

VI Congresso de Inovação e Tecnologia

VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica

13 e 14 de Novembro de 2023



***A inovação enquanto ferramenta no
desenvolvimento tecnológico***

Lins - SP

Anais:
VI Congresso de Inovação e Tecnologia e
VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica
FATEC Lins
Organização: Prof. Dr. Anderson Pazin,
Prof. Me. Adriano Bezerra e
Prof. Dr. Fábio Lúcio Meira
1ª Edição
Centro Paula Souza
Lins – SP
novembro 2023

Ficha Bibliográfica

C758a

Congresso de Inovação e Tecnologia (VI: 2023: Lins/SP)

Anais do VI Congresso de Inovação e Tecnologia e do VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica: a inovação enquanto ferramenta no desenvolvimento tecnológico, 13-14 de novembro de 2023 [recurso digital] / organizado por Anderson Pazin, Adriano Bezerra; Fábio Lúcio Meira. – Lins, SP: Fatec Lins, 2023.

Conteúdo: v.1: Full Papers; v. 2: Short Papers.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web:

<http://revista.fateclins.edu.br/congresso/edicoes.xhtml>

ISBN: 978-65-00-97528-4 (*online*)

1.Inovação. 2. Tecnologia da Informação. 3.Gestão. 4. Qualidade.
5.Logística I Título. II.Pazin, Anderson. III Bezerra, Adriano. IV.Meira,
Fábio Lúcio. V. Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra.

CDU 62

Ficha elaborada por Sandra F. G. de Araújo Montagnoli (Bibliotecaria CRB-8/3870)

**VI Congresso de Inovação e Tecnologia
VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica**

FATEC Lins - Professor Antônio Seabra

13 e 14 de novembro de 2023

Lins – SP

Comissão Organizadora:

Alexandre Teso
Ana Maria Taddei Cardoso de Barros
Beatriz Bergamo
Eliete Marly da Silveira
Elisa Mirales
Fernando Augusto Garcia Muzzi
Lourenço Magnoni Junior
Roberto Outa
Thiago Glissoi Lopes

Contato: congresso@fateclins.edu.br

Direção – FATEC Lins:

Prof. Dr. Luciano Soares de Souza

Coordenadores de Graduação:

Prof. Me. Adriano Bezerra – Sistemas para Internet
Prof. Dr. Anderson Pazin – Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Prof. Dr. Fábio Lúcio Meira – Análise e Desenvolvimento de Sistemas (AMS)
Prof. Dr. André Ricardo Ponce dos Santos – Gestão da Produção Industrial
Prof. Dr. Eduardo Teraoka Tófoli – Logística
Prof. Me. Sandro da Silva Pinto – Gestão da Qualidade

Comissão de Pareceristas:

Dr. Alciano Gustavo G. Oliveira
Me. Alexandre Teso
Dra. Ana Maria Taddei Cardoso de Barros
Dr. Anderson Pazin
Dr. André Ricardo Ponce dos Santos
Dr. Eduardo Teraoka Tofoli
Me. Egiane Carla Camillo Alexandre
Me. Euclides Reame Junior
Dra. Fabiana Ortiz Tanoue Mello
Dra. Fernanda Cristina Pierre
Me. Fernanda Previatto Antunes
Dr. Fernando Augusto Garcia Muzzi
Dr. João Luís Cardoso de Moraes
Me. Juliano Munhoz Beltani
Dra. Livia Paschoalino de Campos
Me. Luiz Antonio Cabanas
Dr. Mário Henrique de Souza Pardo
Me. Osvaldo Contador Junior
Me. Paulo Otávio Fioroto
Me. Rafael Belintani
Esp. Rafael Hamamura
Me. Reinaldo de Oliveira Nocchi
Dr. Rogério Pinto Alexandre
Me. Thiago Glissoi Lopes
Me. Thiago Seti Patricio

FULL PAPER – SEÇÃO I

ANÁLISE DE DADOS USANDO A LINGUAGEM R	8
Ana Cristina da Fonseca Moura	
EXPLORANDO ABORDAGENS ALGORÍTMICAS PARA APRIMORAMENTO DE CARACTERÍSTICAS FACIAIS EM IMAGENS: UMA PERSPECTIVA DE VISÃO COMPUTACIONAL	19
Ana Paula dos Santos de Sá; Raísa Fernando Sousa Cracco; Sandro da Silva Pinto; Roberto Outa; Fernando Augusto Garcia Muzzi	
PROPOSTA DE DEMONSTRAÇÃO DOS NÚMEROS FIGURADOS COM GEOGEBRA NO ENSINO MÉDIO	29
Edwin Jun Iassanori Yassunaga, Nadya Sofia Kuriyama Sato, Adriana de Bortoli	
PREDIÇÃO DE FALHAS EM MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS DE ROTOR DE BARRAS TIPO GAIOLA	38
Fabio Zanelli de Brito, Edson Pereira da Silva, Douglas José Ribeiro Baquião	
PROGRAMADORES E ALGORITMOS: PERSPECTIVAS SOBRE A COEXISTÊNCIA E SUBSTITUIÇÃO NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	51
Julio Cesar Carrillo de Oliveira; Nataly Ellen Fernandes de Assis; Thiago Seti Patricio	
ACESSIBILIDADE DA WEB: VISLUMBRANDO UMA INTERNET ACESSÍVEL PARA TODOS	63
Mateus Ferrareze Feitosa, Edio Roberto Manfio	
MONITORAMENTO AMBIENTAL COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	72
Mateus Ferrareze Feitosa, Thiago Seti Patricio	
PLATAFORMA DE PODCASTS (MATHPODS) VOLTADA AO ENSINO DA MATEMÁTICA: SUAS CARACTERÍSTICAS E NOVAS FUNCIONALIDADES	84
Nataly Ellen Fernandes De Assis, Adriana de Bortoli, Zionice Garbelini Martos Rodrigues, Henrique Fernandes Santos	
DESAFIOS E POTENCIALIDADES DA VISÃO COMPUTACIONAL PARA APLICAÇÕES DO MUNDO REAL UMA ANÁLISE DETALHADA DO SSD E SEU IMPACTO	94
Renan Manieri Cardoso Gomes, Danilo Fernandes, Fernando Augusto Garcia Muzzi, Roberto Outa, Sandro da Silva Pinto	
IA, ANÁLISE DE DADOS E UX: A TRÍADE DA TRANSFORMAÇÃO PARA EXPERIÊNCIAS SIGNIFICATIVAS	107
Andrey Lucca Gonçalves Vieira, Vinicius Garcia Nascimento, Tiago Seti Patrício	
USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGRICULTURA	115
Carlos Suguiani, Tais Santo Dadazio	
UM ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS	125
Alex Dias Bertassi, Samuel Stabile	
UMA ANÁLISE SOBRE A MOTIVAÇÃO E LIDERANÇA EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO SUCROALCOOLEIRO	137
Fábio José Ribeiro; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello.	
PREVISÃO DE DEMANDA E GESTÃO DE ESTOQUES: O CASO DE UM RESTAURANTE	152
Daniel Roberto Pereira; Patrícia Oliveira Deveça; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello	
A IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA NA OBTENÇÃO DE PEÇAS PARA PROJETO DE CIDADE INTELIGENTE	165
Thiago Glissoi; Daniel Roberto Pereira; Eliane Andreotti; Gustavo Schiavon Marin;	

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	177
Wilians da Silva Bassi; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello	
ANÁLISE QUALITATIVA ENTRE EXCITAÇÃO RANDÔMICA E EXCITAÇÃO DE SHINOZUKA EM SIMULAÇÕES SÍSMICAS COM ISOLAMENTO SÍSMICO	188
Maiza Maldonado Mancera; Roberto Outa; Sandro da Silva Pinto; Fernando Augusto Garcia Muzzi; Fábio Roberto Chavarette	
A LOGÍSTICA REVERSA PÓS-VENDA EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS DE SEGURANÇA	200
Karen Espanga Trevisan; Kathleen dos Santos Dias; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello	
ESTUDO E ANÁLISE DE RUÍDOS EM AMBIENTES FECHADOS: REVERBERAÇÃO EM INDUSTRIAS E SALAS	214
Leticia de Souza Jacintho; Roberto Outa; Sandro da Silva Pinto; Fernando Augusto Garcia Muzzi; Fábio Roberto Chavarette	
OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS COM SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E EXCITAÇÃO DE SHINOZUKA NA ENGENHARIA DA QUALIDADE	227
Julia Namura Cellani; Roberto Outa; Sandro da Silva Pinto; Fernando Augusto Garcia Muzzi; Fábio Roberto Chavarette	
ANÁLISE VIBRACIONAL DE MANCAIS EM SISTEMAS DE ROTOR: SIMULAÇÃO NUMÉRICA E IMPLICAÇÕES NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E QUALIDADE	241
Mayara Cristina Estarque Batista; Roberto Outa; Sandro da Silva Pinto; Fábio Roberto Chavarette	
MÉTODO QUALITATIVO DE IMAGENS DE FRUTAS E CARNE BOVINA UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL	254
Luiza Gabrielli da Monção Silva; Roberto Outa; Sandro da Silva Pinto; Fernando Augusto Garcia Muzzi; Fábio Roberto Chavarette	
GESTÃO DA INSPEÇÃO DE ATRIBUTOS PELO NÍVEL DE QUALIDADE ACEITÁVEL	264
Ana Paula Aparecida Santos Ferreira; Analaura Domingues Cardoso de Freitas; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes	
COMPARAÇÃO DO PH DA CARNE BOVINA EM DIFERENTES TIPOS DE CORTES	275
Gabriela de Oliveira; Vitória da Silva; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes; Rafael Belitani	
ANÁLISE DE FILTROS EM SINAIS DE ÁUDIO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS CONCEITOS DE PASSA-BAIXA, PASSA-ALTA, PASSA-FAIXA E REJEITA-FAIXA	284
Roberto Outa; Fábio Roberto Chavarette; Fernando Augusto Garcia Muzzi; Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
ANÁLISE DE ÁRVORE DE DECISÃO UTILIZANDO APRENDIZADO DE MÁQUINA E CLASSIFICAÇÃO	294
Fernando Augusto Garcia Muzzi; Roberto Outa; Fábio Roberto Chavarette; Sandro da Silva Pinto;	
A REGULAMENTAÇÃO DOS PROCESSOS DE DRAGAGEM NO BRASIL E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: O PORTO DE SANTOS	304
Sabrina de Oliveira Escolastico Gomes; Stéffany Bispo dos Santos; Álvaro Camargo Prado	
LOGÍSTICA DA ÁGUA DE REUSO	315
Henrique Santos de Oliveira, Kely Rosana Ventura de Lima; André Luiz Merino dos Santos	
CIDADES INTELIGENTES NA LOGÍSTICA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO	326
Priscila Santana Santos, Vitor Xavier Ricci de Oliveira	
TRANSFORMANDO A MOBILIDADE URBANA: O PAPEL INOVADOR DOS SEMÁFOROS INTELIGENTES E DETECTORES NA MODERNIZAÇÃO DAS CIDADES	336
Beatriz Santos Barreto; Jenifer Souza Amancio Moreira; Andre Luiz Merino dos Santos;	

SHORT PAPER – SEÇÃO II

LINGUAGEM R PARA ANÁLISE DE DADOS.	345
Bruno Almeida, Alexandre Teso	
PROPOSTA DE FERRAMENTA EM REALIDADE AUMENTADA PARA AUXÍLIO NA OPERAÇÃO MANUAL DE EQUIPAMENTOS EM UMA FÁBRICA DE PETISCOS SECOS SALGADOS	353
Arnaldo Ferreira Silva; João Augusto Bernardo; Juliel Bronzati Dourado;	
PROPOSTA DE SISTEMA EM REALIDADE AUMENTADA COMO AUXILIAR EM OPERAÇÕES EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS	358
Isabelly Aguiar Rocha; Breno Matheus Silva de Lima; Juliel Bronzati Dourado;	
PROPOSTA DE TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL PARA OPERAÇÕES EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE SABONETES EM BARRA	363
Leonardo Leal Brito; João Vitor de Oliveira Sanches; Juliel Bronzati Dourado;	
UM ESTUDO SOBRE A SÍNDROME DE LESÃO POR ESFORÇO REPETITIVO EM OPERADORES DE PAINEL DE CONTROLE	368
Geovany Jose Cavalcanti Pedro; Jonathan Carlos; Luiz Henrique de Paula Evangelista; Sergio Lins; João Luís Cardoso de Moraes;	
UM ESTUDO SOBRE A SÍNDROME DE LESÃO POR ESFORÇO REPETITIVO EM OPERADORES DE MÁQUINAS	373
Marcos Ramalho; Gisele Pereira; Juliano Munhoz Beltani; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;	
UM ESTUDO SOBRE A SÍNDROME DA VIBRAÇÃO MÃO-BRAÇO EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS	378
Jennifer Teles; Elma Batista; Rafael Pereira; Rogério Santos; João Luís Cardoso de Moraes;	
UM ESTUDO SOBRE A SÍNDROME DO POLEGAR DE TEXTO EM ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR	383
Jennifer Teles; Elma Batista; Rafael Pereira; Rogério Santos; João Luís Cardoso de Moraes;	
A IMPORTÂNCIA DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NO MANUSEIO DO COLÁGENO BOVINO	388
Aldineide Gomes da Silva; Gisele Molina Becari; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;	
UM ESTUDO SOBRE A GESTÃO DA QUALIDADE INCLUSIVA	393
Laura Aquino; Luana Lais Souza; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;	
DESCARTE SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM UMA EMPRESA DE PRODUÇÃO DE COLÁGENO	398
Jessica de Souza Santos; Vanessa Santos; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;	
GESTÃO DE RISCO NO TRANSPORTE PÚBLICO	403
Willian Gustavo dos Santos; Raphael Massignan Gonçalves Santos; Gisele Molina Becari; João Luís Cardoso de Moraes;	

VI Congresso de Inovação e Tecnologia

Full Papers



***A inovação enquanto ferramenta no
desenvolvimento tecnológico***

Análise de dados usando a linguagem R

Ana Cristina da Fonseca Moura

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins– SP– Brasil

fon2018ana@gmail.com;

Resumo. *A partir da problemática: “Como automatizar a geração de gráficos para o relatório de autoavaliação institucional?”, foi desenvolvido um algoritmo para a leitura dos dados do WEBSAI que estão em arquivos em formato XLSX de planilha eletrônica, sua importação para o ambiente de desenvolvimento em linguagem R e a transformação em dataframes. Após essas etapas foi elaborada a lógica para a seleção e filtragem dos dados para que o usuário possa personalizar a visualização gráfica dos dados. Este trabalho teve como resultado a geração de material gráfico automatizado como contribuição para a Comissão Própria de Avaliação (CPA) na elaboração do relatório final da avaliação institucional.*

Palavras-Chave: *Linguagem de Programação R. Manipulação de dados. Visualização de dados.*

Abstract. *Based on the problem: "How can we automate the generation of graphs for the institutional self-assessment report?", an algorithm was developed for reading WEBSAI data in XLSX spreadsheet files, importing them into the R language development environment and transforming them into dataframes. After these steps, the logic for selecting and filtering the data was developed so that the user can customize the graphical display of the data. The result of this work was the generation of automated graphic material as a contribution to the Comissão Própria de Avaliação (CPA) in preparing the final institutional evaluation report.*

Keywords: *R programming language. Data manipulation. Data visualization.*

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo retrata a solução para problemática: “Como automatizar a geração de gráficos para o relatório de autoavaliação institucional?”.

