcinadas a 1000 e 800°C respectivamente.

Figura 1 - Difratogramas de raios X das amostras  $\beta 5/1000$  e  $\beta 5/800$



Analisando-se os difratogramas da figura 1 percebe-se que o padrão é semelhante para todas as amostras, com formação de uma cerâmica monofásica, com picos características apenas da fase desejada beta fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), para ambas as temperaturas de calcinação, onde tal fase foi identificada através da ficha padrão JCPDS (9-169). Os difratogramas apresentam em grande parte picos de baixa intensidade, entretanto, há a presença de alguns picos de maior intensidade confirmando a elevada cristalinidade das amostras, onde tais picos sofreram um leve aumento de intensidade com o aumento da temperatura de calcinação.

A Tabela 1 apresenta o grau de cristalinidade e o tamanho de cristalito das amostras  $\beta 5/800$  e  $\beta 5/1000$ , que foram sintetizadas na proporção AC/CM em 5:1 e calcinadas a 800 e 1000°C respectivamente.

Tabela 1 - Grau de cristalinidade e tamanho de cristalito das amostras  $\beta 5/800$  e  $\beta 5/1000$

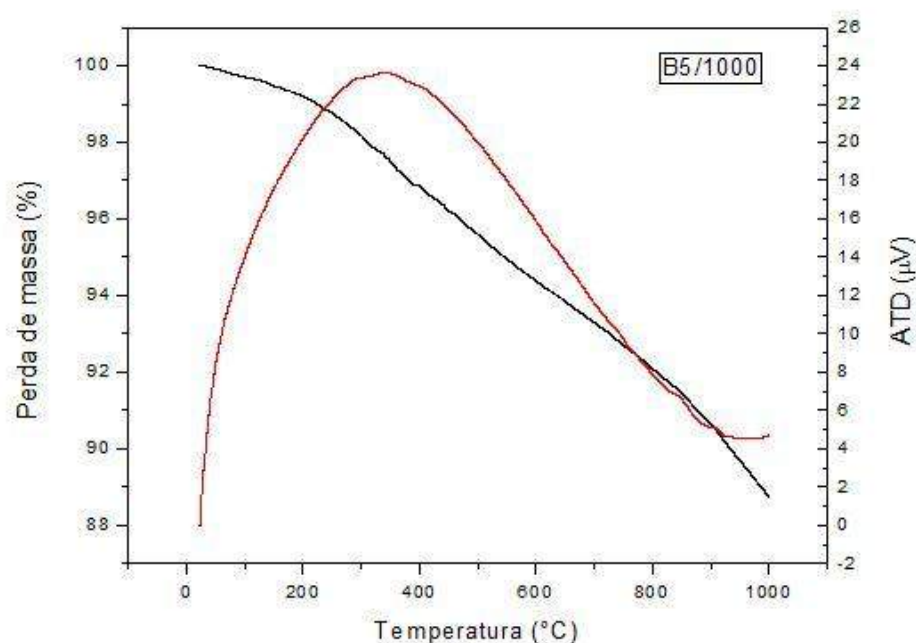
AMOSTRA	TAMANHO DO CRISTALITO (nm)	CRISTALINIDADE (%)
$\beta 5/800$	40,8	79,4
$\beta 5/1000$	47,9	94,6

De acordo com a tabela 1, percebe-se que os valores de cristalinidade são altos para ambas as amostras, variando de 79,4 para 94,6%, aumentando com a variação de temperatura. Tal fato se deve ao deslocamento dos átomos, devido ao acréscimo de temperatura, o que favorece a reordenação das células unitárias, aumentando a cristalinidade das amostras (Duarte, 2014). Os tamanhos dos cristalitos variaram de 40,8 a 47,9 nm evidenciando o caráter nanométrico das amostras, onde os cristalitos aumentaram de tamanho com o aumento da temperatura de calcinação devido ao coalescimento dos pequenos cristais (Ribeiro, 2012).

Comparando as amostras estudadas, pode-se perceber que não houve mudanças significativas nas fases formadas, na cristalinidade e no tamanho de cristalito das amostras com relação a variações nas temperaturas de calcinação das amostras.

A Figura 2 exibe as curvas de TG e ATD da amostra  $\beta 5/1000$ , calcinada a 1000 °C.

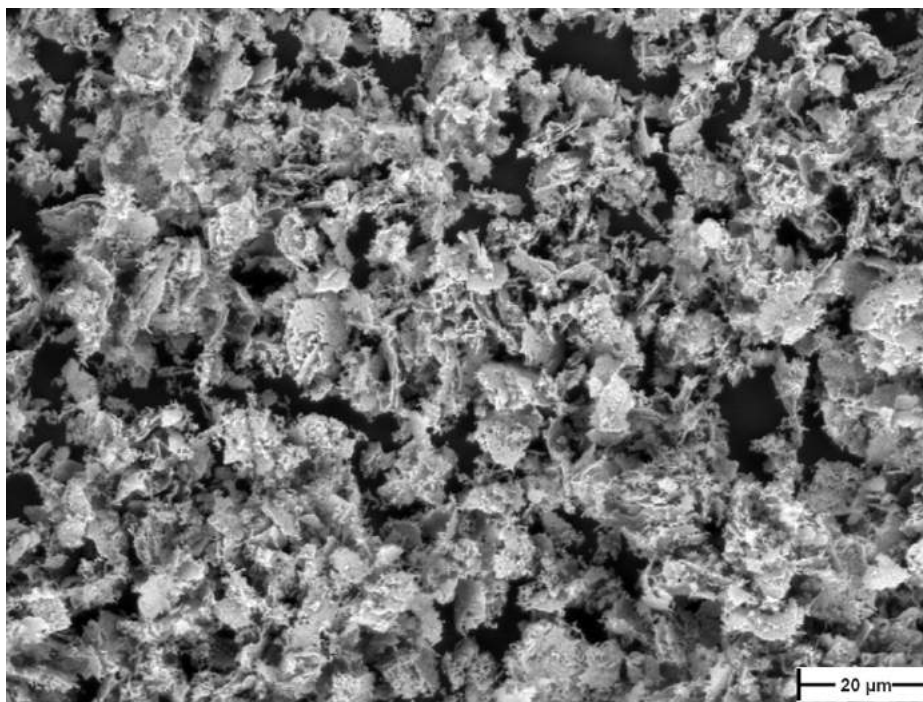
Figura 2 - Análise térmica da amostra  $\beta 5/1000$



Analisando a figura 2 é possível observar dois eventos de perda de massa. O primeiro evento ocorre até aproximadamente 200°C, e está relacionado à perda de água adsorvida. O segundo evento ocorreu em aproximadamente 200 °C, referente a perda de água da rede e à decomposição residual da matéria orgânica (Manjubala e Sivakumar, 2001). Além disso, a curva ATD exibiu um pico exotérmico em aproximadamente 400°C, relacionada à queima do material orgânico.

A Figura 3 exibe a morfologia obtida por microscopia eletrônica de varredura da amostra  $\beta 5/1000$ .

Figura 3 - Microscopia eletrônica de varredura da amostra  $\beta$ 5/1000



Analisando a microscopia da Figura 2, percebe-se que o material é formado por partículas e placas pequenas (coloidais) formando aglomerados de certo grau de coesão (Souza et al., 2014). Além disso, observou-se também a presença de poros no material, que é bastante benéfico para aplicações biológicas (Ananth et al., 2020, Zhang et al., 2019), onde não foram constatadas mudanças na microestrutura do material em virtude do aumento de temperatura.

## CONCLUSÃO

O método Pechini foi eficiente na síntese de nanopartículas de  $\beta$ -TCP para ambas as temperaturas de calcinação. As amostras produzidas formaram uma cerâmica monofásica de beta fosfato tricálcico onde houve um discreto aumento da cristalinidade de 79,4 para 94,6%, com a elevação da temperatura. O material sintetizado foi caracterizado como nanométrico, atingindo tamanhos de cristalitos entre 40,8 e 47,9 nm, apresentando uma morfologia formada por pequenas placas.

## REFERÊNCIAS

Almeida, T. F. Síntese e caracterização de biocimento de fosfato de cálcio usando resíduo de mármore. 2018. 96f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2018.

Ananth, K. P; Guo, B; Zhang, C; Wang, W; Zhou, P; Bai, J. Investigation of biphasic calcium phosphate (BCp)/polyvinylpyrrolidone (PVp) /graphene oxide (GO) composite for biomedical



implants. *Ceramics International*, Vol. 46, n° 15, p.24413-24423, 2020.

Dorozhkin, S. V. Bioceramics of calcium orthophosphates. *Biomaterials*, vol.31, n°7, p.1465-1485, 2010.

Duarte, E. B. Produção de nanocompósitos de celulose bacteriana e hidroxiapatita como rota para valorização de resíduos agroindustriais. 2014. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

Eslaminejad, M. B.; Bordbar, S.; Nazarian, H. Odontogenic differentiation of dental pulp derived stem cells on tricalcium phosphate scaffolds. *Journal of Dental Sciences*, v. 8, n. 3, p. 306–313, 2013.

Faria, D.; Henriques, B.; Souza, A. C.; Silva, F. S.; Carvalho, O. Laser-assisted production of HAp-coated zirconia structured surfaces for biomedical applications. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, vol.112, p.104049, 2020.

Farias, J. R. S.; Carvalho, G. K. G.; Braga, A. N. S. Cerâmicas de fosfatos de cálcio bifásicas: uma revisão. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 15, n°2, p.54-70, 2020.

Farias, J. R. S; Carvalho, G. K. G; Alves, K. E. S; Almeida, Y. B. A; Pereira, G. G. S; Costa, S. L. O; Braga, A. N. S. Síntese de hidroxiapatita pelo método dos precursores poliméricos. *Brazilian Journal of Development*, vol. 6, n. 10, p.76662-76670, 2020.

Gilapa, C. L. Elaboração e caracterização de um material biocerâmico à matriz de fosfato de cálcio produzido a partir de pó biocerâmico reciclado. 2001. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2001.

Kawachi, E. Y; Bertran, C. A; Reis, R. R; Alves, O. L. Biocerâmicas: Tendências e perspectivas de uma área interdisciplinar. *Química Nova*, vol. 23, p.518-522, 2000.

Leucht, P.; Castillo, A. B.; Bellino, M. J. Comparison of tricalcium phosphate cement and cancellous autograft as bone void filler in acetabular fractures with marginal impaction. *Injury*, v. 44, n. 7, p. 969–74, 2013.

Madureira, M. A. B. Processamento e caracterização de um cimento ósseo de fosfato de cálcio com reforço de óxido de grafeno. 2019. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências, engenharias

e sustentabilidade: limites e perspectivas Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

Manjubala, I; Sivakumar, M. In-situ synthesis of biphasic calcium phosphate ceramics using microwave irradiation. *Mater Chem Phys*, vol. 71, p.272-278, 2001.

Marcatto, V. A. Manufatura aditiva de scaffolds estruturados recobertos com látex para regeneração óssea. 2020. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020.

Moraes, P. C.; Filho, J. G. P.; Canola, J. C.; Santos, L. A.; Macoris, D.Graça.; Alessi, A. C.; Castro, M. B.; Neto, F. A. D. Biocompatibilidade do cimento de fosfato de cálcio implantado no rádio de coelhos. *Acta Cir Bras*, vol.19, nº4, p.351-359, 2004.

Moraes, L. S; Guimarães, G. S; Elias, C. N. Liberação de íons por biomateriais metálicos. *Revista Dental Press Ortodon Ortop Facial*, v. 12, n. 6, p.48-53, 2007.

Napolitano, M. A. Obtenção e Caracterização de Compósitos de Fosfatos de Cálcio com Ácido Polilático e Impressão 3D para Produção de Biomateriais Visando Aplicações Médicas e Odontológicas. 2017. 122 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

Oliveira, F. P. Influência do processamento na obtenção de biocerâmicas à base de hidroxiapatita. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Química aplicada) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

Oliveira, S. V; Medeiros, K. M; Araújo, E. P; Braga, C. R. C; Araújo, E. M; Fook, M. V. L. Caracterização química e morfológica do pirofosfato de cálcio obtido por via úmida. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 4.3, p. 11-20, 2009.

Oliveira, L. S. A. F; Oliveira, C. S; Machado, A. P. L; Rosa, F. P. Biomateriais com aplicação na regeneração óssea-método de análise e perspectivas futuras. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, vol. 9, p.37-44, 2010.

Oréfice, R. L; Pereira, M. M.; Mansur, H. S. Biomateriais: fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006.



Pinto, S. A. A. Malha compósita de policaprolactona (PCL) com biocerâmica beta fosfato tricálcico  $\beta$ -TCP obtida por processo de rotofiação. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

Prakash, C.; Singh, S. On the characterization of functionally graded biomaterial primed through a novel plaster mold casting process. *Materials Science & Engineering C*, v.110, p.110654, 2020.

Rad, M. R.; Fahimipour, F.; Dashtimoghadam, E.; Nokhbatolfoghahaei, H.; Tayebi, L.; Khojasteh, A. Osteogenic differentiation of adipose-derived mesenchymal stem cells using 3D-Printed PDLA/  $\beta$ -TCP nanocomposite scaffolds. *Bioprinting*, vol.21, p.e00117, 2021.

Ribeiro, M. A., Neiva, L. S., Maia, D. F. Síntese do TiO<sub>2</sub> dopado com Zr por meio do método Pechini: Avaliação dos efeitos da temperatura de calcinação. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 7, n. 2, p. 111-116, Mar. 2012.

Rodrigues, P. L. Obtenção e caracterização da biocerâmica nos sistemas  $\beta$ -TCP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e  $\beta$ -TCP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /MgO. 2011. 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2011.

Rodríguez, A. K. M.; Alvarado, J. A. G.; Requena, C. L. V.; López, S. Y. R. In vitro evaluation of poly- $\epsilon$ -caprolactone-hydroxyapatite-alumina electrospun fibers on the fibroblast's proliferation. *Results in Materials*, vol.6, p.100091, 2020.

Sartori, T. A. I. C. Biocerâmicas porosas de alumina e de alumina- zircônia recobertas com fosfato de cálcio para implantes ósseos. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

Sebastiammal, S.; Fathima, A. S. L.; Devanesan, S.; AlSalhi, M. S.; Henry, J.; Govindarajan, M.; Vaseeharan, B. Curcumin-encased hydroxyapatite nanoparticles as novel biomaterials for antimicrobial, antioxidant and anticancer applications: A perspective of nano-based drug delivery. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, vol.57, p.101752, 2020.

Souza, F. S.; Ferreira, T. R. M.; Rezende, R. O.; Silva, S. N.; Silva, I. P. P. Caracterização do fosfato de cálcio amorfo e fosfato de cálcio bifásico (BCP) In: Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, São Paulo, 2014. Anais do 69º Congresso


Anual da ABM, 2014.

Stefanic, M.; Krnel, K.; Kosmac, T. Novel method for the synthesis of a  $\beta$ -tricalcium phosphate coating on a zirconia implant. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 33, p. 3455–3465, 2013.

Wagstaffe, M.; Hussain, H.; Taylor, M.; Murphy, M.; Silikas, N.; Thomas, A. G. Interaction of a tripeptide with titania surfaces: RGD adsorption on rutile  $\text{TiO}_2(110)$  and model dental implant surfaces. *Materials Science & Engineering C*, vol. 105, p.110030, 2019.

Williams, D. F. On the nature of biomaterials. *Biomaterials*, v. 30, n. 30, p.5897-5909, 2009.

Zhang, L; Zhang, C; Zhang, R; Jiang, D; Zhu, Q; Wang, S. Extraction and characterization of HA/ $\beta$ TCP biphasic calcium phosphate from marine fish. *Materials Letters*, vol. 236, p.680-682, 2019.

The background features a light blue gradient with several faint, semi-transparent white icons. On the left, there is a large gear with a target-like pattern in its center. To the right, there is a line graph with several data points connected by lines. The overall aesthetic is clean and technical.

Bárbara Doumith Oliveira Sobrinho Paes Figueiredo  
Pricila Miranda Becho Rettore  
Elvys Dias Reis

**SISTEMAS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO E EM  
CONCRETO PROTENDIDO: ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS**

# SISTEMAS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO E EM CONCRETO PROTENDIDO: ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS

Bárbara Doumith Oliveira Sobrinho Paes Figueiredo

Pricila Miranda Becho Rettore

Elvys Dias Reis

## RESUMO

A construção civil tem exigido cada vez mais o desenvolvimento de novas tecnologias. O sistema de laje de concreto protendido é um exemplo já usado mundialmente e que vem tomando espaço no Brasil, por ser capaz de vencer grandes vãos, diminuindo o emprego de grandes seções de vigas e pilares. Neste cenário, este trabalho traz uma análise comparativa da aplicação e custos orçamentários do concreto armado convencional e protendido em lajes maciças, no intuito de verificar qual sistema estrutural apresenta-se mais vantajoso e qual mantém a fachada do edifício mais harmônica com o seu projeto arquitetônico. Para isso, foi feita uma breve revisão bibliográfica abrangendo estudos atuais em campo de pesquisa similar. Realizou-se ainda um estudo de caso, tomando como objeto uma edificação comercial existente e executada em concreto protendido, e para esse trabalho foi elaborada uma modelagem numérica no software CypeCad v.2016, porém empregando-se o sistema estrutural em concreto armado convencional. Os resultados da análise mostraram que o concreto armado é mais conveniente em lajes maciças de pequenos espaços entre pilares, mas que no uso de vãos maiores a utilização do concreto protendido torna-se mais atrativa. Além disso, o uso do concreto armado em balanços com grandes vãos pode não ficar harmônico com a concepção arquitetônica, o que não acontece quando se utiliza o concreto protendido. Quantitativamente, os dados obtidos indicaram que a utilização do concreto armado nesta edificação seria mais vantajosa. Dentre outros aspectos, este estudo revela parâmetros a serem analisados para a escolha do sistema estrutural de uma obra e ressalta a importância do controle de qualidade no uso do concreto, além de mão de obra e equipamentos específicos para uso do concreto protendido.

**Palavras-chave:** concreto armado, concreto protendido, sistema estrutural, lajes.

## INTRODUÇÕES

Considerando a crescente utilização do concreto protendido nos últimos anos e suas vantagens quando comparado com o concreto armado, como o menor consumo de aço e a possibilidade de vencer grandes vãos, este trabalho se justifica pela importância de estimular o

desenvolvimento de novas tecnologias construtivas.

Neste sentido, o engenheiro civil deve considerar as vantagens e desvantagens das opções de sistemas estruturais disponíveis atualmente no mercado, que englobam o custo, prazo, facilidade de execução e qualidade. O concreto protendido deve ser mais divulgado e disseminado na área da construção civil, para que suas vantagens sobressaiam às desvantagens, que são parte da realidade das microrregiões brasileiras, por não ser transmitida a confiança suficiente para combater a cultura radicada da utilização quase unânime do concreto armado convencional.

Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo geral apresentar a eficácia da execução de obras em concreto protendido. Especificamente, pretende-se demonstrar, preconizando o orçamento comparativo com obras de concreto armado, qual deles apresenta melhor custo-benefício. Para isso, realizou-se uma breve revisão de literatura sobre os dois materiais e um estudo comparativo dos custos de uma edificação comercial de dois pavimentos localizada em Santos Dumont – MG, considerando sua execução em concreto armado e em concreto protendido.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Diante do emprego mais recorrente dos sistemas estruturais de concreto armado e concreto protendido nas últimas décadas, diversos autores têm desenvolvido trabalhos referentes a este assunto, a fim de aprimorar as pesquisas neste âmbito e demonstrar de maneira eficaz qual deles deverá ser utilizado diante da necessidade da obra arquitetônica pré-estabelecida. A seguir, apresentam-se as definições e alguns trabalhos importantes sobre estes sistemas.

Sabe-se que concreto é um material que manifesta alta resistência às tensões de compressão, porém apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10% da sua resistência à compressão). Tendo em vista essa problemática, para compensar o déficit encontrado do concreto e a fim de torná-lo mais resistente, tornou-se fundamental a associação de um material com alta resistência à tração: as barras de aço (Silva, 2015). Diante deste material composto (concreto e armaduras), surge então o chamado “concreto armado”. Para sua existência, é imprescindível que haja real solidariedade entre o concreto e o aço, e que o trabalho seja realizado de forma conjunta. Em uma estrutura de concreto armado, o uso de aço em vigas e pilares torna-se indispensável e o dimensionamento precisa ser bem calculado, seguindo as normas que preconizam os órgãos reguladores, além da necessidade de uma correta execução.

Por outro lado, entende-se como concreto protendido um concreto armado mais resistente à tração, que permite a construção de estruturas que exijam maior esforço de flexão, pavimentos e pontes com vãos mais extensos e o desenho de elementos estruturais com menores seções transversais (Dicio, 2016).

No estudo de Barbosa et al. (2017), foi realizado um comparativo de vigas de concreto armado

e vigas de concreto protendido, buscando a aplicação do concreto protendido em situações de grandes vãos entre pilares, proporcionando vigas de menores seções transversais, e o resultado obtido foi a comprovação da viabilidade da utilização deste modelo de laje no caso estudado.

Na pesquisa de Oliveira et al. (2018), foi realizada uma análise comparativa da exequibilidade entre lajes de concreto armado e concreto protendido em edifícios, sendo verificadas suas vantagens e desvantagens. O resultado obtido foi a demonstração da efetividade do uso do concreto protendido no Brasil, devido à sua capacidade de vencer vãos livres de maiores proporções, com a redução da altura dos elementos estruturais.

Na monografia de Silva (2015), foi realizada a equiparação dos gastos econômicos relacionados à execução de lajes em concreto armado e em concreto protendido, buscando a comprovação dos benefícios proporcionados pelo concreto protendido, o qual expressa menor consumo de materiais, obtendo como resultado um menor custo em relação às estruturas com grandes vãos. No trabalho de Scheleider e Silva (2017), foi realizada a abordagem comparativa da análise comportamental da estrutura e seu desempenho construtivo de lajes lisas maciças armadas e protendidas, de um mesmo projeto arquitetônico utilizado para tal comparação. Seu resultado foi revelar a competitividade econômica entre as duas, demonstrando que a laje convencional maciça obtém vantagem sobre a protendida, pois em seu dimensionamento, a laje protendida economiza nas vigas, pois neste caso não há vigas no projeto e sua espessura da laje foi reforçada, logo, neste caso, a convencional trouxe um resultado econômico com maior benefício-custo.