O contexto deste trabalho está ambientado em torno da Lei 10.861/2014 [1], que define o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) que estabelece, em seu Artigo 3º, a avaliação institucional que tem por objetivo identificar o perfil da IES e o significado de sua atuação, por meio de suas atividades, cursos, programas, projetos e setores, considerando as diferentes dimensões institucionais,

consolidadas em cinco eixos, sempre objetivando evidenciar os referenciais mínimos de qualidade exigidos pela

excelência de ensino que é um dos pilares da prática de todas as faculdades de tecnologias do Estado de São Paulo vinculadas ao Centro Paula Souza [2].

O WebSAI é uma avaliação feita anualmente em todas as Escolas Técnicas Estaduais (Etecs) e Faculdades de Tecnologia do Estado (Fatecs) por meio da coleta de informações de alunos, professores, funcionários, pais de alunos (Etecs), equipes de direção e egressos. Essa coleta é feita por meio de questionários online. Estas informações são utilizadas pela área de Avaliação Institucional do Centro Paula Souza, responsável pelo WEBSAI, para analisar os processos de funcionamento das unidades de ensino, seus resultados e o impacto na realidade social em que a instituição se insere [3].

Tendo em vista as informações que essa avaliação gera, o presente trabalho transforma essas informações em gráficos para facilitar a análise de desempenho das unidades institucionais, que serão posteriormente anexadas em um relatório. Para isso foi necessário se aprofundar na linguagem de programação R e seu ambiente de desenvolvimento integrado.

A linguagem R é facilmente extensível através de funções e extensões, e a comunidade R é reconhecida pelos seus contributos ativos em termos de pacotes. A linguagem R é fortemente extensível através do uso de pacotes enviados pelo utilizador para funções específicas ou áreas específicas de estudo. Outra característica importante marcante da metodologia R são os gráficos estáticos, que podem produzir imagens com qualidade para publicação, incluindo símbolos matemáticos. Gráficos dinâmicos e interativos estão disponíveis através de pacotes adicionais [4].

Atualmente o processo de análise de resultados do questionário é feito manualmente selecionando cada linha da tabela do banco de dados, a fim de gerar um gráfico para cada questão no software Microsoft Excel.

Através do uso de pacotes próprios da linguagem R foi criado um programa em que o usuário obterá os gráficos do questionário instantaneamente, tornando esse processo mais eficiente e terceirizado, inibindo possíveis erros do processo manual. Atingindo assim o objetivo que esse trabalho se propõe.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O ponto de partida do trabalho com dados e da estatística aplicada é compreender o tipo de dados da informação de origem e neste projeto a fonte de dados é do tipo tabular de planilha eletrônica como mostrado na Figura 1. Para manipular esses dados foi escolhido a linguagem de programação R como ferramenta, pois esta suporta a estrutura de dados Data frame que “pode ser vista como uma tabela de uma base de dados, em que cada linha corresponde a um registro (linha) da tabela. Cada coluna

corresponde às propriedades (campos) a serem armazenadas para cada registro da tabela” (LUIS TORGO, 2003).

Figura 1 - Imagem do banco de dados tabular em arquivo XLSX.

	G	H	I	J	K	L	M	N
1	NumeroPergunta	Questao	Respostas	TotalA	TotalB	TotalC	TotalD	TotalE
2	ro	1 01 - Sexo:	A - Masculino, B - Fem	76	66	0	0	0
3	ro	2 02 - Sua faixa etária:	A - Menos de 20 Anos.	15	72	33	15	6
4	ro	3 03 - Em qual período estuda na Fatec?	A - Manhã, B - Tarde, C	42	0	100	0	0
5	ro	4 04 - A qual categoria (cor ou raça) definida pelo IBGE, você pertence?	A - Branca., B - Preta, C	88	13	39	2	0
6	ro	5 05 - Atualmente você trabalha?	A - Não., B - Sim, na ár	29	39	74	0	0
7	ro	6 06 - Em relação à sua situação de trabalho:	A - Foi contratado dur	32	80	30	0	0
8	ção	84 84 - Metodologia e sistema de coleta de dados	A - Excelente, B - Muit	35	65	22	7	0
9	ção	85 85 - Divulgação das ações desenvolvidas e do relatório de avaliação do ano anterior	A - Excelente, B - Muit	30	47	39	6	1
10	são	7 07 - Você sabe o que é o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da sua instituição d	A - Sim, B - Não	72	70	0	0	0
11	são	8 08 - Como avalia o uso dos indicadores da Avaliação Institucional (WEBSAI) no Planejamento	A - Excelente, B - Muit	31	64	31	2	0
12	são	9 09 - Como avalia as melhorias alcançadas a partir da Avaliação Institucional?	A - Excelente, B - Muit	42	56	27	4	1
13	são	10 10 - Frequência às aulas	A - Excelente, B - Muit	44	72	23	1	0
14	são	11 11 - Pontualidade	A - Excelente, B - Muit	45	72	24	0	0
15	são	12 12 - Qualidade das atividades/exercícios/trabalhos apresentados	A - Excelente, B - Muit	37	77	26	1	0
16	são	13 13 - Desempenho nas avaliações da aprendizagem	A - Excelente, B - Muit	28	76	36	1	0
17	são	14 14 - Conhecimentos básicos para acompanhar as disciplinas	A - Excelente, B - Muit	32	81	29	0	0
18	são	15 15 - Participação em sala de aula (contribuir com comentários, exemplos, experiências, etc)	A - Excelente, B - Muit	47	55	36	4	0
19	são	16 16 - Organização e tempo dedicado para os estudos (cronograma, estudos extra classe, leit	A - Excelente, B - Muit	23	41	62	16	0
20	são	17 17 - Convívio acadêmico (Integração, trabalho em equipe, respeito à diversidade, proativid	A - Excelente, B - Muit	57	56	26	3	0
21	e f	18 18 - Você conhece qual a Missão do Centro Paulo Souza?	A - Sim, B - Não	100	42	0	0	0
22	e f	19 19 - Com relação à missão institucional de "Promover a educação pública profissional e te	A - Excelente, B - Muit	68	58	9	4	0
23	e f	20 20 - Formação de profissionais qualificados	A - Excelente, B - Muit	77	53	9	3	0

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Para melhor habilidade e performance foram usados os pacotes adicionais dplyr [5] e tidyverse [6] que são específicos para manipulação de dataframes, facilitando e economizando código para adicionar, selecionar, ordenar, renomear, realizar operações de junção e agrupar os registros de colunas da tabela de acordo com algum critério estabelecido.

Figura 2 - Imagem do Dataframe após a limpeza dos dados.

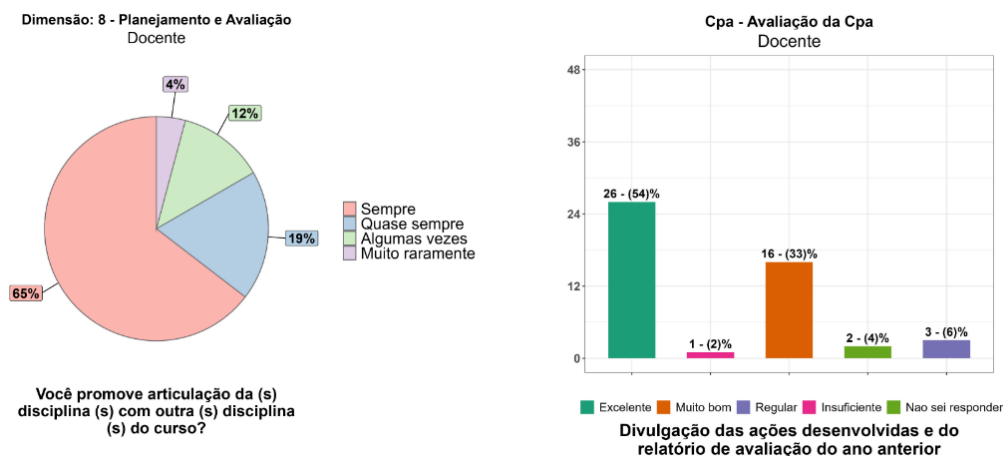
Curso	Indicador	Dimensao	Area	NumeroPergunta	Questao
1 Docentes Fatec	Cadastro	Cadastro	Cadastro	2	02 - Sua faixa etária:
2 Docentes Fatec	Cadastro	Cadastro	Cadastro	3	03 - Formação máxima:
3 Docentes Fatec	Cadastro	Cadastro	Cadastro	6	06 - Tempo de trabalho na Fatec:
4 Docentes Fatec	Eixo: 3	Dimensão: 9	Dimensão: Política de Atendimento Aos Discentes	65	65 - Programa de apoio financeiro (bolsas)
5 Docentes Fatec	Eixo: 3	Dimensão: 9	Dimensão: Política de Atendimento Aos Discentes	66	66 - Bolsas (Programas de Intercâmbio e de Mobilic
6 Docentes Fatec	Eixo: 1	Dimensão: 8	Dimensão: Planejamento e Avaliação	15	15 - Foi necessário oferecer diferentes situações par
7 Docentes Fatec	Eixo: 5	Dimensão: 7	Dimensão: Infraestrutura Física	107	107 - Qualidade e atualidade do acervo
8 Docentes Fatec	Eixo: 4	Dimensão: 6	Dimensão: Organização e Gestão da Instituição	79	79 - FETEPS
9 Docentes Fatec	Cadastro	Cadastro	Cadastro	4	04 - Tipo de contrato:
10 Docentes Fatec	Eixo: 4	Dimensão: 6	Dimensão: Organização e Gestão da Instituição	80	80 - Programa de Iniciação científica (PIBIC)
11 Docentes Fatec	Eixo: 5	Dimensão: 7	Dimensão: Infraestrutura Física	109	109 - Horário de atendimento
12 Docentes Fatec	Eixo: 3	Dimensão: 9	Dimensão: Política de Atendimento Aos Discentes	68	68 - Acompanhamento de Egressos (ex-alunos)
13 Docentes Fatec	Eixo: 4	Dimensão: 5	Dimensão: Políticas de Pessoal	70	70 - Critérios de Evolução Funcional
14 Docentes Fatec	Cadastro	Cadastro	Cadastro	5	05 - Referência funcional:
15 Docentes Fatec	Eixo: 5	Dimensão: 7	Dimensão: Infraestrutura Física	108	108 - Disponibilidade da bibliografia básica (númer
16 Docentes Fatec	Eixo: 5	Dimensão: 7	Dimensão: Infraestrutura Física	89	89 - Cantina
17 Docentes Fatec	Eixo: 5	Dimensão: 7	Dimensão: Infraestrutura Física	95	95 - Quantidade
18 Docentes Fatec	Eixo: 4	Dimensão: 5	Dimensão: Políticas de Pessoal	69	69 - Oportunidades de progressão/promoção

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Com os dados do questionário WEBSAI transformados e transportados para o ambiente de desenvolvimento R, foi necessário retirar informações que não eram

necessárias, duplicadas ou que fossem suficientes para identificar a instituição ou pessoa, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). A Figura 2 mostra como ficaram os dados após transformação do dado bruto em Dataframe.

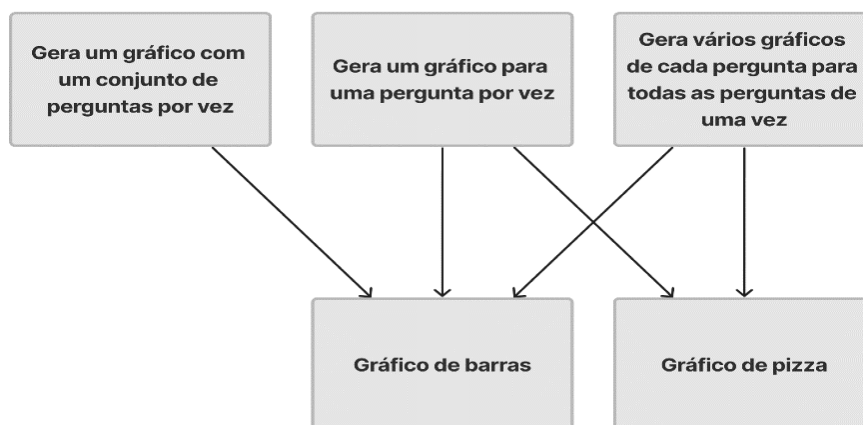
Figura 3 - Gráficos gerados.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Como o objetivo do projeto é fornecer imagens gráficas, foi escolhido o formato Portable Network Graphics (PNG) que permite comprimir as imagens sem perda de qualidade e retirar o fundo de imagens com o uso do canal alfa [7], mas apesar deste formato fornecer estes benefícios, o plano de fundo dos gráficos foi padronizado na cor branca para melhor contraste. O pacote usado para gerar as imagens com gráficos é o ggplot2 [8], a Figura 3 contém dois exemplos de gráficos gerados.

Figura 4 - Esquematisação das funcionalidades.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

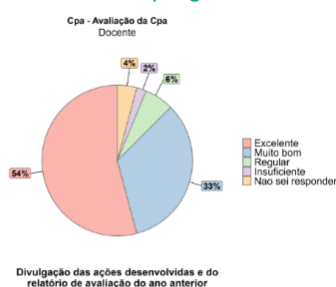
Para a elaboração do código para a geração de gráficos foi realizada a modularização do código em novos arquivos de acordo com as 3 funcionalidades de opções gráficas:

1. Um gráfico que corresponde a uma pergunta selecionada pelo usuário.
2. Um gráfico para um conjunto de perguntas selecionadas pelo usuário.
3. Vários gráficos que correspondem a todas as perguntas, o usuário obtém os gráficos de todas as perguntas separadamente.

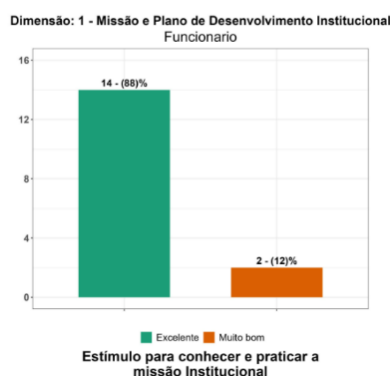
As funcionalidades são baseadas nos padrões encontrados na leitura dos relatórios de autoavaliação da FATEC Lins 2021 e FATEC São José do Rio Preto 2021 [9]. Na Figura 4 é possível identificar os padrões de funcionalidade e na Figura 5 é possível visualizar os tipos de gráficos que o programa gera.

Figura 5 - Tipos de gráficos.