No estudo de Pacheco e Ribeiro (2018), foram analisados dois modelos construtivos, sendo estes o concreto armado e o concreto protendido, a fim de apontar o que possui maior viabilidade técnica e executiva. Como resultado, os autores apontaram situações nas quais há a possibilidade de optar, em vãos superiores a 12 (doze) metros lineares, a solução mais viável é o uso do concreto protendido, que é mais oneroso, porém, com a possibilidade da diminuição da quantidade de elementos estruturais como pilares e vigas, podendo-se equiparar ao outro modelo citado; e, caso sejam vãos inferiores a 12 (doze) metros, é conveniente o uso do concreto armado.

Na pesquisa de Giffhorn e Lazzari (2018), foi realizado o estudo entre um projeto das vigas de concreto armado e o mesmo em protendido, de forma fictícia, com a finalidade de demonstrar que no protendido houve uma redução muito significativa no volume de concreto a ser utilizado em sua execução.

Dentro deste contexto, a norma brasileira NBR 6118, define o concreto protendido como aquele no qual parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão como a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura e propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no

estado limite último (ELU). Ela delinea ainda a armadura ativa como aquela constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial.

Para Pfeil (1984), a protensão é um sistema no qual são introduzidas tensões prévias na estrutura com o intuito de requintar o comportamento do concreto sob a ação de cargas. A protensão é aplicada no concreto através de cabos distribuídos na estrutura e estirados por um macaco hidráulico, que provoca essas tensões.

Cauduro (2002 apud Caixeta e Morais, 2018) explica que, na obra em que se utiliza protensão, a mão de obra envolvida no processo construtivo deve ser treinada e fiscalizada por um profissional qualificado, pois qualquer improvisação nesse método pode trazer grandes riscos. De acordo com Pereira (2021), o processo de protensão do concreto consiste em empregar a tensão nos cabos de aço antes da cura do concreto. Há dois tipos de protensão no mercado, a protensão aderente e a protensão não-aderente. A primeira concebe o uso de cabos em bainhas metálicas, podendo essas serem lisas ou onduladas, em que se faz a injeção da calda de cimento, sendo possível angariar o tanto de aderência que é necessário no sistema. A segunda compreende a utilização de cabos engraxados e cobertos por bainhas de polietileno ou polipropileno, os dois de alta aderência, proporcionando proteção contra corrosão.

## **ESTUDO DE CASO**

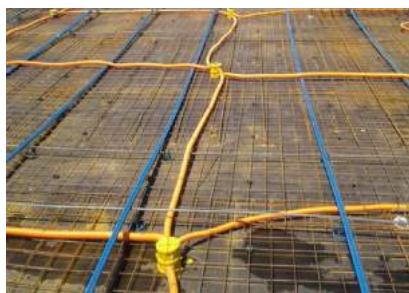
Nesta seção, apresentado-se todo o processo executivo de uma laje em concreto protendido, tomando-se como objeto de estudo um edifício comercial localizado em Santos Dumont, Minas Gerais. O objetivo é utilizar a obra de concreto protendido já executada e modelar a edificação em concreto armado, para estudar qual destes sistemas é mais viável técnica e economicamente.

### **Descrição do edifício**

Situado à rua Doutor Guilherme de Castro, no centro da cidade de Santos Dumont, Minas Gerais, o edifício comercial tomado como objeto de estudo neste trabalho é composto de dois pavimentos, um térreo e um tipo, sendo que o primeiro possui uma área de 421,50 m<sup>2</sup> e o segundo possui 472,10 m<sup>2</sup>, totalizando uma área construída de 893,60 m<sup>2</sup>.

Na Figura 1 identificam-se, na cor azul, cordoalhas do sistema em concreto protendido. Nota-se que elas estão igualmente espaçadas, assim como as armaduras construtivas da laje.

Figura 1 - Posicionamento das cordoalhas da laje



A Figura 2, à esquerda, apresenta os dispositivos utilizados na ancoragem das cordoalhas do sistema de protensão. Nela, é possível destacar a utilização de cunhas, que geralmente ficam alojadas em cavidades cônicas de blocos ou placas de aço. À direita, a Figura 2, exibe um trecho da laje com maior densidade de armaduras e, portanto, maior rigidez, com os espaçamentos devidamente respeitados entre as cordoalhas transversais e longitudinais.

Para modelar a laje do edifício comercial e calcular os momentos fletores, forças resultantes e deformações, foi utilizado o programa CypeCad v.2016, que utiliza o Método dos Elementos Finitos. As subseções seguintes apresentam considerações gerais sobre a concepção da estrutura, os materiais e as ações utilizados na modelagem numérica e, por fim, os resultados obtidos.

Figura 2 - Dispositivos de ancoragem (esquerda) e cordoalhas transversais e longitudinais (direita)



### **Modelagem numérica do edifício**

Para modelar a laje do edifício comercial e calcular os momentos fletores, forças resultantes e deformações, foi utilizado o programa CypeCad v.2016, que utiliza o Método dos Elementos Finitos. As subseções seguintes apresentam considerações gerais sobre a concepção da estrutura, os materiais e as ações utilizados na modelagem numérica e, por fim, os resultados obtidos.

### **Concepção estrutural**

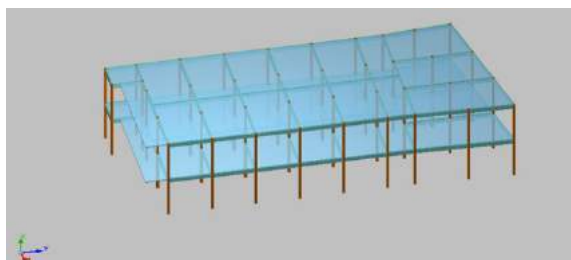
A análise comparativa foi realizada para uma laje maciça utilizando os dois diferentes sistemas construtivos: concreto armado convencional e concreto protendido (sendo este utilizado como



sistema estrutural). Em ambos, as maiores dimensões são 14,40 e 33,65 metros, nas fachadas frontal e lateral, respectivamente.

No sistema de concreto armado convencional, considerou-se a espessura da laje igual a 12 cm e vigas com seção 15x40 cm. Foram necessários 39 pilares com 3,68 m de altura. Não foram modeladas as fundações nem consideradas as cargas das paredes. A Figura 3 exibe o modelo numérico desenvolvido neste sistema.

Figura 3 - Modelo numérico tridimensional do edifício em concreto armado



No sistema de concreto protendido existente, em contrapartida, as lajes foram apoiadas sobre 18 pilares com seção 20x60 cm e mesmo pé direito, de 3,68 metros de altura, por pavimento. Neste caso, não existem vigas e a espessura da laje considerada também foi de 20 cm.

### **Materiais e ações consideradas**

No sistema de concreto armado convencional, utilizou-se na modelagem dos elementos estruturais concreto C25, com resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) igual a 25 MPa, e aços CA-50 e CA-60, com tensões de escoamentos ( $f_{yk}$ ) iguais a 500 MPa e 600 MPa, respectivamente.

Em relação às ações para o dimensionamento ao Estado Limite Último (ELU), considerou-se no cálculo do peso próprio a massa específica do concreto armado como sendo 2500 kg/m<sup>3</sup>. Foram consideradas ainda cargas permanentes e sobrecargas, de acordo com a norma NBR 6120.

Para os cálculos da laje no sistema de concreto protendido, foram utilizados concreto C30, com  $f_{ck}$  igual a 30 MPa, aços CA-50 e CA-60 e cordoalha engraxada CP-190-RB, com  $f_{yk}$  igual a 1900 MPa.

Assumida a Classe de Agressividade Ambiental (CAA) II, em conformidade com a norma NBR 6118, na edificação construída em concreto protendido foi adotado cobrimento das armaduras igual a 3 cm para pilares e vigas e igual a 2 cm para as lajes. Além disso, considerou-se uma ação de sobrecarga igual a 600 kgf/m<sup>2</sup> por pavimento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

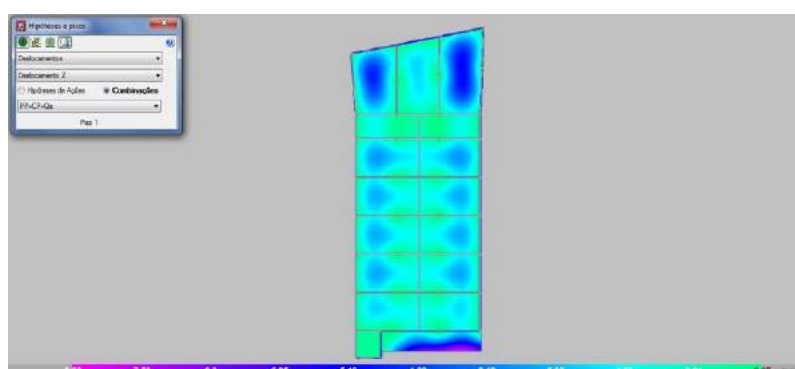
Diversos resultados podem ser extraídos da análise numérica no programa CypeCad v.2016.

Por simplificação, a avaliação dos resultados neste trabalho foi baseada na configuração deformada dos principais elementos estruturais da edificação.

Observou-se que as deformações mais críticas, que necessitam de uma análise mais cautelosa, estão entre 1,44 a 2,06 mm. Percebe-se que há maiores deslocamentos no meio dos vãos das vigas, justamente onde os momentos fletores assumem valores mais elevados. Nos apoios dos pilares, também existem momentos negativos significativos, entretanto as deformações são praticamente nulas devido à elevada rigidez entre as ligações.

A Figura 4 apresenta uma vista em planta da configuração deformada das lajes ao se considerar a combinação das cargas permanentes e variáveis.

Figura 4 - Configuração deformada das lajes de concreto armado



Ao analisar os deslocamentos dos planos de laje, percebe-se que as flechas mais favoráveis (menores) possuem valores entre 0,05 e 2,62 mm, já as mais desfavoráveis (maiores) ficam entre 2,62 e 8,62 mm. Portanto, pode-se afirmar que as flechas são maiores no meio dos vãos em lajes apoiadas nas bordas, e maiores na extremidade em laje em balanço. Contudo, destaca-se que neste tipo de sistema estrutural, não houve possibilidade de se ter uma laje em balanço com os mesmos 12 cm de altura do restante da edificação, pois em sua verificação se obteve um coeficiente parcial de segurança muito desfavorável. Além disso, não foram feitas as verificações dos limites das flechas obtidas conforme a norma NBR 6118, uma vez que os valores obtidos tiveram ordem de grandeza muito pequena, em função da elevada rigidez do sistema global.

De modo geral, o sistema estrutural de concreto armado teve uma problemática aparente ao tentar manter o projeto arquitetônico, que foi a laje em balanço na frente da edificação, devido à sua grande dimensão. Para que essa laje fosse mantida, deveriam ser locados pilares de apoio para sustentá-la, o que a tornaria não mais em balanço. Essa possibilidade provocaria alterações na fachada frontal da edificação proposta inicialmente na concepção do projeto. Conforme se verifica na Figura 4, o deslocamento é bastante desfavorável nesta laje, anulando assim a possibilidade de manter esta estrutura, conforme mencionado anteriormente, sendo um indicativo de que esse sistema estrutural pode não ser tão eficaz quando se trata de grandes

vãos, sobretudo em balanço.

Portanto, como mencionado anteriormente, por segurança estrutural e também pela verificação dos Estados Limites de Serviço (ELS), utilizando-se concreto armado convencional não se permite o lançamento de uma laje em balanço com vão tão extenso, conforme proposto no projeto arquitetônico. Já no concreto protendido, devido a sua propriedade de vencer grandes vãos, é possível considerar a laje em balanço.

Para elucidar quantitativamente as diferenças da utilização dos dois sistemas estruturais, levantou-se a quantidade de materiais gastos nos elementos estruturais da edificação. Especificamente, calculou-se volume de concreto, em metros cúbicos ( $m^3$ ), e de aço, em quilogramas (kg), bem como o consumo de fôrmas, em metros quadrados ( $m^2$ ), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativo total de materiais no sistema em concreto armado

<b>Elemento</b>	<b>Formas [<math>m^2</math>]</b>	<b>Concreto [<math>m^3</math>]</b>	<b>Barras [kg]</b>
Lajes	816,39	97,9	4663
Vigas	60,96	25,9	1448
Fôrmas	247,90	0,0	0
Pilares	211,90	11,1	1156
Total	1337,15	134,9	7267

De maneira similar, as Tabelas 2 e 3 apresentam o resultado global, referente ao somatório dos elementos do sistema de concreto protendido.

Tabela 2 - Quantitativo total (concreto e fôrmas) no sistema em concreto protendido.

<b>Elemento</b>	<b>Fôrmas [<math>m^2</math>]</b>	<b>Concreto [<math>m^3</math>]</b>
Lajes	929,0	168,0
Vigas	29,0	2,5
Pilares	217,5	17,0
Total	1175,5	187,5

Tabela 3 - Quantitativo total de aços CA 50-60 e CP 190-RB (cabos) no sistema de concreto protendido.

<b>Barras</b>	<b>Peso total [kg]</b>
CA-50	4112
CA-60	2126
CP 190-RB	3862

### **Estudo comparativo de custos**

A Tabela 4 apresenta os custos totais estimados para os sistemas em concreto armado e

protendido e a diferença relativa entre os valores totais de ambos os sistemas. Os preços utilizados nos cálculos foram os mesmos utilizados por Silva (2015).

Tabela 4 - Comparação entre os preços finais adotados para ambas as lajes.

<b>Concreto armado</b>	<b>Concreto protendido</b>	<b>Diferença relativa</b>
R\$ 125.922,03	R\$ 175.894,78	28,41%

É importante destacar que a estimativa do volume de material no sistema em concreto armado não considerou a laje em balanço.

## **CONCLUSÃO**

Com o estudo comparativo realizado neste trabalho foi possível identificar alguns fatores importantes, sendo estes quantitativos e qualitativos. O concreto protendido exige um conhecimento prévio de execução e de projeto e a necessidade de mão de obra qualificada pode torná-lo oneroso em comparação com o concreto armado, comumente utilizado. Porém, utilizar este sistema estrutural também pode significar economia, quando se consideram aspectos de manutenção futura da estrutura. Portanto, a presente pesquisa revelou alguns parâmetros a serem observados pelo projetista e pelo financiador do projeto, podendo-se dizer que o concreto armado é mais econômico quando aplicado em lajes com pequenos vãos, em comparação com o concreto protendido. Todavia, dependendo da arquitetura da obra e considerando a necessidade de manutenção futura, este custo pode ser equivalente ao uso do concreto armado convencional.

## **REFERÊNCIAS**

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR. 6118. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR. 6120. Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

Caixeta, P. E. B.; Morais, W. R. de. Lajes lisas em concreto protendido – Análise e Relatório de Inspeção de Execução. Anápolis, 2018.

Cauduro, E. L. Recomendações para a boa execução de construções em concreto protendido com cordoalhas engraxadas e plastificadas (protensão não aderente). Revista Ibracon n°. 28, 2002.

Dicio. Significado de concreto protendido. Dicionário Online de Português, 2020. Disponível em: < [www.dicio.com.br/concreto-protendido/](http://www.dicio.com.br/concreto-protendido/)>.

Giffhorn, G. C.; Lazzari, P. M. Estudo comparativo entre viga de concreto armado e concreto protendido. Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana, n. 7, p. 2-14, 2018.

Oliveira, Douglas et al. Viabilidade da aplicação de concreto protendido para lajes de edifícios: comparação com o concreto armado. Semana de Pesquisa do Centro Universitário Tiradentes-SEMPESq-Alagoas, n. 6, 2018.

Pacheco, A. L. L.; Ribeiro, B. R. D. S. Estudo comparativo entre laje maciça simples de concreto armado e concreto protendido não aderente: uma abordagem bibliográfica. 2018.

Pereira, C. Concreto Protendido: O que é, como é feito, vantagens e desvantagens. Escola de Engenharia, 2021. Disponível em: < <https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-protendido/>>.

Pfeil, Walter. Concreto protendido – Introdução. LTCE, Rio de Janeiro, v. 5, 1984.

Scheleider, A. A.; Silva, M. di C. Análise comparativa do comportamento estrutural e desempenho construtivo de lajes lisas maciças em concreto armado versus concreto protendido–estudo de caso aplicado em TQS. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Silva, F. N. Análise comparativa entre lajes em concreto armado e concreto protendido. Recife, 2015.

Silva, J. B. Da; Silva, J. L. I. F. Da; Garcia, R. S. Análise comparativa do dimensionamento de vigas de concreto armado e protendido. Anais do fórum de iniciação científica do UNIFUNEC, v. 8, n. 8, 2017.



Cecir Barbosa de Almeida Farias  
João Vitor da Silva Alves  
Pedro Florêncio Almeida Lima  
Alisson Clementino da Silva  
Ana Maria Silva Paiva

**TRATAMENTO DE PACIENTES IDOSOS COM COVID-19  
UTILIZANDO O APLICATIVO COVIDOSOS**

# TRATAMENTO DE PACIENTES IDOSOS COM COVID-19 UTILIZANDO O APLICATIVO COVIDOSOS

Cecir Barbosa de Almeida Farias

João Vitor da Silva Alves

Pedro Florêncio Almeida Lima

Alisson Clementino da Silva

Ana Maria Silva Paiva

## RESUMO

Com a chegada do novo coronavírus se fez necessária a utilização de tecnologia para auxiliar o sistema de saúde brasileiro. Graças ao surgimento de novas tecnologias foi possível a implementação de um novo aplicativo de celular para realizar tratamentos médicos sem a necessidade de pacientes idosos se deslocarem constantemente de sua residência até o hospital. Neste contexto, este trabalho objetivou a criação do aplicativo COVIDOSOS para utilização por profissionais da área de saúde e pacientes idosos que testaram positivo para a Covid-19 em um hospital público de um pequeno município paraibano. O aplicativo atua como suporte para tratamento de pacientes idosos com dificuldade de locomoção, com comorbidades pré-existentes e precisando de auxílio no tratamento da Covid-19. O aplicativo criado visa oferecer informações também para profissionais da área de saúde de hospitais públicos e unidades de saúde, a fim de despertá-los para a importância do acompanhamento do tratamento médico remoto adequado, após a contaminação desta doença.

**Palavras-chave:** aplicativo, tecnologia, covid, idosos.

## INTRODUÇÃO

A tecnologia oferece uma abordagem verbal, estímulos sensoriais visuais ou auditivos proporcionando notificações e alarmes em celulares que podem ser úteis em diversos momentos principalmente para o público idoso. Este instrumento pode tornar-se um aliado neste momento difícil, proporcionando uma assistência para testemunhar o desenvolvimento de quadro clínico de doentes, principalmente tratando de pacientes idosos. O envelhecimento, ainda que saudável, torna o sistema imunológico dos idosos mais vulnerável e, por isso, há que se intensificar os cuidados. Por isto, uma série de características intrínsecas tornam esse grupo mais vulnerável à Covid-19.

Durante este momento de pandemia, um aplicativo de celular pode auxiliar no tratamento de idosos, indicando e alertando sobre os horários das diversas medicações prescritas, além dos

horários das diversas medicações rotineiras para as comorbidades pré-existentes do paciente idoso. Para o desenvolvimento do aplicativo aqui apresentado - CovIdosos foi utilizada a plataforma MIT *App Inventor e Kodular* (2012) que utilizam linguagem de programação com blocos lógicos e itens de som e imagem, para que assim, seja possível desenvolver as interfaces e *layouts* do aplicativo, a ser utilizado no tratamento de pacientes idosos de Covid-19.

O enfrentamento contra o novo coronavírus não envolve apenas determinação, mas racionalidade, paciência e ciência, deste modo, o cuidado com idosos aliado a tecnologia pode torna-se uma grande ferramenta neste momento difícil possibilitando uma assistência e análise completa, observando a evolução do quadro clínico dos pacientes. Por isto, o aplicativo em questão surge como um suporte estendido do hospital, seguindo as necessidades dos pacientes e profissionais da área de saúde.

## REFERENCIAL TEÓRICO

As incessantes mudanças na sociedade e a entrada de doenças cada vez mais inusitadas têm trazido consigo desafios que demandam novas abordagens para serem solucionados.

Os indivíduos em sua interação social cotidiana são diariamente desafiados a resolver problemas complexos, exigindo habilidade de correlacionar conceitos e categorias de diferentes naturezas (Hammerschmid, 2020). Desta forma, universidades e centros de pesquisa, enquanto espaço de disseminação de conhecimento têm procurado se posicionar perante essa realidade e prover ações mais pertinentes às exigências sociais da contemporaneidade.

Na época de epidemia em que estamos vivendo com o Covid-19, surge a necessidade de novos enfoques tecnológicos que auxiliem aos pacientes, familiares, cuidadores, enfermeiros e médicos durante o tratamento. A tecnologia proporciona uma abordagem verbal, estímulos sensoriais visuais ou auditivos maximizando a experiência de lembrete e alarme, que podem ser úteis em diversos momentos.

O crescente desenvolvimento tecnológico aliado à difusão de conhecimento para uso na área de saúde é uma contribuição frente ao cenário atual (Chaves, 2018) para suprir problemas cotidianos a partir de dispositivos técnicos. Importância relacionada ao crescente índice de uso de dispositivos móveis que em 2018 tendeu a aumentar em 20% (IDC, 2017 apud Chaves, 2018), agregando opções importantes aos usuários, em diversas áreas, assim como na área de saúde, auxiliando tratamentos médicos de indivíduos acerca de ações benéficas e necessárias, tais como: agendamento de consultas e realização de exames rotineiros: medição de glicose, batimentos cardíacos e pressão arterial, por exemplo.

A tecnologia pode auxiliar ao doente e seus familiares no tratamento do coronavírus. Nos pequenos municípios, por exemplo, que dispõem de poucos médicos e leitos, os cidadãos que apresentam os sintomas da doença, são atendidos pela equipe médica de um Hospital (ou do



posto de unidade de saúde mais próximo), fazem os exames de temperatura, de pressão e de respiração, recebem as prescrições de medicamentos para os sintomas da doença e são orientados a voltar para as suas residências e ficarem isolados, até o 10º dia do retorno ao Hospital para realização do teste de Covid-19. Durante este período, um aplicativo de celular pode auxiliar no tratamento, indicando e alertando sobre os horários das diversas medicações prescritas, além dos horários das medicações rotineiras para as comorbidades crônicas que o paciente idoso já possui.