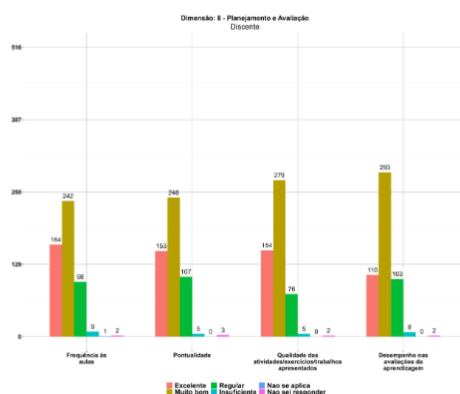
1 - Gráfico de uma pergunta



2 - Gráfico de uma pergunta



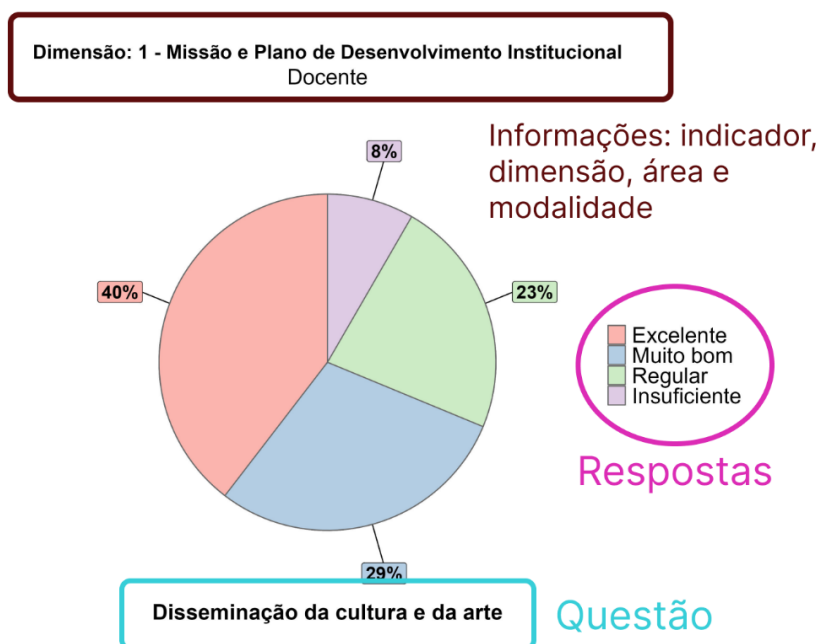
3 - Gráfico único com várias perguntas



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

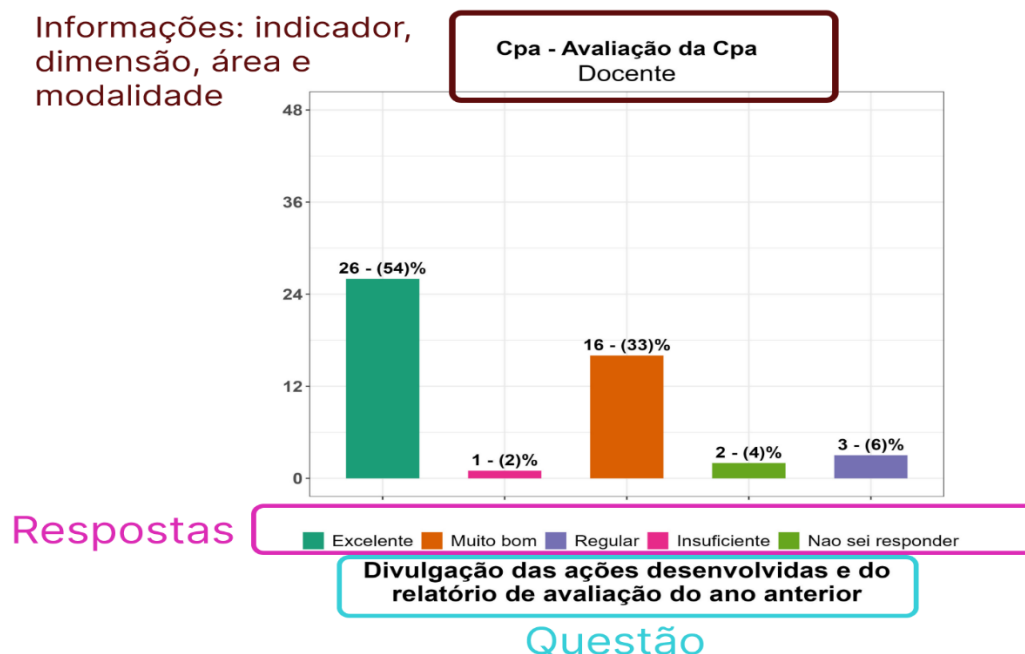
Ainda mais sobre os gráficos em si, eles são estruturados conforme as Figuras 6 e Figura 7. É importante que os gráficos informem as variáveis técnicas do WEBSAI, como: modalidade, indicador, dimensão, área, pergunta e resposta. Não sendo possível identificar pelo gráfico qual a instituição de ensino a que se refere, apenas o usuário que fazer uso do programa saberá pois ele enviará os dados e receberá eles no formato de imagem, após o processamento todos os arquivos são deletados.

Figura 6 – Organização do gráfico no formato pizza.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Figura 7 – Organização do gráfico no formato de barras verticais.

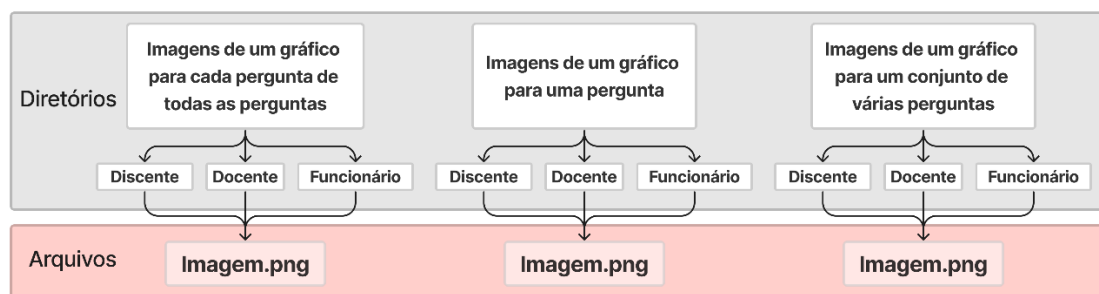


Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

O programa para cada funcionalidade selecionada pelo usuário cria um diretório local na máquina, para armazenar as imagens de acordo com os filtros disponíveis. A Figura 6 esquematiza o sistema de diretórios criados a partir de um dos três tipos de categorias presentes no WEBSAI: discente, docente e funcionários.

Figura 8 - Esquematização dos diretórios e arquivos.

Funcionalidades



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Por fim, o programa não possui nenhum sistema de armazenamento de dados, então, após a finalização de sua execução, os dados armazenados temporariamente são excluídos e ficarão armazenados apenas os gráficos. Os arquivos de imagem com os respectivos gráficos são salvos com o nome personalizado no padrão: “categoria, eixo, dimensão, questões” ilustrado na Figura 10.

3 RESULTADOS ALCANÇADOS

A aplicação atingiu o objetivo de seu desenvolvimento, que é automatizar a geração de gráficos com base no questionário WEBSAI. Os arquivos executáveis foram implementados e testados antes de sua finalização.

Para mostrar o fluxo do programa, é necessário explicar que esse questionário tem indicadores de eixo e dimensão para as categorias de discente, docente e funcionário. Para cada par, eixo e dimensão, há diversas perguntas.

Logo após escolher qual funcionalidade é desejada, caso seja por exemplo “gerar um gráfico com um conjunto de perguntas por vez”, o usuário deverá informar qual categoria de planilha ele quer: discente, docente ou funcionário, depois ele deverá escolher o eixo dessa categoria, de 1 a 6, sendo a categoria 6 a representante do eixo CPA, que não é numérico no banco de dados. A seguir, deve-se selecionar uma dentre as dimensões disponíveis no eixo escolhido, sendo estas especificadas pelo WEBSAI. Após isso, o usuário poderá finalmente selecionar um conjunto consecutivo das perguntas disponíveis. Após esse fluxo, o programa termina com sucesso e o gráfico poderá ser acessado conforme a hierarquia anteriormente explicada dos diretórios. A Figura 9 ilustra uma imagem do console do ambiente R que é a interface de comunicação entre o programa e o usuário para exemplificar o fluxo anteriormente detalhado. A Figura 10 mostra o resultado do fluxo do programa mostrado na Figura 9.

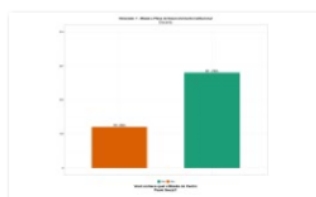
Figura 9 – Exemplo de um dos fluxos do programa.

```
Digite de qual planilha? (1 - Discente, 2 - Docente, 3 - Funcionario): 1
[1] "Você selecionou a planilha discente."
Digite o eixo (1,2,3,4,5) ou 6 para eixo CPA: 4
[1] "Você selecionou o eixo: 4"
Escolha uma das dimensões desse eixo: 6
Digite a dimensão: 6
[1] "Você selecionou 6 dimensao"
As perguntas disponíveis são: 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83
Digite a primeira pergunta: 75
Digite a última pergunta: 78
[1] "Você selecionou as perguntas de 75 até 78"
[1] "Diretório já foi criado anteriormente"
[1] "O subdiretório Discente já existe."
[1] "O subdiretório Docente já existe."
[1] "O subdiretório Funcionario já existe."
[1] "A imagem foi salva com o nome: Discente Eixo4 Dimensão6"
```

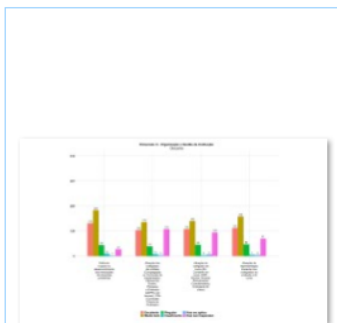
Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Figura 10 – Resultado do fluxo de programa da Figura 9. a imagem do gráfico foi salva no diretório escolhido, a foto foi tirada no explorador de arquivos do Windows.

eto 3 > Imagens-um-grafico-varias-perguntas > Discente



Discente Eixo2 Dimensão1
Questao18



Discente Eixo4 Dimensão6
Questoes 75 - 78

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

O programa trata os possíveis erros de digitação do usuário e informa sempre o que ele digitou. A Figura 11 mostra um caso de erro.

Figura 11 – Exemplo do tratamento de erro

```
Digite de qual planilha? (1 - Discente, 2 - Docente, 3 - Funcionario): 6
[1] "Opção inválida. Por favor, selecione 1, 2 ou 3."
Digite de qual planilha? (1 - Discente, 2 - Docente, 3 - Funcionario): 2
[1] "Você selecionou a planilha docente."
Digite o eixo (1,2,3,4,5) ou 6 para eixo CPA: 0
[1] "Valor inválido. Por favor, digite um valor entre 1 e 6."
Digite o eixo (1,2,3,4,5) ou 6 para eixo CPA: 3
[1] "Você selecionou o eixo: 3"
Escolha uma das dimensões desse eixo: 2, 4, 9
Digite a dimensão: 1
[1] "Valor inválido! Digite novamente!"
Escolha uma das dimensões desse eixo: 2, 4, 9
Digite a dimensão: 9
[1] "Você selecionou 9 dimensao"
As perguntas disponíveis são: 64, 65, 66, 67, 68
Digite a primeira pergunta: 40
Digite a última pergunta: 70
[1] "A diferença entre as perguntas não pode ser maior que 8. Você só pode escolher até 8 perguntas."
As perguntas disponíveis são: 64, 65, 66, 67, 68
Digite a primeira pergunta: 64
Digite a última pergunta: 67
[1] "Você selecionou as perguntas de 64 até 67"
[1] "Diretório já foi criado anteriormente"
[1] "O subdiretório Discente já existe."
[1] "O subdiretório Docente já existe."
[1] "O subdiretório Funcionario já existe."
[1] "A imagem foi salva com o nome:  Docente Eixo3 Dimensão9"
```

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi descrito anteriormente, conclui-se que o programa atingiu seu objetivo de responder à pergunta: “Como automatizar a geração de gráficos para o relatório de autoavaliação institucional?”

Figura 12 – Protótipo do website



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Uma meta estabelecida para o projeto apresentado já está em desenvolvimento e consiste em criar um website para ser acessado por diversas instituições que precisam realizar a autoavaliação através do questionário WEBSAI. A Figura 10 é uma imagem retirada do website sendo construído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DPLYR. dplyr. Disponível em <<https://dplyr.tidyverse.org/>>. Acesso em 22 de Setembro 2023. [5]

ETEC Carapicuíba. Websai. Disponível em <<https://www.eteccarapicuiba.com.br/websai/>>. Acesso em 22 de Setembro 2023. [3]

FATEC Lins Professor Antônio Seabra. **Relatório de autoavaliação institucional**. Disponível em <<https://www.fateclins.edu.br/web/cpa>>. Acesso em 22 de setembro 2023. [2]

FATEC São José do Rio Preto. **Relatório de autoavaliação institucional**. Disponível em <<https://fatecriopreto.edu.br/>>. Acesso em 22 de Setembro 2023. [9]

GGPLOT2. ggplot2. Disponível em <<https://ggplot2.tidyverse.org/>>. Acesso em 22 de setembro 2023. [8]

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. Disponível em < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm>. Acesso em 18 de outubro 2023. [1]

UFRGS Blog Software Livre na Educação. R(Linguagem de programação). Disponível em <<https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/software-educacional-livre-na-wikipedia/r-linguagem-de-programacao/>>. Acesso em 22 de setembro 2023. [4]

TIDYVERSE. tidyverse. Disponível em <<https://tidyverse.tidyverse.org/>>. Acesso em 22 de setembro 2023. [6]

UNIVERSIDADE DO PORTO. Data Frames. Disponível em <<https://www.dcc.fc.up.pt/~ltorgo/SebentaR/HTML/node16.html>>. Acesso em 22 de setembro 2023.

Wikipedia. PNG. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/PNG>>. Acesso em 22 de Setembro 2023. [7]

Explorando abordagens algorítmicas para aprimoramento de características faciais em imagens: Uma perspectiva de visão computacional

Ana Paula dos Santos de Sá; Raísa Fernando Sousa Cracco; Sandro da Silva Pinto;
Roberto Outa; Fernando Augusto Garcia Muzzi

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins– SP– Brasil

{ana.sa2,raisa.cracco,fernando.muzzi,sandro.pinto,
roberto.outa}@fatec.sp.gov.br

Resumo. *Este trabalho de pesquisa tem como objetivo apresentar e explorar abordagens algorítmicas voltadas para o aprimoramento da compreensão e visualização das características faciais em imagens. A motivação deste trabalho advém da necessidade de evidenciar a importância da visão computacional no processamento de imagens faciais, ilustrando como essas técnicas podem aprimorar a interpretação e realce de informações críticas nessas imagens. O resultado demonstra a aplicação da técnica de visão computacional e possibilita a condição de utilizar este algoritmo como uma referência inicial a outros trabalhos.*

Palavras-Chave: *Técnica de Sobel; Visão Computacional; Características Faciais; Reconhecimento de Padrão; Tratamento de Imagem.*

Abstract. *This research paper aims to present and explore algorithmic approaches aimed at improving the understanding and visualization of facial features in images. The motivation of this work comes from the need to highlight the importance of computer vision in the processing of facial images, illustrating how these techniques can improve the interpretation and enhancement of critical information in these images. The result demonstrates the application of the computer vision technique and enables the condition of using this algorithm as an initial reference to other works.*

Keywords: *Sobel technique; Computer Vision; Facial Features; Pattern Recognition; Image Treatment.*

1 INTRODUÇÃO

A visão computacional tem desempenhado um papel cada vez mais importante na análise e compreensão de informações visuais presentes em imagens. Dentro desse campo, o aprimoramento de características faciais em imagens tem despertado considerável interesse devido às suas amplas aplicações em áreas como

reconhecimento facial, segurança, entretenimento e saúde. A capacidade de extrair informações relevantes das características faciais não apenas tem impulsionado avanços tecnológicos, mas também tem redefinido a maneira como interagimos com sistemas automatizados (ROOHIE NAAZ MIR et al., 2023).

Este estudo concentra-se na exploração de abordagens algorítmicas para o aprimoramento das características faciais em imagens, buscando aprimorar a qualidade visual e extrair informações mais precisas e úteis. A qualidade das imagens faciais é frequentemente afetada por diversos fatores, como iluminação inadequada, variações de pose, expressões faciais complexas e até mesmo artefatos de captura. Esses desafios têm motivado a busca por métodos algorítmicos inovadores que possam corrigir ou atenuar esses problemas, permitindo uma análise mais confiável e eficiente das características faciais.