Um *software* ou aplicativo de celular pode armazenar os dados das medicações prescritas pelo médico, a posologia e os horários para cada paciente. O aplicativo pode emitir um relatório de tudo que foi utilizado, assim como os sintomas em cada dia, o qual poderá ser lido pelos familiares ou cuidadores, e enviado para os médicos e enfermeiros do Hospital para controle e acompanhamento do paciente.

Algumas plataformas de desenvolvimento, a exemplo da *App Inventor e Kodular* (2012), utilizam linguagem de programação de blocos lógicos e itens de som e imagem, para que assim, seja possível desenvolver interfaces e *layouts* para aplicativos de celular, tal como o aplicativo em questão, a ser utilizado por pacientes idosos de Covid-19.

## **METODOLOGIA**

O aplicativo COVIDOSOS foi desenvolvido inicialmente utilizando a plataforma *App Inventor* e depois foi migrado para *Kodular*, ambas do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), para incluir mais funções. Foi utilizada com uma linguagem de programação através de blocos lógicos e para a realização do armazenamento de dados na nuvem foi empregado o *Cloud DB* e também o *Tiny DB*. O aplicativo possui um *layout* e interfaces simples e de fácil visualização para idosos, além de ser uma ferramenta prática para médicos, enfermeiros e agentes de saúde. Tais profissionais podem obter digitar dados dos pacientes e acompanhar seu tratamento através das informações apresentadas nas telas. O aplicativo foi desenvolvido por uma equipe de quatro estudantes universitários, uma professora da UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, dois médicos e três enfermeiros durante um projeto de extensão vinculado a PROPEX- Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão.

Inicialmente, foram realizadas reuniões com a equipe do projeto, agentes de saúde, enfermeiras e médicos do hospital municipal foram criados vários diagramas, na etapa de análise, tais como: o Diagrama de *Use Case* (caso de uso) e o DER- Diagrama de Entidade e Relacionamento (Date, 2014). O diagrama de Use Case (Guedes, 2018) criado demonstra um cenário de todas as funcionalidades do sistema e suas interações com os atores (usuários). O Diagrama de Entidade e Relacionamento contém os dados armazenados que se relacionam entre si, cadastrados pelos usuários e gravados “na nuvem” através do banco de dados *Cloud DB*. No

aplicativo existem várias formas de acesso para os usuários e níveis e permissões de acesso. Por exemplo, os médicos e enfermeiras possuem bastante autonomia e níveis de acesso diferentes em relação aos agentes de saúde.

Em seguida, foram realizadas mais algumas codificações de novas funções, *upgrades* em funções existentes e testes para tornar o aplicativo mais lúdico para os idosos.

## **RESULTADOS**

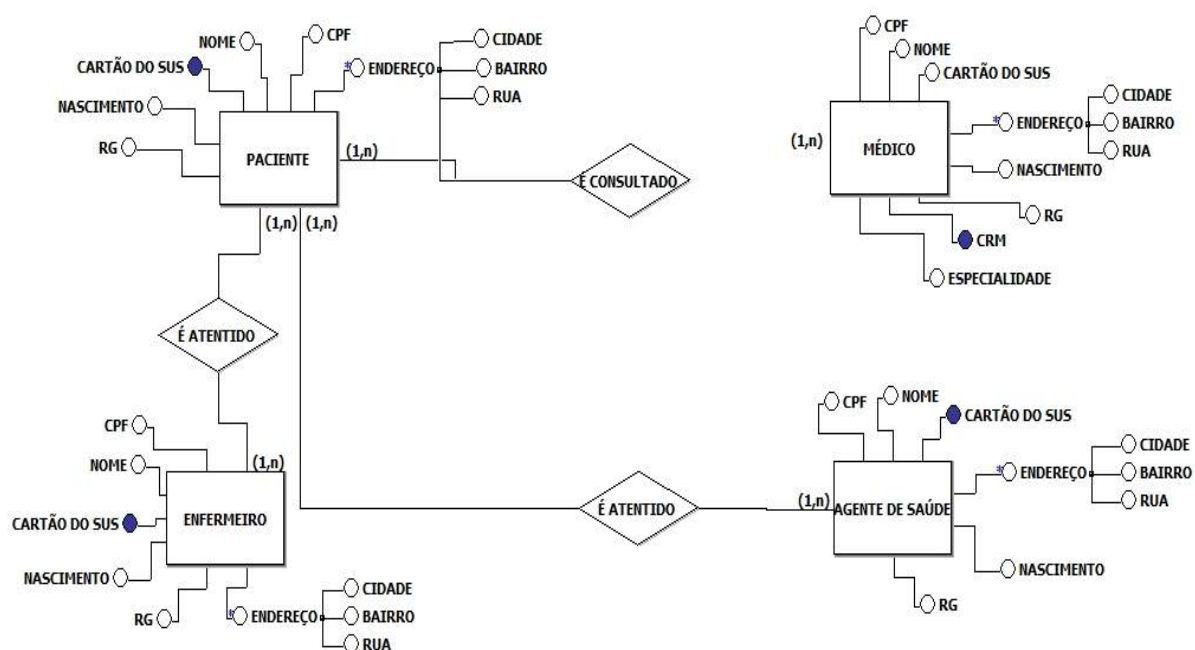
### **Análise do aplicativo**

Foram realizadas pesquisas sobre a Covid-19 (MEDPREV, 2020; Granchi, 2020; Alves, 2020), para uma familiarização maior com a doença e assim, buscar necessidades que podem surgir e serem atendidas por tecnologias e pelo aplicativo em questão, como por exemplo, a chamada de emergência para que os idosos busquem e consigam socorro com mais facilidade. Como a doença é relativamente nova, ainda existem muitas lacunas de informações, pois a fase de observação das sequelas e a avaliação dos melhores tratamentos ou o desempenho das vacinas está em desenvolvimento.

Após isso, iniciou-se a etapa de análise do aplicativo para verificar as funções necessárias para o mesmo. Desta forma, realizaram-se reuniões da equipe com os profissionais (médicos e enfermeiros) do Hospital Alice de Almeida, Sumé, PB o que possibilitou um melhor desenvolvimento das funções, para entender as necessidades e supri-las no aplicativo.

Foi elaborado o diagrama de *Use Case* para conhecer todas as funcionalidades necessárias ao aplicativo, o diagrama de sequência e de estados. Foi também criado o Diagrama de Entidades e Relacionamentos – DER (Figura 1) para conhecer todas as entidades do sistema, os atributos e dados a serem armazenados no banco de dados, os quais foram identificados durante as reuniões com a equipe de profissionais do hospital.

Figura 1 - DER - Diagrama de Entidade e Relacionamento do aplicativo – CovIdosos



Fonte: autoria própria

No domínio representado no diagrama da Figura 1 existem as seguintes entidades e seus relacionamentos:

- Paciente é consultado pelo médico (um paciente pode consultar-se com vários médicos e um médico pode consultar vários pacientes).
- Paciente é atendido pelo enfermeiro (um paciente pode ser atendido por vários enfermeiros e um enfermeiro pode atender vários pacientes).
- Paciente é atendido por agentes de saúde (um paciente pode ser atendido por vários agentes de saúde e um agente de saúde pode atender vários pacientes).
- Agente de Saúde possui os seguintes atributos: nome, CPF, RG, data de nascimento, cartão do SUS e endereço que se divide em bairro, rua e cidade.
- Agente de Saúde: Cartão do SUS

### Desenvolvimento

Após a etapa de análise, o aplicativo começou a ser desenvolvido pela equipe de extensionistas sob orientação da professora orientadora, utilizando-se a plataforma *Kodular* e a linguagem de programação em blocos.

Foram desenvolvidas telas de interface e a codificação para as funções de: atualização e consulta do prontuário, atualização e consulta do plano terapêutico, alarmes e notificações para os horários dos medicamentos; atualização e consulta do boletim de pacientes; chamada de emergência para os pacientes e cadastro de visitas.

A Figura 2 mostra a tela inicial do aplicativo. Em seguida, o usuário acessará uma tela de *login*

que permite o acesso dos pacientes e profissionais às telas de menus. Na tela de *login*, existem as opções de “criar um novo cadastro” ou efetuar “*login* de acesso” ao sistema. Para os pacientes, o acesso é permitido mediante a digitação do seu número SUS e sua data de nascimento, que é a senha. Para os profissionais, o usuário sofre alterações, passando a ser o seu número CRM, contudo, a senha permanece sendo sua data de nascimento.

Figura 2 - Tela inicial do aplicativo



Após o acesso da Tela de login, o usuário é redirecionado para as suas respectivas telas de menu, ou se for um novo usuário poderá realizar um novo cadastro e digitar seus dados (SUS, CPF, RG, data de nascimento, endereço e cidade) (Figura 3).

Figura 3 - Tela para cadastro de dados de usuários

A tela de cadastro de dados de usuários é exibida em um formato de formulário vertical. O formulário contém os seguintes campos e valores: NOME (Médico 1), CARTÃO SUS (328469780154937), CPF (13465891), RG (356945851), DATA DE NASCIMENTO (20081985), ENDEREÇO (Rua José Américo), CIDADE (Campina Grande) e BAIRRO (São José). No final do formulário, há dois botões: "SALVAR" e "CONTINUAR".

As telas de menus possuem interfaces amigáveis, pensadas diretamente nos usuários, trazendo maior acessibilidade (através de imagens e desenhos) para os pacientes idosos (Figura 4) que por vários fatores, possuem dificuldade de utilização à tecnologia atual.

Figura 4- Tela menu do paciente



Do mesmo modo, o design simples desenvolvido nas telas de menus dos profissionais, proporciona uma boa usabilidade para trafegar entre as abas do aplicativo, e seus respectivos botões para acesso às funções.

O aplicativo também permite atualização de situação de pacientes e emite relatório de pacientes doentes em casa, internados, que obtiveram alta e faleceram. Também emite um boletim com relatório total dos doentes (em quarentena, internos em hospitais, em alta, com vírus ativo ou em óbito) conforme é apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Tela de Boletim sobre os pacientes com Covid-19 no município



O aplicativo CovIdosos permite ao profissional médico inserir o “plano terapêutico” e atualizá-lo. Assim como também permite ao enfermeiro e agente de saúde procurar pacientes a partir do número do SUS cadastrado (Figura 6) e consultar a ficha com as prescrições e posologia prescritas para tratamento de Covid-19, ou medicações para crônicas ou pré-existentes.

Figura 6 - Tela do plano terapêutico

**Atualizar Plano Terapêutico**

Numero do SUS:  
Nome do Paciente:  
Recomendações: \_\_\_\_\_

Quantidade de Medicamentos:  
Ex.: 2


Nome do Medicamento Prescrito:  
Ex.: Ivermectina

Posologia:  
Ex.: 2x ao dia/ em 12-12 horas

Adicionar Medicamento

Finalizar Atualização

Voltar

  
**COVIDOSOS**

Na reta final do desenvolvimento observou-se que a plataforma *App Inventor* não estava sendo suficiente para suportar a quantidade de funções e que o aplicativo precisava, o que impossibilitou o alarme dos medicamentos de acontecer na primeira versão, além da função de chamada de emergência que também não estava disponível. Por tanto, houve a migração para a plataforma *Kodular* e o desenvolvimento de outras funções, tais como: um menu de busca de paciente para os profissionais da saúde e o prontuário do paciente. Isto trouxe mudanças importantes para o projeto. A partir disto, foram criados também o cadastro de um número para chamadas de emergência e o alarme para medicamentos.