Segundo Sobel (2014), o operador de Sobel é uma técnica usada em processamento de imagens para encontrar bordas em objetos. Esta técnica faz isso calculando a diferença de intensidade dos pixels em uma imagem. Se a diferença for grande, indica que há uma borda naquele ponto; imagine uma foto em preto e branco. O operador de Sobel ajuda a encontrar as linhas onde a cor muda rapidamente, indicando uma borda entre duas áreas distintas da imagem.

A técnica é frequentemente usada para detecção de bordas em imagens, sendo útil em diversas aplicações, desde reconhecimento facial até veículos autônomos. De acordo com Shilpa et al., 2015, reconhecimento de bordas é uma etapa importante em aplicações de reconhecimento de imagens e objetos.

Pela visão de Victor e Thomas (2018), a visão computacional que engloba técnicas como processamento digital de imagem, reconhecimento de padrões, aprendizado de máquina e gráficos de computador. O Autor apresenta uma pesquisa sobre tecnologias recentes nessa área, explicando seu desenvolvimento no processamento de imagem e suas aplicações em diversas áreas.

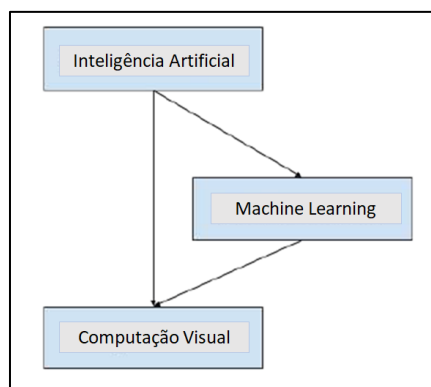
Nesta perspectiva, exploraremos abordagens algorítmicas, incluindo técnicas de processamento de imagem, aprendizado de máquina e redes neurais convolucionais. Investigaremos como essas abordagens podem ser aplicadas para mitigar os desafios inerentes à análise de características faciais em imagens. Além disso, consideraremos não apenas a melhoria da qualidade visual, mas também a extração de características discriminativas que possam impulsionar a precisão de tarefas específicas, como reconhecimento de expressões faciais, detecção de idade e gênero, e identificação de indivíduos.

Esta pesquisa, do campo de visão computacional, fornece insights sobre as abordagens algorítmicas mais promissoras para o aprimoramento de características faciais em imagens. A compreensão aprofundada desses métodos demonstra novas possibilidades de pesquisas acadêmicas, mas também abrir portas para aplicações práticas que beneficiem áreas tão diversas como segurança, medicina e entretenimento.

2 VISÃO COMPUTACIONAL E PROCESSAMENTO DE IMAGEM

A visão computacional é uma teoria que demonstra a possibilidade de transferir informações da visão humana a um sistema computacional que constitua a abstração de todos os elementos contidos em um determinado cenário. Um estado de desenvolvimento contido em subcampos dos algoritmos está ligado ao conceito multidisciplinar e que atende a inteligência artificial através de teorias de machining learning (BROWNLEE, 2019). A figura 1, demonstra uma visão geral da relação entre a inteligência artificial e a visão computacional.

Figura 1 – Perspectiva entre a inteligência artificial e a visão computacional



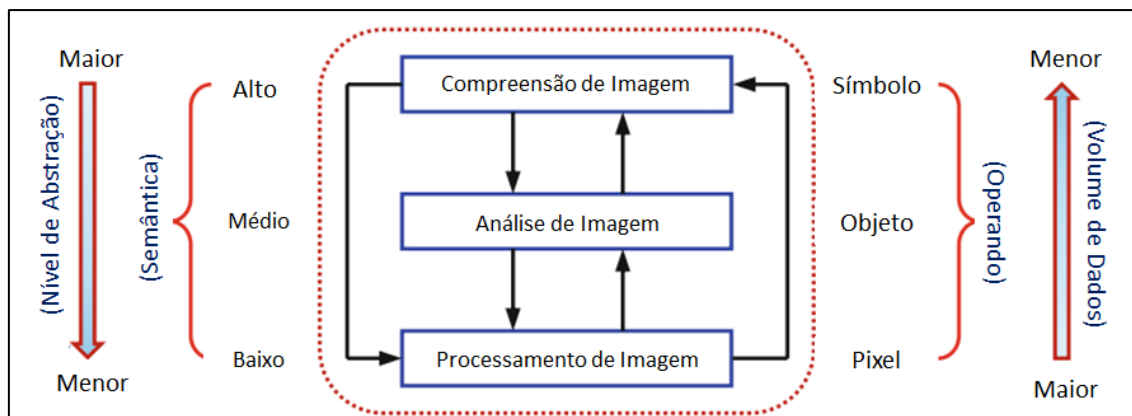
Fonte: adaptado BROWNLEE (2019), p.4

O processamento de imagens atua diretamente construindo processos ligados a normalização das propriedades fotométricas da imagem como brilho e cor; possibilita ainda o corte da imagem atribuindo os limites, centralizando o objeto da fotografia; atua também eliminando os ruídos digital da imagem, basicamente os ruídos de baixo nível. Nota-se, portanto, a atribuição de um novo conceito da imagem demonstrando o aprimoramento do seu conteúdo e forma (BROWNLEE, 2019). A construção da imagem, considerada o processo de geração da imagem, é determinístico e previsível, o qual envolve uma lista de explicações possíveis e a interpretação mais provável do seu conteúdo, basicamente um conteúdo combinatório (ZHANG, 2023).

O processamento de imagem, pode ser tratado considerando as condições de melhoramento de efeitos visuais com bases em tarefas subsequentes, das quais, a figura 2 mostra especificamente estas considerações (ZHANG, 2023).

Note que, a análise de imagem (IA) ocupa uma posição intermediária, concentrando-se na detecção e medição de objetos de interesse na imagem para adquirir informações objetivas e criar uma descrição da imagem. Enquanto isso, a compreensão de imagem (IU) assume um nível mais elevado e coloca ênfase na interpretação do significado do conteúdo da imagem, o que apresenta notáveis paralelos com o pensamento e raciocínio humanos (ZHANG, 2023).

Figura 2 – Visão tridimensional e tecnologia de Imagem



Fonte: Adaptado ZHANG, 2023, p.25.

O operador de Sobel é um filtro utilizado em processamento de imagem e visão computacional para calcular a aproximação do gradiente de intensidade de uma imagem em relação à direção horizontal (X) e vertical (Y). Portanto, é um método para estimar o gradiente de uma imagem digitalizada em um ponto específico usando informações de seus vizinhos em uma vizinhança 3x3. Com isso é possível utilizar este processamento de imagem e processamento de sinais, para calcular como a intensidade ou densidade de pixel muda em relação à posição em uma imagem. Basicamente, entende-se como as intensidades dos pixels mudam em torno de um ponto na imagem. Este processo pode ser determinado, considerando o cálculo da diferença nas intensidades entre o ponto central e seus vizinhos, cujas diferenças são ponderadas pelas distâncias dos vizinhos ao ponto central. O resultado é um vetor que representa a direção e a magnitude da mudança de intensidade, o qual o vetor de gradiente, pode ser usado em várias aplicações, como detecção de bordas em imagens (SOBEL, 2014).

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O conceito deste trabalho é explorar os efeitos da variação de contraste em regiões faciais detectadas em uma imagem, utilizando algoritmos de processamento de imagem e visão computacional. A ideia por trás é destacar como ajustes de contraste influenciam a aparência das regiões faciais detectadas, por meio do uso de um detector de faces pré-treinado e técnicas específicas. O princípio central é demonstrar visualmente as transformações na região facial ao aplicar diferentes níveis de contraste. O princípio do código envolve os seguintes passos:

- Carregamento da Imagem: O código começa carregando uma imagem que contém rostos.

- **Detector de Faces:** Em seguida, um detector de faces é criado, permitindo localizar as regiões faciais na imagem.
 - **Iteração pelos Rostos:** O código itera por cada rosto detectado na imagem. Isso é alcançado através de um loop que percorre as coordenadas dos retângulos delimitadores dos rostos.
 - **Extração da Região Facial:** Para cada rosto detectado, as coordenadas do retângulo delimitador são usadas para extrair a região facial da imagem original.
 - **Conversão para Tons de Cinza:** A região facial é convertida para uma imagem em tons de cinza, o qual simplifica o processamento e a análise.
 - **Variação de Contraste:** Três níveis diferentes de contraste são aplicados à região em tons de cinza criando três versões da região facial com contrastes baixo, médio e alto.
 - **Visualização:** As imagens originais e as versões com diferentes contrastes são exibidas lado a lado para fins de comparação.
 - **Resultado Final:** O resultado final é uma série de comparações visuais das diferentes versões da região facial com ajustes de contraste distintos.
- A foto 3 mostra a imagem original de uma face humana e outras com contraste.

Figura 3 – Foto Face Humana com Contraste



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Na sequência, o código realça as bordas da região de um rosto detectado em uma imagem, utilizando técnicas de processamento de imagem e detecção de bordas. Isso é feito através da detecção de faces em uma imagem, extração da região do rosto, conversão para tons de cinza, detecção de bordas e aplicação dessas bordas realçadas à imagem original. O código visa fornecer uma visualização comparativa entre a imagem original e a versão com bordas realçadas. A sequência de desenvolvimento do código, foi feita da seguinte forma:

- **Carregamento da Imagem:** Carrega uma imagem que contém uma pessoa ou um rosto, obtendo-a a partir do arquivo jpg.

- Detector de Faces: Cria um mecanismo de detecção de faces usando a função específica.
- Detecção de Faces: Emprega o detector de faces para identificar rostos na imagem. Essa etapa faz uso da função que fornece coordenadas dos retângulos envolvendo as faces encontradas.
- Iteração por Faces: Percorre cada face identificada na imagem através de um laço de repetição.
- Extração da Região Facial: Para cada face detectada, extrai a porção correspondente da imagem original utilizando as coordenadas do retângulo delimitador.
- Conversão para Tons de Cinza: Transforma a região da face em uma imagem com tons de cinza, simplificando as etapas subsequentes.
- Identificação de Bordas: Aplica o operador de Sobel à imagem em tons de cinza da região facial, detectando e enfatizando as bordas presentes nessa área.
- Geração de Máscara de Bordas: Cria uma máscara de bordas ao replicar as bordas identificadas nas três componentes de cores (RGB).
- Integração da Máscara de Bordas: Aplica a máscara de bordas gerada à imagem original, destacando as bordas na região da face.
- Comparação Visual: Exibe lado a lado a imagem original e a imagem com as bordas realçadas em uma figura, permitindo a fácil comparação entre ambas.

Ajuste de contraste na região do rosto:

Pseudo código:

- Inicio
 - # Carregar uma imagem contendo um rosto
 - # Criar um detector de faces
 - # Detectar rostos na imagem
 - # Loop para cada rosto detectado
 - #Para cada rosto em rostos
 - # Extrair a região do rosto
 - # Converter para preto e branco
 - # Aplicar diferentes níveis de contraste
 - # Mostrar as imagens lado a lado para comparação
 - # Detectar bordas usando o operador de Sobel
 - # Criar uma máscara de bordas na região do rosto
 - # Aplicar a máscara de bordas à imagem original
 - # Mostrar as imagens lado a lado para comparação
 - Fim Para
- Fim

A figura 4 mostra o resultado da aplicação do operador de bordas Sobel. Note que, na figura 4, o operador de Sobel é aplicado no processamento de imagem demonstrando ser uma técnica altamente eficaz na detecção de bordas. Sua eficácia reside na habilidade de identificar gradientes de intensidade nas orientações horizontal e vertical de uma imagem. Esses gradientes se revelam fundamentais ao sinalizar os locais onde ocorrem mudanças abruptas de intensidade, um atributo essencial para a identificação das bordas presentes em uma imagem.

Figura 4 – Aplicação de Sobel na face Humana



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

4 DISCUSSAO GERAL

4.1 Discussão dos Resultados – Código Figura 3:

O algoritmo proposto segue um princípio estruturado para explorar e visualizar o impacto das variações de contraste nas regiões faciais de uma imagem. Começando com o carregamento da imagem contendo rostos, o código cria um detector de faces que possibilita a localização dessas áreas de interesse. A iteração por cada rosto detectado permite a aplicação de ações específicas em cada região facial. A extração da região facial é efetuada com base nas coordenadas do retângulo delimitador, que delinea a área a ser considerada.

A conversão para tons de cinza simplifica a manipulação e processamento posterior, preparando a região para a aplicação da variação de contraste. A introdução de três níveis distintos de contraste resulta em três versões da região facial, cada uma com diferentes níveis de realce das características. A visualização das imagens originais e as versões com contrastes variados, dispostas lado a lado, promove uma comparação visual clara e imediata.

O código pode ser utilizado em estudos de processamento de imagem e visão computacional, permitindo uma análise detalhada sobre como os ajustes de contraste afetam as características das regiões faciais. Essa técnica é relevante em áreas como análise de imagens médicas, detecção de características faciais para reconhecimento e aprimoramento de imagens para exibição.

4.2 Discussão dos Resultados – Código Figura 4:

O desenvolvimento do algoritmo segue uma abordagem estruturada que permite a detecção e realce de características em regiões faciais. A sequência inicia com o carregamento da imagem e criação de um mecanismo específico para detecção de faces. Ao identificar as faces na imagem, o algoritmo itera sobre cada face para executar tarefas individuais.

A extração da região facial é um passo crucial, proporcionando uma área de foco para os processamentos subsequentes. A conversão para tons de cinza simplifica a representação visual, seguida pela aplicação do operador de Sobel para a detecção de bordas. A geração de uma máscara de bordas e sua integração à imagem original realça as características identificadas.

A comparação visual lado a lado da imagem original e da imagem realçada permite a avaliação das melhorias obtidas. Esse processo tem aplicação em diversas áreas, como processamento de imagens, análise forense e reconhecimento facial.

O código é valioso em cenários que envolvem aprimoramento de imagens, análise de características faciais, detecção de bordas e identificação de detalhes em imagens. Ele pode ser aplicado em aplicações médicas, segurança, reconhecimento facial e pesquisa científica relacionada à visão computacional.

Em síntese, os códigos apresentados oferecem abordagens sistemáticas para realçar e compreender as características faciais em imagens. O primeiro código destaca a influência dos ajustes de contraste nas regiões de interesse, proporcionando uma análise visual das variações. Já o segundo código destaca a detecção de bordas por meio do operador de Sobel, ressaltando a importância das técnicas de processamento de imagem. Ambos os códigos têm aplicações valiosas na análise forense, segurança, reconhecimento facial e pesquisa, demonstrando a relevância do processamento de imagem e da visão computacional para a interpretação e realce de informações em imagens faciais.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou os benefícios das abordagens algorítmicas apresentadas, que visam realçar e compreender as características faciais em imagens. Através da análise dos dois códigos, é ressaltada a influência dos ajustes de contraste e

a detecção de bordas utilizando o operador de Sobel, evidenciando a importância dessas técnicas de processamento de imagem. Além disso, é enfatizada a diversidade de aplicações potenciais, como análise forense, segurança, reconhecimento facial e pesquisa, evidenciando a relevância da visão computacional para a interpretação e aprimoramento de informações presentes em imagens faciais.

Portanto, nota-se que, os aspectos de aprimoramento de características faciais em humanos, atende as especificações técnicas de computação visual e pode ser tratado como um projeto de início a outras aplicações. Ressalta-se ainda que a técnica de Sobel é eficaz para melhorar a qualidade visual das características faciais em imagens, cujos limites possibilitam a introdução de outras teorias para sequenciar o tratamento das imagens.

Os projetos futuros, deste trabalho de pesquisa, tendem a introduzir métodos matemáticos e teoremas multidisciplinares, com características de análise e comportamento de imagens que podem ou não serem aplicados com algoritmos disponíveis gratuitamente ou até mesmo desenvolvimento próprio. Do conceito matemático, um dos teoremas possíveis de se inserir é a distância euclidiana, teorema de Fibonacci..

REFERÊNCIAS

- BROWNLIE, J., **Deep Learning for Computer Vision Image Classification, Object Detection and Face Recognition in Python**, Copyright Jason Brownlee, ed.1.4, 2019. 563p.
- JIANG X., HADID,A., PANG,Y., GRANGER,E., FENG,X., **Deep Learning in Object Detection and Recognition Springer**, 2019. 237p.
- LI S.Z.; JAIN A.K., **Handbook of Face Recognition**. 2.ed. Springer, 2011. 716p.
- ROOHE N. M., SHARMA, V.K, ROUT, R.K., UMER,S., **Advancement of Deep Learning and its Applications in Object Detection and Recognition**. River Publishers(CIDADE), 2023.319 p.
- SHILPA J., ACHAL S., Analysis of Sobel Edge Detection Technique for Face Recognition, **Computer Vision**, 2015. Disponível: <
https://www.researchgate.net/publication/337315704_Analysis_of_Sobel_Edge_Detection_Technique_for_Face_Recognition >. Acesso: setembro/2023.
- SOBEL, I., History and Definition of the so-called "Sobel Operator", **Computer Vision**, 2014. Disponível:<
https://www.researchgate.net/publication/285159837_A_33_isotropic_gradient_operator_for_image_processing?enrichId=rgreq-fd9e972ade2d62c27037e1abf250a405-

XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzl4NTE1OTgzNztBUzo2MjU1NDUyODA3NjU5NTNAMTUyNjE1MzAyNTlyNA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf>.
Acesso: setembro/2023.

VICTOR, W., THOMAS L. Computer Vision and Image Processing: A Paper Review, **Computer Vision**, 2018. DOI:10.29099/ijair.v2i1.42.

ZHANG, Y.J., **3-D Computer Vision Principles, Algorithms and Applications**, Springer Nature, Singapore, 2023. 453p.

Proposta de demonstração dos números figurados com Geogebra no ensino médio

Edwin Jun Iassanori Yassunaga, Nadya Sofia Kuriyama Sato, Adriana de Bortoli

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins – SP– Brasil

edwinjunyassunaga@gmail.com, sankstar@outlook.com,
adrianadebortoli1@hotmail.com

Resumo. *Esse artigo objetiva apresentar potenciais conexões entre as sequências numéricas, fundamentalmente sobre os números figurados, introduzidos por problemas históricos e a gênese dos números figurados e viabilizados pelas tecnologias digitais na criação de representações visuais voltadas para o ensino e aprendizagem de matemática. A pesquisa fundamenta-se nas tendências da Educação Matemática: História da Matemática, Tecnologias Digitais e Estética que de maneira articulada visa inferir melhorias no processo de ensino de Matemática. Estruturalmente, diante da abordagem qualitativa, a pesquisa propõe os seguintes procedimentos: estudo histórico do conceito em questão, elaboração de atividades matemáticas relacionadas aos números figurados a partir da história da matemática conduzidos por meio do uso de tecnologias digitais; desenvolvimento e implementação de atividades matemáticas em turmas do Ensino Médio. Como resultado, almeja-se o desenvolvimento de cursos de extensão universitária que apresentem uma variedade de tarefas e atividades. Essa pesquisa possui um potencial significativo para gerar novas oportunidades no campo do ensino e aprendizagem da matemática, proporcionando a criação de ambientes educacionais enriquecedores e estimulantes.*

Palavras-Chave: *História da Matemática. Tecnologias Digitais. Educação Matemática. Números Figurados.*

Abstract. *This article aims to present potential connections between numerical sequences, primarily focusing on figurate numbers introduced through historical problems, and the genesis of figurate numbers made possible by digital technologies in the creation of visual representations geared towards the teaching and learning of mathematics. The research is grounded in the trends of Mathematical Education: History of Mathematics, Digital Technologies, and Aesthetics, which, in a coordinated manner, seek to infer improvements in the process of teaching mathematics. Structurally, within the qualitative approach, the research proposes the following procedures: a historical study of the concept in question, the development of mathematical activities related to figurate numbers based on the history of mathematics*

conducted through the use of digital technologies, and the development and implementation of mathematical activities in high school classes. As a result, the aim is to develop university extension courses that offer a variety of tasks and activities. This research holds significant potential to create new opportunities in the field of mathematics teaching and learning, providing the establishment of enriching and stimulating educational environments.

Keywords: *Mathematic's History. Digital Technologies. Mathematical Education. Figurate Numbers.*

1 INTRODUÇÃO

Essa pesquisa consta de um projeto mais amplo intitulado “História da Matemática, Tecnologias Digitais e Estética em Educação Matemática” no qual os autores estão inseridos cujo objetivo é investigar/explorar, de um ponto de vista estético, possíveis articulações entre história da matemática e o uso de tecnologias digitais na elaboração de tarefas voltadas ao ensino e aprendizagem de matemática.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa oriunda dos dados de um curso de extensão universitária que foi oferecido a estudantes de 2ª e 3ª séries do Ensino Médio de uma escola pública de um município do interior do Estado de São Paulo, Brasil a partir de um problema do Papiro de Rhind sobre a Quadratura do Círculo e a Cubatura da Esfera. Como resultados pode-se perceber as diferenças entre as preferências dos alunos em construções 2D e 3D. Adicionalmente, verificou-se a mobilização de raciocínio algébrico para a resolução de problemas geométricos¹.

Como desdobramento do projeto está sendo desenvolvido o estudo e a elaboração de atividades sobre o conceito números figurados que serão encaminhados conforme a descrição que será feita na seção metodologia. Inicialmente consideraremos a história do tema em questão. Vale mencionar que está parte do projeto encontra-se em fase inicial das atividades e que priorizaremos nesse artigo a apresentação da história do referido conceito.

2 REVISÃO HISTÓRICO DO CONCEITO NÚMEROS FIGURADOS

Com o propósito de aprofundar nosso conhecimento, somos guiados às civilizações antigas da Babilônia, Grécia e China, onde encontramos os primeiros indícios e aplicações desses números. Estes números desempenham um papel duplo, sendo

¹ Como resultados dessa investigação temos um texto (no prelo) na Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciência e Matemática (REAMEC), aceito em outubro de 2023.

tanto ferramentas práticas para a contagem de objetos quanto objetos de reflexão intelectual, revelando uma profunda conexão entre a matemática e a estética.

De acordo com Reimer; Reimer (1990), Pitágoras de Samos afirmava que "o número é a causa e o princípio de tudo". A expressão "tudo é um número" reflete a perspectiva dos pitagóricos em relação ao universo. O pensamento pitagórico incorporava elementos de rigor e precisão, mas também envolvia certos elementos de misticismo, magia e mistério.

A escola de Pitágoras identificou várias classes de números, como números pares, números ímpares, números amigos (na qual a soma dos divisores próprios de um número é igual a outro número, e a soma dos divisores próprios desse outro número é igual ao número inicial, como no caso de 220 e 284), números perfeitos (que são iguais à soma de seus divisores, exceto o próprio número, como $6 = 1+2+3$), números primos (que têm apenas dois divisores: 1 e eles próprios, como 3 e 5), números compostos (aqueles com mais de dois divisores) e os números figurados, também conhecidos como números poligonais.

Esses números figurados, que são o foco principal neste texto, servem como uma fonte de motivação para o estudo de sucessões, especialmente progressões aritméticas. Eles são fascinantes devido às suas propriedades, regularidades e também devido ao seu significado histórico, uma vez que os pitagóricos associaram formas geométricas a números, considerando-os como uma espécie de "átomos" matemáticos.

Gundlach (1992), aponta que a discussão mais abrangente acerca dos números figurados é creditada a Nicômaco de Gerasa, um grego que viveu por volta do ano 100 d.C e considerada sua obra "Introctio arithmetica" um exemplo modelo em seu gênero. O autor supracitado também menciona outro nome relevante nesse contexto, o grego Diofanto, que viveu aproximadamente entre os anos 75 e 250 d.C e também explorou os números poligonais em sua obra. Diofanto generalizou uma afirmação anteriormente feita por Plutarco, que datava de cerca do ano 100 d.C., ao afirmar que qualquer número triangular multiplicado por oito e acrescido de 1 resulta em um número quadrado.

Através dos séculos, os números figurados passaram por transformações e foram objeto de estudo por notáveis matemáticos, tais como Pitágoras, Arquimedes e Leonardo Fibonacci. Suas contribuições ampliaram nosso conhecimento das propriedades e padrões dos números figurados, estabelecendo bases sólidas para investigações subsequentes.

Conforme Neves (2007) enfatizou, números figurados são representações numéricas formadas por conjuntos de pontos dispostos em formas geométricas específicas. Essas formas geométricas podem variar de triângulos e quadrados a polígonos mais complexos, como heptágonos e octógonos. A essência dos números figurados reside na organização precisa desses pontos, que, de maneira simplificada, simbolizam valores numéricos. A disposição dos pontos segue critérios rigorosos que obedecem a fórmulas matemáticas específicas. Por exemplo, os números triangulares

são criados arranjando pontos em um triângulo equilátero, enquanto os números quadrados são gerados através da organização dos pontos em um quadrado perfeito.

Complementando essa abordagem, Atalaia (2009) ressaltou que esses números figurados podem ser visualizados como sequências de pontos dispostos nos lados de polígonos regulares, manifestando-se de diversas maneiras. Isso significa que, para cada tipo de número figurado, existe um polígono regular correspondente, no qual os pontos são cuidadosamente posicionados. Essa conexão entre números e formas geométricas cria uma rica interseção entre a matemática pura e a geometria, proporcionando uma maneira única de explorar conceitos matemáticos abstratos por meio de representações visuais concretas.

Esses números figurados podem ser considerados verdadeiras obras-primas da matemática, pois revelam como a abstração numérica pode ser expressa por meio da ordem e da simetria geométrica. Entre as formas figuradas mais comuns, destacam-se os números triangulares, quadrados, pentagonais e hexagonais, cada um com suas características únicas. Por exemplo, os números triangulares formam sequências que começam com 1 e aumentam em um incremento constante, criando uma progressão numérica interessante. Já os números quadrados, como 1, 4, 9, 16, seguem uma lógica diferente, sendo o resultado da multiplicação de dois números consecutivos ímpares. Essa diversidade de padrões geométricos e numéricos torna o estudo dos números figurados um campo fascinante de exploração matemática.

Vale recordar que, a Aritmética, junto com a Música, a Geometria e a Astronomia, eram matérias formativas das Artes Liberais, do programa educacional da escola pitagórica. Com relação ao uso de tecnologia e artes, Gusmão (2013) investigou o papel das artes na comunicação de ideias matemáticas, buscando estabelecer relações entre a matemática e a arte, bem como enfatizar a importância de se ascender ao conhecimento matemático por meio dos processos que envolvem, além da razão, e que estão relacionados com a intuição, a imaginação, a espontaneidade, a liberdade e a criatividade. Promovendo assim, através do uso instrumentos da ciência e da tecnologia, uma experimentação com matemática dinâmica.

A matemática sempre desempenhou um papel fundamental na compreensão e resolução de problemas ao longo da história da humanidade. Desde os tempos antigos, as mentes brilhantes têm buscado soluções para desafios matemáticos, muitos dos quais têm raízes históricas profundas. No entanto, à medida que o mundo evolui e a tecnologia avança, surgem novas oportunidades para explorar e aprimorar o estudo desses problemas por meio do uso de ferramentas digitais.

Além disso, essa abordagem pedagógica visa enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos, oferecendo-lhes a oportunidade de mergulhar nas origens e na evolução dos números figurados. Ao empregar materiais manipuláveis que exploram a história da matemática, busca-se não apenas transmitir conceitos, mas também

fomentar o interesse pela disciplina e promover uma compreensão mais profunda e significativa dos números figurados e sua relação com a matemática como um todo.

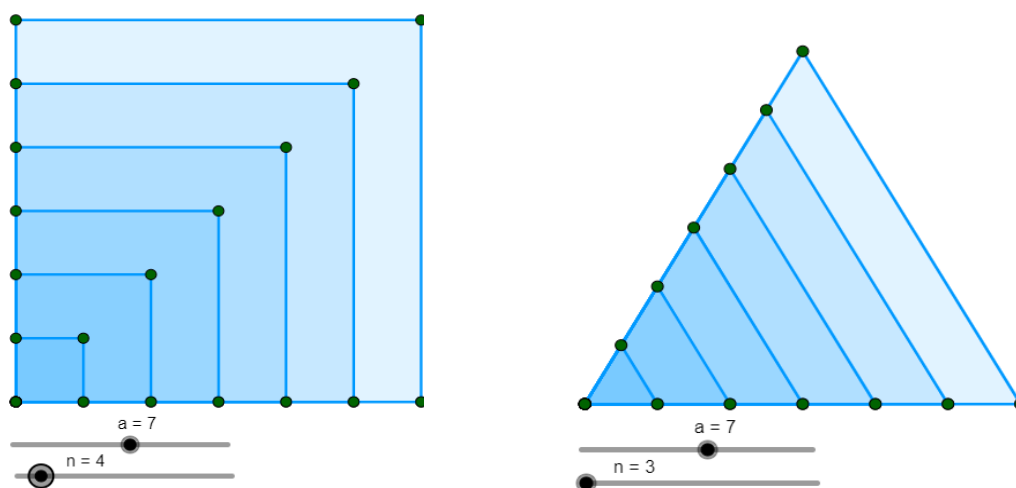
Dessa forma, depois de realizarmos as demonstrações pelo GeoGebra podemos pensar nas aplicações delas nos métodos de integração pelo de método de Arquimedes, segundo o que propõe Baron (2005) o estudo não será limitado apenas à aquisição de conhecimento, mas também à promoção do pensamento crítico e da criatividade dos alunos, preparando-os para enfrentar desafios matemáticos de forma mais eficaz.

3 DESENVOLVIMENTO

Como dito na introdução deste texto, inicialmente foi realizado apenas a revisão bibliográfica sobre a história dos números figurados e, agora está sendo feita a elaboração/construção das atividades que serão oferecidas aos estudantes. Para tanto, nos respaldamos nas autoras Sousa e Gomes (2020) que propõem o apoio a promoção de atividades históricas-com-tecnologia como recurso para o ensino de matemática. Assim como em Bortoli (2020) que a partir de indícios de mobilização de saberes pedagógicos voltados para uma prática pedagógica que demonstrou ensejo em empregar a conjunção entre História da Matemática e Tecnologias e Digitais da Informação e Comunicação em práticas extensionistas.

Posteriormente será oferecido em curso de extensão universitária que será o cenário de investigação. Tal curso de extensão universitária será proposto a alunos dos últimos anos do Ensino Médio de uma escola pública do município de Lins (SP), Brasil. Dessa forma, serão oferecidas 12 vagas. Caso o número de interessados em realizar o curso será feito um sorteio. Para essa investigação, de natureza qualitativas será adotado diferentes procedimentos para a produção dos dados: a observação participante, filmagem e gravação dos encontros; diário de campo e as construções no GeoGebra feita pelos grupos de alunos. A exemplo, a figura 1 elucida a construção dos números quadrangulares e triangulares que serão construídos com os estudantes por meio do software GeoGebra.