O aplicativo permite que os pacientes possam realizar “chamadas de emergência” para o hospital, agente de saúde, ou cuidador e o aplicativo já vem cadastrado o número do SAMU. A funcionalidade de “alarme” proporciona aos pacientes o recebimento de notificações e sinais de alarme para medicamentos nos dias e horários definidos pela equipe de saúde, a partir do plano terapêutico para tratamento de Covid-19, além de lembretes para outros medicamentos referentes a doenças crônicas pré-existentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos iniciais de desenvolver um aplicativo para tratar e monitorar pacientes idosos com Covid-19 foram alcançados. As funções de: cadastramento de pacientes, profissionais da saúde, medicamentos, plano terapêutico, visitas a domicílio; atualização de situação de pacientes; emissão de boletins informativos sobre casos da doença, quantidade de pacientes em quarentena, internados, curados e as ocupações de leitos; planejamento remoto de novas visitas presenciais e agendamento; possibilidade de contato direto com SAMU, cuidadores e profissionais; além de alarme para horários de medicações, tornam o atendimento e cuidado com idosos mais eficiente, e desta maneira, otimizam o processo de enfrentamento à pandemia. O aplicativo CovIdosos será disponibilizado na *Play Store* para celulares do tipo Android, permitindo o acompanhamento dos pacientes e possibilitando o avanço para a cura da Covid-19. O aplicativo poderá ser utilizado por profissionais e pacientes de hospitais públicos e unidades de saúde de municípios similares ao do município citado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, P. Coronavírus: conheça oito tecnologias que ajudam no combate à Covid-19. Tech Tudo. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/03/coronavirus-conheca-oito-tecnologias-que-ajudam-no-combate-a-covid-19.ghtml>> Acesso em: 14 mar. 2020.

CHAVES, A. S. C.; OLIVEIRA, G. M.; de JESUS, L. M. de S.; MARTINS, J. L.; da SILVA, V. C. Uso de aplicativos para dispositivos móveis no processo de educação em saúde: reflexos da contemporaneidade. Revista Humanidades e Inovação, v. 5, n. 6, p. 35 - 42, jul.- ago. 2018.

Cloud DB Disponível em: <Google Cloud <https://cloud.google.com/google/cloud>>. Acesso em: 02 maio. 2020.

Date, C. J. Introdução a Sistemas de Banco de Dados, Editora LTC. Abril, 2014.

Granchi, Giulia. Principais remédios e tratamentos em testes contra a covid-19. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/05/14/conheca-os-principais-remedios-em-testes-contr-a-covid-19.htm?next=0001H1091U107N>>. Acesso em: 19 jun. 2020. Revista on line VivaBem, São Paulo, 2020.

Guedes, Gilleanes T. A. UML 2 - Uma Abordagem Prática - 3ª Edição. Editora Novatec. Fev 2018.

HAMMERSCHMIDT, Karina Silveira de Almeida; SANTANA, Rosimere Ferreira. Saúde do Idoso em Tempos de Pandemia Covid-19. Cogitare Enfermagem, 2020. Disponível em: <<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/07/1095404/3-72849-v25-pt.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

IDC '17- Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children, Stanford, EUA, 2017.

Kodular Disponível em:< <https://www.kodular.io/> > Acesso em: mar. 2020.

MEDPREV. Por que o Organismo dos Idosos é Mais Suscetível à Covid-19 e outras Doenças? 2020. Disponível em: <<https://medprev.online/blog/organismo-do-idoso-covid-19.html>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

MIT App Inventor Disponível em: <<https://appinventor.mit.edu/>> 2012. Acesso em: 02 fev. 2020.

Tiny DB. 2020. Disponível em: <https://tinydb.readthedocs.io>. Acesso em: 02 mar. 2020.





## Autores

### **Adelson Menezes Lima**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade Pio Décimo (2004). Mestre em Sistemas de Comunicação e Automação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2014). Doutor em Engenharia Elétrica e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2020). Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área da fontes alternativas, eficiência energética e antenas de microfitas. Atualmente é professor Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Pau dos Ferros - RN.

### **Adriano Mendonça Souza**

Graduação em Matemática pela FIC (1988), Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa pela UFSM (1991) Mestrado em Engenharia de Produção pela UFSM (1993), Doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC (2000) atuou como pesquisador na Texas A & M University, realizou post-doc no ISCTE - Business School - Lisbon Institute – Portugal (2010). Faz parte do corpo editorial da Revista Ciência e Natureza e membro do comitê editorial da Editora-UFSM. Atualmente é Professor Titular do Departamento de Estatística da UFSM.

### **Alan Pedro Vasconcelos Martins**

Graduado em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA - Mossoró/RN (2018-2020); Estudante de Engenharia Elétrica na UFRSA - Mossoró/RN (início 2021); Técnico em Eletrotécnica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN - Mossoró/RN (2014-2017).

### **Alisson Clementino da Silva**

Graduando em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos pela Universidade Federal de Campina Grande - campus CDSA desde 2018. Sua linha de pesquisa é voltada para a área bioinformática e análise de dados.

### **Aluska do Nascimento Simões Braga**

Possui Graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2009), Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011), Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2014) e realizou pós-doutorado pela mesma instituição (2015). Atualmente é professora da Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella, no Curso de Bacharelado em Engenharia de Materiais.

### **Alvaro José de Souto**

Graduado em Relações Internacionais pela Universidade do Vale do Itajaí (2001). Graduado em Marketing pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2013). Mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006). Professor universitário na área de marketing e estratégia.

### **Ana Maria Silva Paiva**

Graduação em curso em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos - campus CDSA desde 2018. Possui conhecimento em idiomas: inglês, espanhol e francês. Principal linha de pesquisa na área de Engenharia Química e Bioprocessos.

### **Ana Paula da Silva**

Acadêmica de Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2021).

### **Anna Vitória Arcaño da Silva**

Estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário Uninovafapi.

### **Augusto Magagnin Danelus**

Estudante de Engenharia Elétrica na UFRGS, atualmente no segundo semestre. Técnico em Mecatrônica pelo SENAI/RS. Atualmente é consultor técnico na Sinc Jr, empresa júnior da UFRGS vinculada aos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação.

### **Ayolle Milena Silva Ávila**

Graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (2021). Atualmente cursando Engenharia Civil na (UFVJM).

### **Bárbara Doumith Oliveira Sobrinho Paes Figueiredo**

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Presidente Antônio Carlos, Barbacena/MG (2020). Atualmente trabalha em uma Construtora da cidade de Barbacena/MG.

### **Carlos Alexandre Oliveira de Souza**

Possui Graduação em Engenharia Mecatrônica pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Doutorado em Engenharia Mecânica também pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), ambos na área de Mecânica dos Sólidos e Projeto Mecânico. É Professor Adjunto IV no Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus de Diamantina - MG.

### **Cecir Barbosa de Almeida Farias**

Graduada no curso de Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande (1997). Mestre em Informática (2000). Doutor em Engenharia da Computação (2008). Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área de Sistemas de Informação e Engenharia de Software. Atualmente é professor da Universidade Federal de Campina Grande - campus CDSA desde 2010.

### **Celso Amaral Cordeiro**

Bacharel em Ciência e Tecnologia (2020), e graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), atualmente trabalha com Planejamento de obras atuando no setor de Estrutura.

### **Cícero Gomes Leo**

Engenheiro de produção especialista em Cadeia de Suprimentos no segmento metal-mecânico, graduado pela Universidade Veiga de Almeida (2010), pós graduado em Produção e Manutenção pela Universidade Federal Fluminense (2014), e pós graduado em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (2021). Sua linha de pesquisa e atuação se concentram em Produção Enxuta (Lean manufacturing), Metodologia Ágil (Scrum) e Gestão de Estoques.

### **Clara Da Costa Zon**

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela UFVJM(2021), com atuação da Melius Empresa Júnior como gerente financeiro(2019), além de ser Diretora de evento esporte e cultura, no mesmo ano participei do colegiado do curso: ciência e Tecnologia. Atualmente graduanda em engenharia Civil pela UFVJM, na qual participo do Crea – Jr-MG e Projeto Construção +.

### **Claudio Felipe Tomm**

Graduação em Engenharia de Computação, Universidade Positivo (2012). Mestre em Ensino Científico e Tecnológico pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões campus Santo Ângelo – URI -Santo Ângelo (2016).

### **Cláudio Rogério de Assis Carena**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade Pitágoras (2013). Sua principal área de pesquisa é a educacional, tendo iniciado a pós-graduação no ramo. Atualmente trabalha como Engenheiro Residente da 4ª Região, para uma empresa de produtos que envolvem elétrica automotiva.

### **Daniel Moraes Santos**

Possui graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações (2003) pela Pontifícia Universidade Católica (PUC), especialização em Docência do Ensino Superior pela PUC (2005), mestrado em Engenharia Elétrica em processamento digital de sinais imagens pela Universidade Federal de Uberlândia (2006) e doutorado em Engenharia Elétrica na área de processamento digital de sinais pela Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente é docente adjunto II na UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - MG.

### **Daniela Sayão Vieira**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000), mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003), pós graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004) e pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Católica de Petrópolis (2014). Atualmente é professora auxiliar da Universidade Estácio de Sá, onde atua desde 2014 e está coordenando os cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e de Engenharia de Produção (campus Norte Shopping). Tem experiência na área de Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: água de produção, bactérias redutoras de sulfato, óleos & graxas, H<sub>2</sub>S (gás sulfídrico) e segurança de processos.

### **Daniele de Jesus Machado**

Bacharel em Ciência e Tecnologia e graduanda em Engenharia Civil pela UFVJM. Atualmente é estagiária no setor de contratos. Além disto participa do projeto da UFVJM denominado “Vagão sustentável”, e é gerente de projetos na Melius empresa júnior.

### **Davi Henrique da Silva Pedroso**

Aluno de graduação no curso de Engenharia Física pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Atuou como voluntário no Laboratório Sinais e Sistemas (LABSIS) sob orientação do professor Me. Gilson Fernandes Braga Junior, na linha de pesquisa voltada para microcontroladores e automação. De 2020 a 2021 desenvolveu um projeto de extensão com o intuito de desenvolver um sistema de monitoramento da produção do biogás.

### **Eduardo Rocha de Oliveira**

Graduado em Administração pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2010), Mestre em Administração pelo programa de pós-graduação UNISUL (2021). Possui experiência profissional e acadêmica em Administração com ênfase em gerenciamento, marketing e vendas. Tem pesquisado nas seguintes linhas de pesquisa: Gestão de marketing para varejo e canais de distribuição, planejamento estratégico de marketing e diagnóstico mercadológico, Inovação tecnológica em marketing, marketing de serviços, competitividade e relacionamento com clientes.