Figura 1 – Duas tentativas de construções no GeoGebra



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Para a investigação, faz-se imperiosa a construção de possíveis atividades e questionamentos afim de melhorar a produção e coleta de dados. Conforme apresentado na Figura 1, utiliza-se para essa tentativa de construção a função sequência presente no GeoGebra, criando assim dois controles deslizantes para a determinação do formato do polígono regular e marcação dos vértices. Para além disso, vislumbra-se realizar as demonstrações das formulares algébricas referentes a esses padrões, a exemplo, a do cubo em que a cada linha a soma dos cubos é igual ao quadrado do número triangulares naquela linha, isto é:

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 = \left[\frac{n(n+1)}{2} \right]^2.$$

4 METODOLOGIA

O tema abre possibilidades para se compreender a produção do conhecimento matemático por meio da articulação entre história da matemática e tecnologias digitais em diversos contextos e a partir da perspectiva de diversos sujeitos. Nessa investigação será priorizado aplicações de tarefas com alunos do 2º e 3º anos do Ensino Médio.

Dessa maneira, essa pesquisa tem o cunho qualitativo. De acordo com Bicudo (2019), O qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências [...].

Assim, será proposto a elaboração de atividades de investigação e exploração matemática (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2019) que serão aplicadas com estudantes.

Sequencialmente, será feita a análise dos dados a partir da triangulação entre as informações: questionário aplicados com os estudantes, revisão da literatura sobre o assunto e print das telas das atividades desenvolvidas pelos estudantes.

Como hipótese de investigação, espera-se que os estudantes possam se engajar na utilização do GeoGebra como mídia para produzir conhecimentos e atribuir significados matemáticos. Pretende-se uma mobilização do uso da mídia e que ocorra exploração e investigação matemática, bem como da formulação e testes de conjecturas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de tecnologias digitais, como softwares educacionais e recursos visuais interativos, pode enriquecer a abordagem dos números figurados. Além disso, proporcionam um feedback instantâneo, atraindo a atenção dos alunos, aumentando sua autonomia, motivação, criatividade, curiosidade e melhora a concentração dos estudantes com dificuldades de atenção permitindo que interajam com os problemas de maneira mais dinâmica e exploratória. Ademais, com base nas pesquisas de Sousa (2020) tem-se a conjectura de que a história da matemática aliada às tecnologias digitais pode potencializar o ensino de matemática. De todo modo, a pesquisa ainda se encontra em fase inicial. Mas parte das afirmações acima já foram comprovadas em projetos anteriores conforme descrito na introdução deste artigo.

Em complemento, destaca-se a relevância do conceito números figurados, especialmente suas representações por meio de fórmulas, que por nós serão propostas suas demonstrações via GeoGebra, em aplicações de conceitos do Cálculo Diferencial e Integral, como métodos de integração.

REFERÊNCIAS

- ATALAIA, M. F. À volta dos números poligonais. **Revista educação e matemática**, n. 101, p. 32-33. 2009. Disponível em: <https://em.apm.pt/index.php/em/issue/view/103/106>. Acesso em: 10 out. 2023.
- BARON, M. E. **Curso de história da matemática**: origens e desenvolvimento do cálculo. Trad. de José Raimundo Braga Coelho, Rudolf Maier e M. José M. M. Mendes. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985, c1974. v.1.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019. p. 107-119.

- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BORTOLI, A. de. Saberes Docentes Para A Conjunção Entre História Da Matemática E Tecnologias Da Informação E Comunicação Nas Aulas De Matemática: Análise Do Potencial De Um Curso De Extensão. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 8, n.22, p. 19-33, 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/4320>. Acesso em 10 de abril 2023.
- GUNDLACH, B.H. **História dos números e numerais**. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992. - (Tópicos de história da matemática para uso em sala de aula; v.1).
- GUSMÃO, Lucimar Donizete. **Educação matemática pela arte: uma defesa da educação da sensibilidade no campo da matemática** / Lucimar Donizete Gusmão. – Curitiba, 2013. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/junho2013/matematica_artigos/dissertacao_lucimar_donizete_gusmao.pdf . Acesso em 10 de abril 2023.
- JESUS, Sandra Vanessa da Silva de. **Os números figurados e a sequência de Fibonacci no EB**. 2013. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Básica, Departamento de Educação, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2013. Cap. 5. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/12970/1/N%2Bmeros%20figurados%20e%20a%20sequ%2Bncia%20de%20Fibonacci%20no%20EB.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.
- NEVES, E. **Episódios da história da matemática para o ensino**. Departamento de Matemática. Lisboa: FCUL. 2007
- Powell, A. B.; Francisco, J. M.; Maher, C. A. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. **Bolema**. v.17, n.21, p.81-140. 2004.
- PONTE, J. P. Estudo de caso em Educação Matemática. **BOLEMA**: Boletim de Educação Matemática. v. 19. n. 26, 2006.
- PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula**. – 4. Ed. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.
- REIMER, L., REIMER, W. (1990). **Mathematicians are People, Too: Stories from the Lives of Great Mathematicians** (v. 1). Dale Seymour Publications. ISBN: 9780866515092. LCCN: 92241991. Series: Mathematicians Are People, Too Series. Disponível em <https://books.google.com.br/books?id=XZDZAAAAMAAJ>. Acesso em: 10 out. 2023.

- RICHIT, A., BENITES, V. C., ESCHER, M. A., MISKULIN, R. G. S. **Contribuições do software geogebra no estudo de cálculo diferencial e integral: uma experiência com alunos do curso de geologia.** Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/8385/6941>. 2012.
- Sousa, G.C. de, Gomes, A.B. de A. **Apoio à promoção de atividades históricas com tecnologia. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, 9(5), (pp.1-14), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3206>. Acesso em 06 maio 2023.
- SOUSA, G. C. Experiências com GeoGebra e seu papel na aliança entre HM, TDIC e IM. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, v. 16, p. 140-159, 2021.

Predição de falhas em motores elétricos trifásicos de rotor de barras tipo gaiola

Fabio Zanelli de Brito, Edson Pereira da Silva, Douglas José Ribeiro Baquião

Faculdade Senai - Campus Roberto Simonsen - Brás - São Paulo – Brasil

fzbrito@hotmail.com, {edson.psilva,douglas.ribeiro}@sp.senai.br

Resumo. Este artigo propõe um sistema inteligente para identificar iminências de mal funcionamento relacionadas a avarias nas barras dos rotores de motores de indução trifásicos tipo gaiola. Séries temporais contendo leituras de corrente e tensão em cada uma das três fases do motor foram transformadas pela ferramenta computacional MiniRocketMultivariate (que emprega redes neurais convolucionais) e submetidas ao classificador linear RidgeClassifierCV. Obteve-se um primeiro modelo com precisão geral de 85% em teste (2 predições de normalidade e 1 de falha incorretas) e 95% em validação (1 predição de normalidade incorreta). A normalização prévia dos dados através do método StandardScaler resultou em um segundo modelo com 100% de precisão em teste e validação.

Palavras-Chave: Séries temporais. Redes neurais. Motores elétricos trifásicos. Aprendizagem de máquina. MiniRocketMultivariate.

Abstract. This article proposes an intelligent system to identify imminent malfunctions related to damage to the rotor bars of cage-type three-phase induction motors. Time series containing current and voltage readings in each of the three phases of the motor were transformed by the MiniRocketMultivariate computational tool (which employs convolutional neural networks) and submitted to linear classifier RidgeClassifierCV. A first model was obtained with an overall accuracy of 85% in testing (2 incorrect normality and 1 failure predictions) and 95% in validation (1 incorrect normality prediction). Previous normalization of the data using the StandardScaler method resulted in a second model with 100% accuracy in testing and validation.

Keywords: Time series. Neural networks. Electric three-phase motors. Machine learning. MiniRocketMultivariate.

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto de mudanças climáticas e competitividade global, o consumo eficiente e racional de energia elétrica tornou-se imperativo. Conforme indicam dados

da Eletrobrás/Procel (ELETROBRÁS/PROCEL, 2019), os motores elétricos representam quase 70% da eletricidade utilizada em nosso parque industrial.

Ainda, segundo a fabricante WEG (WEG, 2019), calcula-se que no Brasil existam mais de 20 milhões de motores elétricos trifásicos, consumindo aproximadamente 144 GWh por ano, que correspondem a 23,24% do consumo total de energia elétrica no país.

Ao mesmo tempo, a competitividade dos itens aqui produzidos tem ainda muito a melhorar. Dados do Portal da Indústria (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022) revelam que ocupamos, em 2022, a 16ª posição em um ranking de 18 países. Iniciativas científicas e tecnológicas de modernização de nosso parque industrial são urgentes.

Considerando-se fatores como preço, robustez, simplicidade construtiva, vida útil, custos e frequência de manutenção, destacam-se os motores de indução com rotor de barras de gaiolas tipo esquilo. Por consequência, sua utilização na indústria é bastante difundida, tornando-os merecedores de particular atenção em estudos que visam elevar a confiabilidade, o desempenho energético e a produtividade desses equipamentos.

Processos produtivos interrompidos por manutenções não planejadas trazem reflexos nocivos. Em geral, insumos são desperdiçados, compras de serviços e peças se tornam emergenciais, riscos de acidentes são aumentados, entregas são postergadas, programações refeitas e renegociações exigidas. Colaboradores, clientes e acionistas, bem como a imagem, a competitividade e os resultados da companhia revelam-se, em maior ou menor medida, prejudicados.

A despeito das controvérsias atuais envolvendo a inteligência artificial, modelos de aprendizagem de máquina vêm, já há algum tempo, mostrando-se bastante apropriados no que se refere a métodos não invasivos de predição de falhas em equipamentos industriais. Bons exemplos de dissertações de doutorado apresentaram precisões mínimas de 80% na classificação preditiva entre motores elétricos trifásicos normais e com rotores avariados:

- “Sistemas Inteligentes para Monitoramento e Diagnósticos de Falhas em Motores de Indução Trifásicos”, (SUETAKE, 2012).
- “Identificação de Falhas em Motores de Indução Trifásicos Usando Sistemas Inteligentes”, (SANTOS, 2013).
- “Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos Baseado em Decomposição em Componentes Ortogonais e Aprendizagem de Máquinas”, (LIBONI, 2017).

Objetivou-se aqui também um modelo de aprendizagem de máquina com razoável precisão, utilizando-se de ferramentas computacionais atuais capazes de processar grandes volumes de dados em tempos factíveis. Nomeadamente, a MiniRocket (derivada de redes neurais), para a identificação da iminência de quebras de motores a partir de séries temporais.

Redes neurais artificiais são sistemas computacionais compostos de nós interconectados que funcionam como se fossem neurônios de um cérebro humano. A partir do reconhecimento de correlações ou padrões ocultos em uma massa de dados, elas “aprendem” a agrupá-los, classificá-los e até mesmo a melhorar essas habilidades ao longo do tempo. Já os classificadores são instrumentos de aprendizagem de máquina e estatística que, como o próprio nome diz, classificam uma observação entre um ou mais grupos. Em específico, para o estudo aqui proposto, entre funcionamento com rotor normal ou avariado.

Os dados utilizados foram extraídos de experimentos realizados no departamento de engenharia elétrica da USP de São Carlos (MACIEJEWSKI, 2020). Medições de voltagens, correntes e vibrações obtidos em bancada para motores trifásicos submetidos a diferentes torques foram organizadas em séries temporais separadas por situação de normalidade e situações de uma, duas, três e quatro barras danificadas. Os danos decorreram artificialmente de perfurações nas barras, efetuadas por meio de brocas em posicionamentos radiais. Chamamos de séries temporais às observações adquiridas ao longo do tempo, seja ele alongado, como consumos mensais de energia elétrica ou curto, como a sequência dos valores de corrente detectada em apenas 20 segundos.

Apesar da disponibilidade de medições de vibrações provenientes dos experimentos de bancada da EESC - USP, o presente estudo teve por objetivo desenvolver um modelo de predição de falhas em motores elétricos trifásicos decorrentes de avarias nas barras do rotor tipo gaiola baseando-se somente nas medidas de tensões e correntes. Isso porque esses dois parâmetros, além de apresentarem simplicidade e praticidade em sua obtenção, requerem procedimentos pouco invasivos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Motores de indução trifásicos de rotor tipo gaiola são constituídos basicamente de duas partes: o rotor e o estator. O rotor, parte móvel, é formado por um cilindro de lâminas de aço, com condutores de alumínio ou cobre embutidos em sua superfície. O do tipo gaiola possui barras condutoras paralelas sobre uma superfície cilíndrica cujos extremos são curto-circuitados por anéis condutores. O estator, parte fixa do motor e preso a sua carcaça, é constituído de chapas finas de aço magnético com ranhuras internas onde se situam os enrolamentos que, ao receberem correntes elétricas alternadas trifásicas, criam o campo magnético girante (figura 1).

Figura 1 - Motor elétrico.**Fonte: Cupertino, 2020.**

Os motores elétricos são expostos a uma variedade de condições ambientais, operando sob diversos tipos de cargas, as quais em conjunto com o envelhecimento natural, podem ocasionar falhas inerentes às próprias máquinas ou associadas às condições severas (BONNETT; ALBERS, 2001). O monitoramento a fim de detectar as falhas em seus estágios iniciais é de suma importância para tratá-las adequadamente, evitando-se danos e, conseqüentemente, reduzindo o custo de manutenção, o custo de estoque de peças e a interrupção da linha de produção na qual as máquinas estão inseridas (DRIF; CARDOSO, 2007). Falhas nos motores elétricos distribuem-se em: rolamentos (69%), enrolamento do estator (21%), barra do rotor (7%) e eixo (3%) (BONNETT; YUNG, 2008).

Ainda que percentualmente não majoritárias, as falhas em barras de rotores, quando não detectadas a tempo, têm consequências bastante indesejáveis:

- Elas podem causar faíscas, elevando riscos de incêndios e explosões.
- As barras saudáveis são forçadas a transportar correntes adicionais, ocasionando altas temperaturas nas proximidades das barras avariadas e danos ao núcleo do rotor.
- Elas geram no rotor oscilações de velocidade e torque com conseqüente desgaste prematuro dos rolamentos.
- Em alta velocidade e por conta da força centrífuga, as barras avariadas podem desprender-se da ranhura e atingir o enrolamento, acarretando danos severos.

Assim, nota-se relevância nas falhas em rotores, tornando seu enfoque, no sentido do estudo de modelos de predição, pertinente.

A montagem da bancada no Laboratório de Automação Inteligente de Processo e Sistemas (LAIPS) da EESC – USP e seus respectivos experimentos foram fonte de estudo da tese de doutorado intitulada “Sistemas Inteligentes para Monitoramento e Diagnósticos de Falhas em Motores de Indução Trifásicos” (SUETAKE, 2012).

Utilizou-se um motor do fabricante WEG, 220V/380V, 1.0 CV, 4.1 NM, 60 Hz, 4 polos, com 58 espiras por bobina no estator e 6 bobinas por fase, totalizando 348 espiras por fase, com gaiola de esquilo de 34 barras. As tensões foram extraídas através de osciloscópio do fabricante Yokogawa e as correntes através de sensores modelo 96033,

capacidade até 50 A RMS, também da Yokogawa. O torquímetro girante é do modelo TMT-103, da Transtec, com rotação máxima de 2000 RPM.

As leituras dos sinais de corrente e tensão, assim como a aplicação dos diferentes torques de carga, foram efetuadas após o motor atingir seu regime permanente.

Os defeitos das barras de gaiola de esquilo foram simulados por meio de perfurações radiais com broca de 6mm. Quatro rotores contendo um, dois, três e quatro orifícios em barras adjacentes, centrados na metade de seus comprimentos longitudinais, foram preparados (figura 2). Durante os ensaios, sucessivas substituições desses rotores defeituosos ocorreram.

Figura 2 - Inserção de defeitos.



Fonte: Suetake, 2012.