### **Elvys Dias Reis**

Mestre em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2020). Engenheiro civil com ênfase em estruturas metálicas pela Universidade Federal de São João Del Rei (2017). Atualmente é Professor Adjunto do curso de Engenharia Civil da Universidade Presidente Antônio Carlos. Tem interesse nas áreas de Engenharia de Estruturas e Construção Civil.

### **Erique Ramille Rodrigues Costa**

Possui graduação em Tecnologia de Edificações pela Unifacisa de Campina Grande - PB. Graduando em Engenharia Civil pela Uninassau Campina Grande - PB.

### **Everson Pires da Cruz**

Acadêmico de Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2021).

### **Felipe Daniel Bastos Lopes**

Graduado em Engenharia Civil, pelo Centro Universitário Novafapi (2021). Atualmente realiza estudo relacionados as propriedades dos materiais e atua na construção de casas de alto padrão.

### **Felipe Pereira dos Santos**

Bacharel em Engenharia de Produção pela UNESA desde 2020. Possui 5 anos de experiência profissional em logística e gestão. Sempre em busca de novas e melhores maneiras de realizar as tarefas diárias. Dispõem como fundamentos e valores: comprometido, confiável, organizado e estratégico. Atualmente trabalho como Analista de Logística e Garantia, na Empresa Tigrão Auto Peças. E nas horas vagas gosto de ver filme, série, ler mangá.

### **Felipe Vizzotto Petersen**

Estudante de Graduação em Engenharia Elétrica pela UFRGS, Estudante em Tecnólogo por Controle e Automação Industrial pela UERGS em 2018 até 2018. Atualmente é bolsista de empreendedorismo na UFRGS, pelo projeto base do artigo ILUMINATCHÊ: Por um futuro mais brilhante.

### **Fernanda Paola Butarelli**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (2011). Especialização em Gerenciamento de Projetos (2014). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2016). Atualmente é professora da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

### **Fernando Nunes Belchior**

Graduação em Engenharia Industrial Mecânica pela Universidade Federal de São João del Rei, UFSJ (2004). Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2007 e 2011, respectivamente). As principais áreas de interesse são: Escoamentos Turbulentos; Jatos; Métodos Pseudo Espectral de Fourier; Métodos numéricos de alta ordem. Atualmente é professor associado na Universidade Federal de Goiás.

### **Gabriel Andreolio Tannhauser**

Estudante de Engenharia de Produção na UFRGS, atualmente no segundo semestre do curso. Atualmente é bolsista de empreendedorismo com o projeto base do artigo ILUMINATCHÊ: Por um futuro mais brilhante.

### **Gabriel Gomes Osório Torres**

Estudante de Engenharia Química na UFRGS, em seu segundo semestre do curso. Atualmente é consultor de vendas do Comercial da Quimlabor Jr - Soluções em Análises Químicas e Consultoria, empresa júnior da UFRGS vinculada ao instituto de química.

### **Gabriela Maria Martinez**

Acadêmica de Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2021).

### **Geysivana Késsya Garcia Carvalho**

Possui Bacharelado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI, Mestre em Ciências e Engenharia dos Materiais na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Pós-graduada em Estruturas de Concreto e Fundações, Pós-graduada em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental e Pós-graduada em Docência do Ensino Superior. Atualmente atua como engenheira civil na área de saneamento. Tendo vivência profissional no planejamento, execução, fiscalização e projetos de construções civis.

### **Gilson Fernandes Braga Junior**

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (atual Faculdade Estácio de Belém, 2010) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2013) na área de concentração Sistemas de Energia Elétrica e linha de pesquisa Controle e Automação. Atualmente é professor da Universidade do Oeste do Pará e coordenador do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica.

### **Gilson Rodrigues de Souza**

Bacharel em Ciência e Tecnologia (2020) e graduando em Engenharia Civil pela UFVJM. Atualmente trabalha com planejamento de obras atuando no setor de estrutura em obras públicas. Além disto participa do projeto na UFVJM, denominado: “Construção +”.

### **Graziela Oste Graziano Cremonezi**

Graduação em Administração pela Unimep (2001). MBA em Gestão de Pessoas (2004). Mestrado em Administração (2009). Doutorado em Administração (2011). Pós doutorado em andamento. Professora do PPGA em Administração da Unisul.

### **Guilherme Mendes Figueredo**

Estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário Uninovafapi.

### **Guilherme Saraiva Santana**

Possui graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (2019). Atualmente está cursando Engenharia Mecânica na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Sua principal linha de pesquisa é na área de modelagem computacional de sistema térmicos, vinculada ao projeto Modelagem e Diagnóstico Termodinâmico de Sistemas Térmicos.

### **Guilherme Wagner Loureiro**

Estudante do terceiro semestre de engenharia de materiais na UFRGS. Atualmente, ocupa o cargo de diretor de RH na EME Jr. - empresa júnior de engenharia de materiais da UFRGS. Membro da LEMIA (Liga de empreendedorismo e inovação da UFRGS) e do programa de formação de lideranças SHARE - Do well Do good.

### **Gustavo Henrique Barbosa de Oliveira**

Bacharel em Ciência e Tecnologia (2021), e graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Gustavo José de Araújo Aguiar**

Graduação em Engenharia Civil (2019), e atualmente bolsista FACEPE no mestrado acadêmico do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), ambos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área de Tecnologia Ambiental, atuando na Gestão e tratamento de resíduos sólidos.

### **Hércules Gylben Oliveira do Vale Melo**

Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninovafapi (2020). Pós Graduando em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental pelo Instituto Brasileiro de Educação Continuada (2021-2022). Principal linha de atuação e estudo é na área de drenagem urbana e saneamento básico, sendo engenheiro responsável pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgoto de Campo Maior, no estado do Piauí.

### **Hugo Ferreira Ginu**

Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal de Goiás (2016), especialista em prédios inteligentes pelo IFG (2019) e Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente exerce o encargo de Procurador Educacional Institucional ligado à Secretaria de Planejamento da UFG, atuando no acompanhamento e dos indicadores de gestão da universidade.



### **Humberto Dionísio de Andrade**

Graduação em Engenharia Elétrica (2004). Mestre Engenharia Elétrica e Computação (2010). Doutor em Engenharia Elétrica e Computação (2013), todos os títulos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Sua principal linha de pesquisa é Antenas, dispositivos planares, comunicações para sistemas digitais, projetos de circuitos para comunicação e redes inteligentes (smart grid), métodos numéricos, propagação de ondas eletromagnéticas e princípios de telecomunicações. Atualmente é professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Mossoró - RN.

### **Iálysson da Silva Medeiros**

Graduação em Engenharia Civil (2019), atualmente bolsista FACEPE no mestrado acadêmico do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), ambos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e pós-graduando em Engenharia de Estruturas de Concreto Armado pela Faculdade Única de Ipatinga (FUNIP). Atua principalmente nas áreas de geotecnia e estruturas, relacionadas as avaliações dos aspectos geotécnicos e estruturais dos projetos das torres metálicas para aerogeradores de eixo horizontal.

### **Isabela Guimarães Cyriaco**

Graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (2021). Atualmente cursando Engenharia Civil na UFVJM.

### **Jacir Leonir Casagrande**

Doutor em Engenharia de Produção (Ergonomia) – PPGEP/ UFSC (2002). Mestre em Ciências Sociais (Sociologia Política) UFSC (1991). Especialista em Sociologia Política - UFSC (1988). Graduado em Estudos Sociais UNIFEBE (1983). É professor titular da UNISUL no Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGA/UNISUL. Líder do Grupo de Pesquisa de Inovação e Sociedade do PPGA/UNISUL. Líder do Núcleo de Pesquisa em Humanidades – NUPEH/UNISUL. Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Inovação Social do PPGA/UNISUL. Coordenador do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Administração da UNISUL desde 2013.

### **Janine Cavalcante de Oliveira**

Graduação em Engenharia Física pela Universidade Federal de Goiás (2019). Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Goiás. A linha de pesquisa é voltada para a Eficiência Energética em Sistemas de Condicionamento de Ar, Qualidade de Energia Elétrica e Geração Distribuída. Atualmente atua como Desenhista Projetista de Construção Civil na Via Energy.

### **João Pedro Rabelo de Sousa Araújo**

Bacharel em Ciência e Tecnologia (2018) e Bacharel em Engenharia Civil pela UFVJM (2021). Atualmente trabalha como engenheiro civil na prefeitura de Gonzaga-MG.

### **João Vitor da Silva Alves**

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Campina Grande - campus CDSA desde 2018. Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área de Engenharia de Software.

### **José Floro de Arruda Neto**

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e atualmente trabalha na Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras da Cidade de Caruaru-PE, com experiência em Drenagem Urbana, redes de saneamento e pavimentação. Atua nas áreas de Gestão Ambiental, participando do projeto de pesquisa intitulado de Gestão Ambiental Avançada (GAMA) - Análise de Ciclo de Vida (2017 – atual), reconhecido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) como uma das iniciativas brasileiras.

### **José Gabriel Cruz Prates**

Bacharel em Engenharia de Produção pela UNESA desde 2020 e está cursando MBA em vendas e relacionamento. Com 5 anos de experiência profissional no setor de compras, visando sempre o foco no resultado para o melhor custo benefício. Possuindo como os principais valores: organização, planejamento,

integridade e comprometimento. Atualmente é Agente de Negócios do Banco Itaú e nas suas horas vagas gosta de jogar futebol e acompanhar seu time de coração.

### **José Gonçalves de Araújo Filho**

Professor da Universidade Regional do Cariri (URCA). Mestre em Educação Brasileira (UFC). Engenheiro Eletricista com Especialização em Engenharia de Produção e Segurança do Trabalho (UFPB). Perito judicial, consultor e pesquisador nas áreas de Saúde do Trabalhador, Ergonomia e Organização do Trabalho.

### **José Rosa de Souza Farias**

Graduando em Engenharia de Materiais Federal pela Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella. Atualmente é membro do grupo de Pesquisa de Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos-LaDeC/CNPq, atuando em pesquisas com relação a síntese de cerâmicas de fosfatos de cálcio pelo método Pechini.

### **Ketelly Estefane da Silva Alves**

Técnica em Informática formada pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Graduando em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Participante do laboratório de desenvolvimento cerâmico (LaDeC), focado na área de materiais cerâmicos avançados, trabalhando com a síntese e obtenção de beta fosfato tricálcico via método Pechini.

### **Leonardo de Queiroz Moreira**

Graduação em Engenharia Industrial Mecânica pela Universidade Federal de São João del Rei, UFSJ (2004). Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2007 e 2011, respectivamente). As principais áreas de interesse são: Escoamentos Turbulêntos; Jatos; Métodos Pseudo Espectral de Fourier; Métodos numéricos de alta ordem. Atualmente é professor associado na Universidade Federal de Goiás.

### **Leonardo Felipe da Silva dos Santos**

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões campus Santo Ângelo – URI -Santo Ângelo (2021). Engenheiro Eletricista como Especialista em Energias Renováveis e Sistemas Inteligentes de automação.

### **Lourena Barbosa Cavalcante Paiva**

Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pelo programa PPGECAM da Universidade Federal do Pernambuco - UFPE. Bacharela em Engenharia Civil pela UFERSA (2016). Bacharela em Ciência e Tecnologia pela UFERSA (2014). Atuou como professora substituta do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, campus de Caraúbas (2019-2021). Interesse em pesquisa nas áreas de Materiais sustentáveis, Gestão de resíduos sólidos, Controle de qualidade dos materiais, Patologias em edificações e BIM - Building Information Model.