Variados torques de 0.5 NM, 1.0 NM, 1.5 NM, 2.0 NM, 2.5 NM, 3.0 N, 3.5 NM e 4.0 NM também foram carregados aos eixos dos motores durante os experimentos, com dez repetições de leituras de amperagem e voltagem para cada torque.

As observações de corrente e tensão aconteceram, para cada uma das três fases do motor (A, B e C), durante períodos de 20 segundos a uma taxa de amostragem de 50 kHz (valores aproximados), gerando 1.001.000 amostras por série temporal.

A operação do motor com a barra saudável ocorreu primeiro, seguida sucessivamente pelas operações deste mesmo motor com as barras danificadas (1, 2, 3 e 4 avarias), gerando-se então a base de dados com as variáveis monitoradas (figura 3).

Combinadas as condições acima descritas, alcançou-se uma robusta base de dados, assim estruturada:

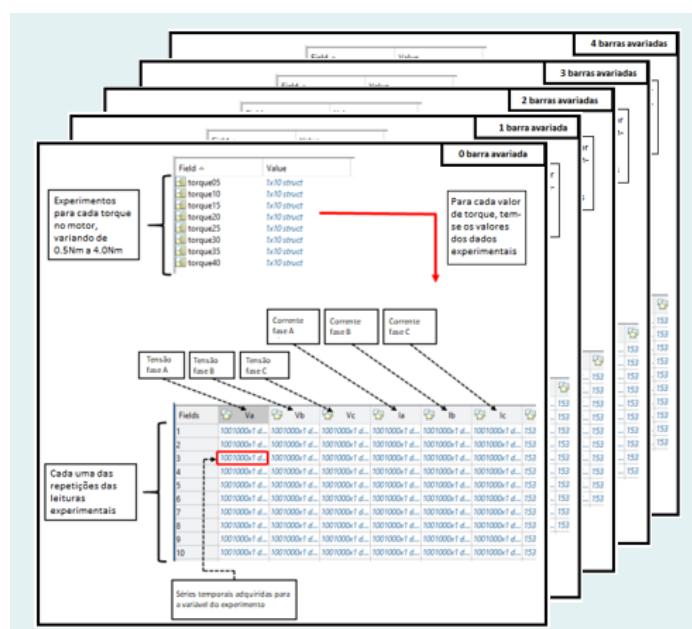
- **Condição do motor:** normal, com 1 barra avariada, com 2 barras avariadas, com 3 barras avariadas e com 4 barras avariadas.
- **Torques aplicados:** 0.5 NM, 1.0 NM, 1.5 NM, 2.0 NM, 2.5 NM, 3.0 NM, 3.5 NM e 4.0 NM.
- **Repetições de leituras:** de 1 a 10.
- **Séries temporais:** conjuntos de valores de voltagem e amperagem das fases A, B e C ao longo do tempo.
- **Valores individuais de voltagem e amperagem** das fases na marcação temporal específica da série, representados pelas variáveis I_a , I_b e I_c (correntes nas fases A, B e C) e V_a , V_b e V_c (tensões nas fases A, B e C)

resultando 1.001.000 medições a cada repetição de 20 segundos por variável.

Para esse estudo, que visou classificar o funcionamento do motor elétrico em normal ou falho, utilizamos somente dados referentes a 0 barra avariada e 4 barras avariadas.

Séries temporais são caracterizadas por um conjunto de observações ordenadas ao longo do tempo. Ou seja, a ordem dos valores observados é de grande importância. Representam mudanças de valores na linha do tempo para um tema específico, como cotações de ações, volumes de estoques ou temperaturas de um equipamento. Pode-se utilizá-las não somente para previsão de valores futuros como também para a classificação dos fenômenos descritos por elas, como funcionamento normal ou falho.

Figura 3 - Estruturação dos dados.



Fonte: Maciejewski, 2020, editado e traduzido pelo autor.

As redes neurais já demonstraram ampla aplicabilidade, incluindo modelos de aprendizagem de máquina envolvendo classificação de séries temporais. Inspiradas na maneira como o cérebro humano processa as informações, elas aprendem com exemplos, assim como nós. Configuradas segundo as aplicações, a exemplo classificações ou reconhecimentos de padrões, são elas, por natureza, auto adaptáveis. De maneira simplificada, compõem-se de camadas de neurônios de entrada, ocultas (intermediárias) e de saída. Cada neurônio artificial (nó) possui um peso e um limite. Multiplica-se o peso ao seu sinal de entrada. Se a saída de um nó for de valor maior que seu limite, ele é ativado e seus dados são enviados para a próxima camada de nós. Caso

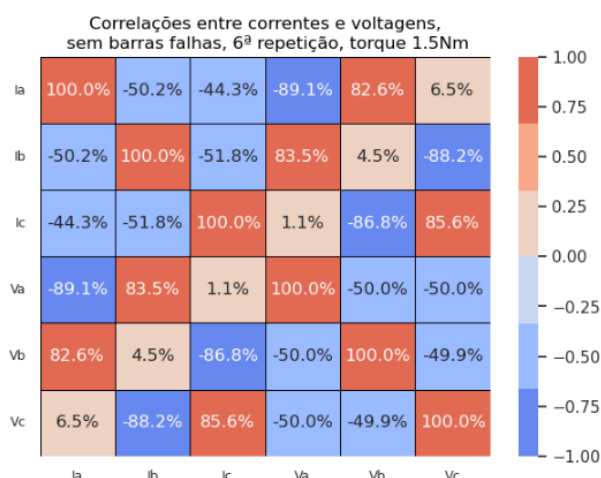
contrário, os dados não são passados para a próxima camada. Capazes de aproximar qualquer função matemática, são às vezes chamadas de “aproximadores universais”.

Redes neurais convolucionais, quando utilizadas para classificação de séries temporais, apresentaram resultados surpreendentes, tanto no que se refere a precisão, quanto ao tempo necessário de processamento. Em específico, o método ROCKET - RandOm Convolutional KErnel Transform (DEMPSTER; FRANÇOIS; GEOFFREY, 2020) foi capaz de classificar séries consumindo uma fração do custo computacional dos demais métodos existentes até então. Através de núcleos convolucionais aleatórios, a Rocket extrai das séries um conjunto de características transformadas que é utilizado para treinar um classificador linear ou logístico. Derivado de um aprimoramento da Rocket, o método Minirocket (DEMPSTER; SCHMIDT; GEOFFREY, 2021) mostrou-se ainda mais eficaz, proporcionando praticamente a mesma acurácia que seu predecessor, porém 75 vezes mais rápido no processamento de datasets muito grandes. Uma de suas variações, chamada MiniRocketMultivariate, destina-se à classificação de séries contendo múltiplas variáveis.

Quando nos atentamos à base de motores elétricos elaborada pela USP, vê-se volume elevado de dados e multiplicidade de variáveis. Para cada específica quantidade de barras avariadas (0, 1, 2, 3 ou 4) e valor de torque (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ou 4.0 NM), temos 6 variáveis (I_a , I_b , I_c , V_a , V_b e V_c) contendo 1.001.000 medições cada uma. Ou seja, um extrato representativo de 0 barras avariadas (funcionamento normal) para torque de 4.0 NM possui 6.006.000 valores. O mesmo é válido para um extrato de 4 barras avariadas (funcionamento anormal). Assim, a busca pela ferramenta mais aderente a todo esse contexto apontou para o método MiniRocketMultivariate.

Como classificador do conjunto de características transformadas resultante da MiniRocketMultivariate, empregou-se o método RidgeClassifierCV. Ele converte os valores das variáveis de destino entre -1 e 1 e então trata o problema como uma regressão. A classificação predita corresponde ao sinal do valor de predição da regressão. Ainda efetua validação cruzada, que busca verificar como o modelo se comporta quando utiliza dados que não processou antes, dividindo os de treino em várias partições e treinando diferentes algoritmos nessas partições.

Em todas as amostras gráficas dos valores de corrente e tensão das séries temporais aqui analisadas, observamos um processo transitório inicial. Partindo de 0 segundo, temos uma sequência de leituras de menores valores que aos 2 segundos subitamente se elevam para então atingirem uma amplitude bem mais estável. Possivelmente relacionadas à partida do sistema eletrônico de medições (o motor encontrava-se em regime permanente), essas faixas de leituras foram descartadas durante a composição dos agrupamentos de dados utilizados para treinar e testar o modelo de predição desenvolvido.

Figura 4 - Correlações entre variáveis.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Os mapas de calor para algumas das séries temporais sugerem altas correlações entre valores de amperagem e voltagem (figura 4), tanto positivas quanto negativas. Porém, de série para série, essas correlações não são as mesmas. Para séries sem barras falhas, Va-Ia, Vb-Ic, Vc-Ib e Va-Ib, Vb-Ia, Vc-Ic são mais fortemente correlacionadas. Para séries com 4 barras falhas, as correlações mais elevadas estão entre Va-Ia, Vb-Ib, Vc-Ic e Va-Ic, Vb-Ia, Vc-Ib, respectivamente. Assim, cada série avaliada revelou correlações distintas entre suas variáveis e nenhuma das medidas de corrente ou tensão foi desconsiderada na construção do modelo, até para que a capacidade do método MiniRocketMultivariate em lidar com elevadas quantidades de dados fosse avaliada.

Para a composição dos dados de treino, teste e validação utilizados no desenvolvimento do modelo, foi necessário concatenar séries (sem que a ordenação de seus valores fosse alterada) até que quantidades razoáveis representativas de motor saudável e motor falho fossem alcançadas. Objetivou-se também abranger diferentes valores de torques visando uma maior escalabilidade do modelo.

Para treino, concatenamos 4 agrupamentos de séries, todas contendo 10 repetições (0 a 9) de leituras de tensões e correntes:

- Torque de 4.0NM, motor saudável.
- Torque de 4.0NM, motor com 4 perfurações no rotor.
- Torque de 1.0NM, motor saudável.
- Torque de 1.0NM, motor com 4 perfurações no rotor.

Organizou-se então os dados em um dataframe do tipo nested, sequenciando-se aleatoriamente as repetições de leituras para motor saudável e motor falho. As repetições ímpares possuem séries que se referem ao funcionamento normal e as pares ao funcionamento falho. Em síntese, 40 repetições de 6 séries contendo 851.000 leituras

cada, totalizando 204.240.000 de valores de medições para treino, metade sem falha no motor, metade com falha, aleatoriamente sequenciadas.

Para a composição dos dados de testes, concatenamos outros 2 agrupamentos de séries de forma análoga aos de treino:

- Torque de 2.5NM, motor saudável.
- Torque de 2.5NM, motor com 4 perfurações no rotor.

Em suma, 20 repetições de 6 séries contendo 851.000 leituras, totalizando 102.120.000 de valores de medições para teste, metade sem falha no motor, metade com falha, aleatoriamente sequenciadas.

Para a composição dos dados de validação, concatenamos outros 2 agrupamentos de séries de forma análoga aos de teste:

- Torque de 3.0NM, motor saudável.
- Torque de 3.0NM, motor com 4 perfurações no rotor.

Por fim, outras 20 repetições de 6 séries contendo 851.000 leituras, totalizando 102.120.000 de valores de medições para validação, metade sem falha no motor, metade com falha, aleatoriamente sequenciadas.

As massas de dados de treino, teste e validação apresentaram médias não muito distintas, mas valores máximos e mínimos e desvios padrões acentuadamente divergentes entre as respectivas medições de tensão e de corrente.

3 RESULTADOS PARCIAIS/FINAIS/ESPERADOS

A etapa de treino do modelo de predição pelo método MiniRocketMultivariate consumiu 3309 segundos de processamento de CPU, a etapa de testes 1167 segundos e a etapa de validação 1168 segundos, todas na plataforma Kaggle. Levando em conta os 204.240.000 de valores de corrente e tensão que compunham os dados de treino, os 102.120.000 dos dados de testes e os 102.120.000 de validação, os tempos consumidos de CPU foram muito oportunos.

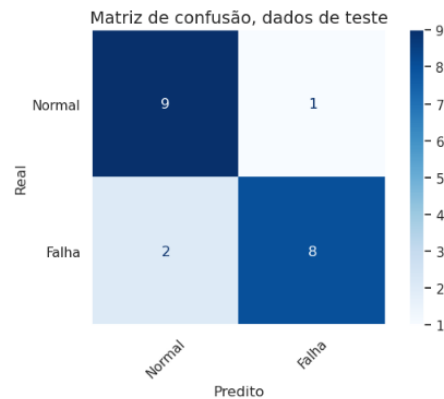
Na etapa de teste, o modelo obtido apresentou precisão geral de 85% na predição de motores com falhas nas barras (figura 5). Conforme sua matriz de confusão (figura 6), ele foi capaz de predizer corretamente 9 funcionamentos normais e 8 falhos. 2 funcionamentos foram preditos incorretamente como normal (eram falhos) e 1 incorretamente como falho (era normal).

Figura 5 - Resultados do modelo para dados de teste.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.82	0.90	0.86	10
1	0.89	0.80	0.84	10
accuracy			0.85	20
macro avg	0.85	0.85	0.85	20
weighted avg	0.85	0.85	0.85	20

Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 6 - Matriz de confusão para dados de teste.



Fonte: Autoria própria, 2023.

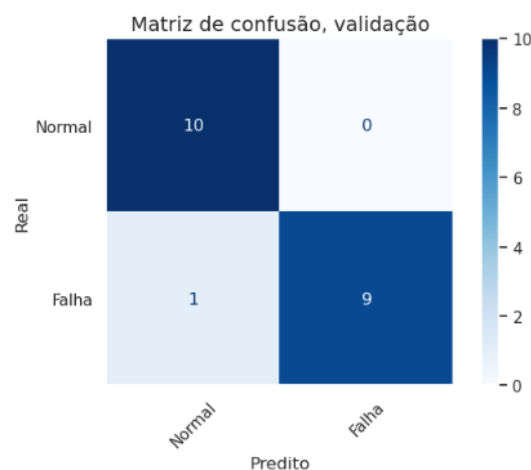
Na etapa de validação, o modelo apresentou precisão geral de 95% (figura 7). Segundo sua matriz de confusão (figura 8), ele predisse corretamente 10 funcionamentos normais e 9 falhos. Somente 1 funcionamento foi predito incorretamente como normal (era falho).

Figura 7 - Resultados do modelo para dados de validação.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.91	1.00	0.95	10
1	1.00	0.90	0.95	10
accuracy			0.95	20
macro avg	0.95	0.95	0.95	20
weighted avg	0.95	0.95	0.95	20

Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 8 - Matriz de confusão para dados de validação.



Fonte: Autoria própria, 2023.

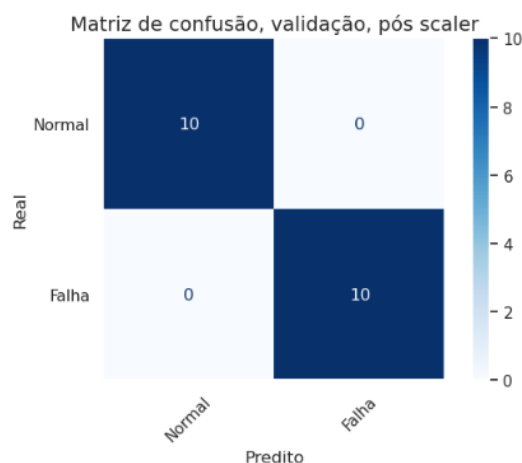
Com o objetivo de melhorar a assertividade do modelo, aplicou-se aos dados o método StandardScaler. Ele padroniza os valores das variáveis, removendo a média e escalando a variância a uma unidade, fazendo-os mais manejáveis para modelos de aprendizagem de máquina. De cada valor de medição, subtrai-se a média e divide-se pelo desvio padrão do conjunto de dados, centrando-o e escalando-o. Médias ao redor de 0, desvios padrões em torno de 1 e valores máximos e mínimos próximos entre si foram então obtidos. Com os dados tratados pelo StandardScaler, o modelo de predição apresentou precisão geral de 100%, tanto para teste quanto para validação (figura 9). De acordo com as matrizes de confusão (figura 10), todas as predições, sejam de normalidade ou falha, foram corretas.