### **Lucas José Santos Alexandre**

Bacharel em Engenharia de Produção pela UNESA desde 2020. Com experiência profissional em planejamento e acompanhamento de projetos, com o foco em otimização de processos. As principais virtudes são: organização, resiliência e comprometimento. Nos momentos de lazer pratica e acompanha esportes.

### **Lucas Stéphano Viegas**

Possui graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2013) e mestrado em Ciência e tecnologia dos Materiais no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da UFRGS (2016). Atualmente, cursa o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da UFRGS na área de conservação e restauro de esculturas metálicas.

### **Marcello Franklin Figueiredo de Sousa**

Possui graduação em Administração pelo Centro Universitário Internacional (Uninter,2017), bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA, 2019), bacharel em Engenharia

Física pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA, 2021). Atualmente pós-graduando em Engenharia de Segurança no Trabalho pela Faculdade Única.

### **Marco Antônio de Moura Fortes**

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninovafapi (2020). A sua principal área de interesse é a de Engenharia de Estruturas. Atualmente trabalha com a elaboração de projetos estruturais.

### **Marcone Freitas dos Reis**

Doutorando em Engenharia Civil pela UFF; Mestre em Engenharia Civil pela UFF; Especialista em Gerenciamento de Projetos pela UERJ; Graduação em Engenharia de Produção pela UERJ e Graduando em Engenharia Civil pela UNESA. Atualmente é Consultor Sênior na TOTVS e Professor da UNESA. Experiência como Professor de Graduação no SENAI CETIQT nos cursos de Engenharia de Produção e Administração e na Pós-graduação Especialização MBI (Master In Business Innovation) em Confeção 4.0. Tem 11 anos de experiência em indústrias, com expertise nas áreas de Produção, Logística, Gestão da Qualidade e Lean Manufacturing e 7 anos de experiência no setor de Petróleo e Gás natural, com Gestão de Manutenção de plataformas offshore.

### **Martha Maria Bezerra Santos**

Graduação em Engenharia Civil (2019), pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), e atualmente bolsista CAPES no mestrado acadêmico do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área de Geotecnia, tendo já realizado pesquisas sobre interação solo-estrutura em edificações.

### **Miria Melligene de Souza**

Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri (URCA).

### **Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima**

Graduação em Ciência da Computação pelo UNIPÊ de João Pessoa (2004) e Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações pelo IFPB da Paraíba (2007). Mestre (2010) e Doutor em Engenharia Elétrica e Computação (2015) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área da Sistemas de Telecomunicações e Sistemas inteligentes, com ênfase em Aprendizagem por Reforço e Máquinas de Vetor de Suporte (SVM). Atualmente é professor Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Pau dos Ferros - RN.

### **Nayamma Almeida da Silva**

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Bacharela em Ciência e Tecnologia pela UFERSA (2021). Foi monitora do curso de extensão Pré-Cálculo na UFERSA (2018-2020). Fez parte da ONG Engenheiros Sem Fronteiras – Núcleo Caraúbas na UFERSA (2019-2020). Atua como membro da Pilares Engenharia Júnior do curso de Engenharia Civil da UFERSA. Interesse nas áreas de Estruturas, Gestão de qualidade e BIM - Building Information Model.

### **Nicolas Anklan Golembiewski**

Estudante de Engenharia Química na UFRGS. Atualmente no segundo semestre do curso e bolsista de empreendedorismo pelo projeto base do artigo ILUMINATCHÊ: Por um futuro mais brilhante.

### **Paula Dias Carena**

Estudante de Engenharia de Mecânica na UFRGS e Técnica em Mecatrônica pelo SENAI/RS. Atualmente é bolsista de empreendedorismo na UFRGS, pelo projeto base do artigo ILUMINATCHÊ: Por um futuro mais brilhante.

### **Paulo César Linhares da Silva**

Doutor em Engenharia Elétrica/Computação, com área de concentração em Telecomunicações pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (2019). Mestre em Ciências da Computação, com área de Concentração em Fundamentos da Computação, pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009). Bacharel em Matemática, pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2003). Graduando em Engenharia



Elétrica pela Universidade Potiguar (UNP) e em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Cesumar.

### **Pedro Afonso de Araújo Costa**

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninovafapi (2020). A sua principal linha de pesquisa é voltada à área de ciência dos materiais no que diz respeito a inovação e a tecnologia no meio da construção. Atualmente trabalha como engenheiro civil em uma construtora na cidade de Teresina-PI.

### **Pedro Augusto Tajra Evangelista Freitas**

Estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário Uninovafapi.

### **Pedro Florêncio Almeida Lima**

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Campina Grande - campus CDSA desde 2018. Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área de Engenharia de Software.

### **Pedro Henrique Dias Veras**

Técnico em Mecânica pelo Instituto Federal do Piauí – IFPI (2015), auxiliar de produção e logística pelo Centro de Integração Empresa Escola CIEE e graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninovafapi (2020).

### **Pricila Miranda Becho Rettore**

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Presidente Antônio Carlos, Barbacena/MG (2020). Pós-graduanda em Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico pela Faculdade Única. Atualmente presta serviço de Engenharia Civil para a Prefeitura Municipal de Antônio Carlos/MG.

### **Renan Maycon Mendes Gomes**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Engenharia de Materiais pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais do Instituto Federal do Piauí (IFPI). Professor do Centro Universitário Uninovafapi e substituto da Universidade Federal do Piauí.

### **Reuber Regis de Melo**

Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) em 2011. Mestrado em Sistemas de Comunicação e Automação pela UFERSA em 2013. Doutor em Engenharia Elétrica e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2020. Tem experiência na área em Ciência da Computação e Engenharia elétrica, com ênfase em Automação e controle, atuando nos temas: microcontroladores baseados em ARM, controladores PID, sistemas embarcados e eletromagnetismo aplicado a sensores.

### **Rokátia Lorrany Nogueira Marinho**

Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais pelo programa PLANDITES da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN. Bacharela em Engenharia Civil pela UFERSA (2019). Possui especialização em Docência no Ensino Superior (2021) e em Segurança do Trabalho (2020) pela Faculdade Única de Ipatinga – FUNIP. Atualmente, é professora substituta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Interesse em pesquisa nas áreas de Materiais sustentáveis, Gestão de resíduos sólidos, Controle de qualidade dos materiais e Patologias em edificações.

### **Romualdo Rodrigues Menezes**

Possui graduação em engenharia de materiais pela Universidade Federal da Paraíba, 1999, concluiu o mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba em 2001, o doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais pela Universidade Federal de São Carlos em 2005 e realizou pós-doutorado na Universidade Federal de São Carlos em 2006.

### **Samanta Mesquita de Holanda**

Graduação em Engenharia de Energia (2015) e Mestre em Engenharia Elétrica (2016) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Doutora em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal

do Rio Grande do Norte (2021). Suas áreas de pesquisa estão relacionadas ao estudo e desenvolvimento de materiais eletromagnéticos, antenas de microfita e filtros planares. Atualmente é professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Mossoró – RN.

### **Simone Ramires**

Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Geotecnia Ambiental e Doutora em Infraestrutura Urbana pela UFRGS, ministra disciplina de Gestão Ambiental para Engenharia, Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTA), atua nos projetos de pesquisa Contêineres como Espaço de Convivência na Universidade (AMEVIL), Árvore Solar na Escola de Engenharia, Naturae Plastic (plástico biodegradável), Reliqua Biogás(gás natural renovável), GURI(rotas interativas na UFRGS), Conserta UFRGS, IluminaTchê:Iluminação Sustentável, T.U: Transporte Universitário - T.U., Fila Virtual - APP, Ensino Híbrido, Gestão de Resíduos, Educação em Engenharia, Sustentabilidade, Inovação e Empreendedorismo.

### **Slanna Larissa Olimpio Costa**

Possui graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão (2018). Atualmente é Mestranda em Engenharia dos Materiais no Instituto Federal do Piauí (IFPI). Tem experiência na elaboração de Projetos, Fiscalização e Medição de Obras e Avaliações de Imóveis Urbanos.

### **Stênio Cavalier Cabral**

Possui Licenciatura plena em Ciências com habilitação em FÍSICA pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Santa Marcelina (2000), Especialização em FÍSICA pelas Faculdades integradas de Jacarepaguá, Mestrado em ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2009), Doutorado em ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2012) atuando como professor efetivo na UFVJM.

### **Talita Martins Leite**

Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri (URCA).

### **Tiago de Macêdo Lima Moura Fé**

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninovafapi (2020). A sua principal área de interesse é a de Engenharia de Estruturas. Atualmente trabalha com a elaboração de projetos estruturais.

### **Tiago Mendes**

Professor Adjunto II na área de Sistemas Térmicos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Obteve a Graduação (2009), Mestrado (2012) e Doutorado (2018) em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O Mestrado foi obtido na sub área de Conversão de Energia e o Doutorado na sub área Térmica, Fluidos e Máquinas de Fluxo. Possui experiência na área de Engenharia Mecânica com ênfase em Conversão de Energia e Energia Renováveis.

### **Veruska do Nascimento Simões**

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Possui experiência na área de síntese química de pós cerâmicos e na área de Fluidodinâmica Computacional.

### **Vicente da Rocha Soares Ferreira**

Doutor em administração pela Universidade de Brasília - UnB. Atualmente é professor dos cursos de graduação e pós-graduação em administração da FACE/UFG e Secretário de Planejamento, Avaliação e Informações Institucionais da UFG. É mestre em Administração de Organizações pela Universidade de São Paulo - USP.

### **Vinícius Maciel Vaz**

Graduação em Administração pela UFN (2011), especialista em Contabilidade Gerencial pela UFN (2021). Atualmente supervisor de infraestrutura na área de telecomunicações.

**Vitoria Regina Sielski**

Estudante de Engenharia Química na UFRGS, atualmente cursando o segundo semestre. É consultora de Pessoas e Organização do Diretório Acadêmico de Engenharia Química da UFRGS (DAENQ) e consultora de Gestão de Pessoas da Quimlabor Jr- Soluções em Análises Químicas e Consultoria, empresa júnior de química da UFRGS.

**Viviane de Senna**

Graduação em Administração pela UFN (2011), Graduação em Programa Especial de Graduação de Formação de Professores Para a Educação Profissional pela UFSM (2014), especialização em Gestão de negócios pela UFN (2013), especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa pela UFSM (2016), Mestrado em Engenharia de Produção pela UFSM (2015). Atualmente Doutoranda Engenharia de Produção pela UFSM e professora na Faculdade de Direito de Santa Maria – Fadisma.

**Ycaro Breno Alves de Almeida**

Técnico em Eletrotécnica formado pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI). Graduando em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Participa do laboratório de desenvolvimento cerâmico (LaDeC), focado na área de materiais cerâmicos avançados, trabalhando atualmente com a síntese e obtenção de hidroxiapatita e beta TCP via método Pechini.



## Organizador(a)

### **Thaise Ribeiro Luz**

Editora chefe da Editora Kreatik. Entusiasta da área de tecnologia, computação, design, marketing digital, inovação e empreendedorismo; possui graduação em Marketing pelo Centro Universitário Internacional (2017) e pós graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Cruzeiro do Sul (2020).