Figura 9 - Resultados do modelo pós Scaler, dados de validação.

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	10
1	1.00	1.00	1.00	10
accuracy			1.00	20
macro avg	1.00	1.00	1.00	20
weighted avg	1.00	1.00	1.00	20

Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 10 - Matriz de confusão pós Scaler, dados de validação.



Fonte: Autoria própria, 2023.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, pesquisou-se um modelo de aprendizagem de máquina capaz de diagnosticar a iminência de falhas em motores elétricos baseando-se na identificação de

padrões em séries temporais indicativas de normalidade e de avarias nas barras dos respectivos rotores.

Utilizou-se como fonte de dados uma massa adquirida em bancada de laboratório da EESC – USP, onde medidas de corrente e tensão foram extraídas de um motor elétrico operando sob condições normais e condições de avarias em seu rotor. Essas avarias decorreram de diferentes seccionamentos nas barras de quatro rotores estudados.

A análise da interdependência entre os valores de voltagem e amperagem não ratificou a exclusão de variáveis.

O método MiniRocketMultivariate apresentou tempos de processamento de CPU bastante satisfatórios para treino, teste e validação diante do alto volume de dados envolvido.

O modelo contendo o método MiniRocketMultivariate inicialmente proporcionou precisão geral de 85% em teste e 95% em validação na classificação entre funcionamento com rotor saudável e avariado. O tratamento prévio dos dados pelo método StandardScaler possibilitou um modelo ainda melhor, com precisão de 100%.

Em todos os casos, provou-se a viabilidade de aplicação dos modelos na indústria, com potencial para reduzir desperdícios de energia, promover manutenções planejadas, evitar paradas repentinas em linhas de produção e elevar a competitividade de produtos manufaturados. Ademais constituiu-se o modelo em ferramenta matemática de última geração, otimizada para consumir menos tempo de processamento, mesmo com base de dados volumosas, com relativa facilidade de utilização.

REFERÊNCIAS

- BONNETT, A. H.; ALBERS, T. **Squirrel-cage rotor options for ac induction motors**. IEEE Transactions on Industrial Application, 2001.
- BONNETT, A.; YUNG, C. **Increased efficiency versus increased reliability**. IEEE Industry Applications Magazine, 2008.
- CUPERTINO, Allan Fagner. **Aspectos construtivos do motor de indução trifásico**, 2020. Disponível: <https://www.gesep.ufv.br/wp-content/uploads/Aula-12-Aspectos-construtivos-MIT.pdf> . Acesso: maio de 2023.
- DEMPSTER, Angus; FRANÇOIS Petitjean; GEOFFREY I. Webb. **Rocket: exceptionally fast and accurate time series classification using random convolutional kernels**, 2020. Disponível: <https://arxiv.org/abs/1910.13051> . Acesso: maio de 2023.

- DEMPSTER, Angus; SCHMIDT, Daniel F.; GEOFFREY I. Webb. **MiniRocket: A Very Fast (Almost) Deterministic Transform for Time Series Classification**, 2021. Disponível: <https://arxiv.org/abs/2012.08791> . Acesso: 20 de maio de 2023.
- DRIF, M. H.; CARDOSO, A. J. M. **Rotor Cage Fault Diagnostics in Three-Phase Induction Motors by the Instantaneous Phase-Angle Signature Analysis**. IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC), 2007.
- ELETROBRÁS/PROCEL. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos – PPH**, 2019.
- MACIEJEWSKI, Narco Afonso Ravazzoli. **Experimental Database For Detecting and Diagnosing Rotor Broken Bar in a Three-Phase Induction Motor**, 2020. IEEE-Dataport Dataset. Disponível: <https://ieee-dataport.org/open-access/experimental-database-detecting-and-diagnosing-rotor-broken-bar-three-phase-induction> . Acesso: abril de 2023.
- LIBONI, Luisa. **Diagnóstico de falhas em motores de indução trifásicos baseado em decomposição em componentes ortogonais e aprendizagem de máquinas**, 2017. Tese de Doutorado — EESC-USP.
- PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022 (website). Disponível: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/competitividade-brasil-comparacao-com-paises-selecionados/> . Acesso: maio de 2023.
- SANTOS, Fernanda. **Identificação de falhas em motores de indução trifásicos usando sistemas inteligentes**, 2013. Tese de Doutorado — EESC-USP.
- SUETAKE, Marcelo. **Sistemas inteligentes para monitoramento e diagnósticos de falhas em motores de indução trifásicos**, 2012. Tese de Doutorado — EESC-USP.
- WEG. **Cartilha Uso Eficiente da Energia Elétrica**, 2019. Disponível: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7c/h92/WEG-gestao-eficiente-da-energia-eletrica-50030292-brochure-portuguese-web.pdf> . Acesso: abril de 2023.

Programadores e Algoritmos: Perspectivas Sobre a Coexistência e Substituição na Era da Inteligência Artificial

Julio Cesar Carrillo de Oliveira; Nataly Ellen Fernandes de Assis; Thiago Seti Patricio

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins– SP– Brasil

julio.oliveira48@fatec.sp.gov.br; natalyellen25@gmail.com;

thiago-2-pc@hotmail.com;

Resumo. *A crescente influência da inteligência artificial na indústria de programação levanta preocupações substanciais sobre a possível substituição de programadores por algoritmos e sistemas automatizados. O presente artigo examina o impacto da automação e da inteligência artificial (IA) na indústria de software, explorando as implicações históricas, atuais e futuras dessa interseção, os desafios enfrentados pelos programadores e as tendências emergentes na automação de tarefas de programação. Com base em uma análise abrangente, este estudo destaca a colaboração simbiótica entre humanos e máquinas como um componente fundamental para impulsionar a inovação tecnológica*

Palavras-Chave: *Inteligência Artificial. Automação. Programadores. Programas.*

Abstract. *The growing influence of artificial intelligence in the programming industry raises significant concerns about the potential replacement of programmers by algorithms and automated systems. This article examines the impact of automation and artificial intelligence (AI) on the software industry, exploring the historical, current, and future implications of this intersection, the challenges faced by programmers, and emerging trends in task automation. Based on a comprehensive analysis, this study highlights the symbiotic collaboration between humans and machines as a key component to drive sustainable technological innovation.*

Keywords: *Artificial Intelligence. Automation. Programmers. Softwares.*

1 INTRODUÇÃO

Hodiernamente, testemunha-se um avanço exponencial no campo da Inteligência Artificial (IA) e em suas aplicações em diversas áreas. A promessa de automação e aprendizado de máquina, do termo inglês Machine Learning, tem impulsionado a otimização de tarefas, a eficiência operacional e a resolução de problemas complexos. No entanto, esse progresso também suscita preocupações

significativas sobre o impacto da IA na força de trabalho global. A substituição de empregos humanos por sistemas de IA tornou-se uma realidade cada vez mais palpável, afetando indústrias que vão desde a manufatura até a assistência médica, além da discussão sempre presente da singularidade tecnológica.

Segundo um relatório do banco Goldman Sachs, apresentado por Johnson (2023), estima-se que 300 milhões de empregos possam ser substituídos pela IA generativa, o que representa cerca de 18% do trabalho global. Essa substituição afetaria principalmente países economicamente mais avançados, mas também teria impacto nos mercados emergentes. Johnson (2023) essa previsão alarmante coloca em evidência a necessidade de se examinar de perto os desafios e as implicações desse cenário em evolução. À medida que a IA continua a se infiltrar em várias profissões, surge a questão fundamental: até que ponto a automação pode avançar e quais ocupações estão mais vulneráveis a serem substituídas por máquinas?

Neste contexto de transformação profunda e reestruturação do mercado de trabalho, uma área de grande destaque é a de desenvolvimento de software. Tradicionalmente, os programadores têm desempenhado um papel central na criação de soluções de software, mas com os avanços em IA, surge uma inquietação específica: a possível substituição dos programadores por algoritmos e sistemas de IA altamente avançados.

Esta pesquisa propõe investigar essa problemática em profundidade, analisando a viabilidade técnica da automação da programação, assim como as implicações éticas, sociais e econômicas dessa transformação iminente e seu estado da arte. Serão analisados os avanços da IA, os desafios enfrentados pelos programadores e as perspectivas de como essa interseção entre IA e programação pode remodelar a indústria de tecnologia e a força de trabalho associada à medida em que a humanidade enfrenta um futuro cada vez mais automatizado e digital.

2 A HISTÓRIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Desde o seu surgimento como um campo interdisciplinar de pesquisa, a IA tem continuamente desafiado os limites da capacidade humana de criar máquinas inteligentes e autônomas. O termo "inteligência artificial" foi cunhado pela primeira vez pelo cientista da computação John McCarthy em 1956, mas suas raízes remontam a décadas anteriores, quando cientistas e matemáticos começaram a especular sobre a possibilidade de criar máquinas capazes de pensar e aprender.

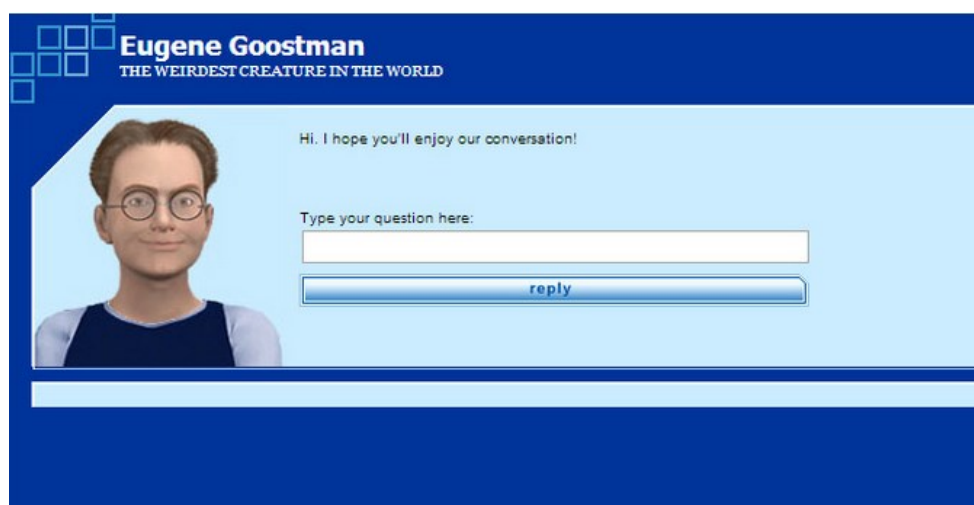
Um marco importante na história da IA é o famoso "Teste de Turing," proposto por Alan Turing em seu célebre artigo "Computing Machinery and Intelligence" de 1950. O Teste de Turing consiste em um programa desenvolver uma conversa (via mensagens digitadas online) com um interrogador por cinco minutos. O interrogador deve então adivinhar se teve a conversa com um programa ou uma pessoa; o

programa passa pelo teste se enganar o interrogador. Russel e Norvig (1995) Essa ideia revolucionária desencadeou um interesse renovado no desenvolvimento de sistemas de IA que pudessem imitar a inteligência humana.

Em 1956, a Conferência de Dartmouth, liderada por McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon, marcou o início formal da pesquisa em inteligência artificial. Durante esse evento histórico, os pesquisadores discutiram como criar máquinas que pudessem resolver problemas, entender a linguagem e aprender com a experiência. Russel e Norvig (1995) Embora as expectativas tenham sido altas, o progresso inicial na IA foi mais lento do que o previsto, levando a um período de desânimo conhecido como "Inverno da IA" nas décadas seguintes.

No entanto, avanços contínuos na computação, algoritmos e disponibilidade de dados alimentaram um ressurgimento da IA nas últimas décadas. Um dos marcos notáveis nesse ressurgimento foi alcançado em 2014, quando o chatbot Eugene Goostman, desenvolvido por uma equipe de programadores ucranianos, supostamente passou no Teste de Turing, convencendo um número significativo de juízes humanos de que era um adolescente ucraniano de 13 anos.

Figura 2- Eugene Goostman: chatbot que se passa por um garoto ucraniano de 13 anos.



Fonte: Revista Galileu, 2014.

Embora haja debates sobre a validade desse sucesso e o rigor do teste, a conquista de Eugene Goostman demonstrou o progresso substancial da IA em termos de processamento de linguagem natural e interação com seres humanos. Esse marco e outros sucessos subsequentes continuam a impulsionar o desenvolvimento da inteligência artificial, provocando novas perguntas sobre as implicações da IA na sociedade e sua capacidade de replicar a complexidade da mente humana.

3 AVANÇOS RECENTES NA IA

Nos últimos anos, a IA tem se destacado como uma das áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico mais promissoras das últimas décadas. Enquanto a IA evolui, seus impactos na programação são cada vez mais evidentes e profundos. Neste contexto, é crucial analisar como os avanços da IA estão moldando a sociedade, economia e tecnologia. Esses avanços têm sido impulsionados por uma combinação de fatores, incluindo o aumento da capacidade computacional, grandes volumes de dados acessíveis e avanços em algoritmos de aprendizado de máquina. Esta seção explora alguns dos avanços recentes mais notáveis na IA e suas implicações em diversas áreas:

- **Redes Neurais Profundas e Aprendizado Profundo (Deep Learning):** Conforme afirma Pacheco e Pereira (2018), Deep Learning é o estilo de aprendizagem de máquina que se faz com rede neural profunda, em essência, uma percepção apurada de inteligência artificial, que se parece com a do ser humano e é capaz de gerar conteúdos baseada no aprendizado a partir dessa assimilação. A arquitetura de redes neurais profundas permitiu avanços em aplicações como carros autônomos, diagnóstico médico e assistentes de voz, como Alexa, Siri e Google;
- **Aprendizado de Máquina Reforçado:** O aprendizado de máquina reforçado tem sido usado para treinar agentes virtuais em jogos e simulações, resultando em conquistas notáveis em jogos como CS:GO e Dota 2. O aprendizado de máquina reforçado é definido por um sistema computacional que busca realizar uma determinada tarefa, aprendendo a partir de uma dada experiência, procurando melhorar uma certa performance. HONDA, FACURE E YAOHAO (2017)
- **Visão Computacional:** Algoritmos de visão computacional têm impulsionado o reconhecimento de objetos em imagens e vídeos, bem como a análise de movimento. Segundo Salles (2023), é possível analisar, interpretar e extrair informações relevantes de imagens e vídeos para que decisões possam ser tomadas, ou para gerar dados relevantes para uma aplicação futura. Esses avanços têm aplicações em segurança, vigilância, diagnóstico médico e realidade aumentada;
- **Testes e Depuração automatizados:** Conforme cita Rehkopf (2023), o teste automatizado é a aplicação de ferramentas de software para automatizar um processo manual de revisão e validação de um produto de software, no qual a IA também tem um papel importante, onde algoritmos de IA podem gerar casos de teste, identificar bugs e até mesmo propor correções. Isso ajuda a melhorar a qualidade do software e a reduzir os custos de manutenção;
- **Processamento de Linguagem Natural (NLP):** Modelos de linguagem pré-treinados, como o GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer 3), têm

demonstrado uma capacidade surpreendente de gerar texto coerente e relevante. De acordo com Kuvocs (2021), esses modelos utilizam o processamento de linguagem natural que auxilia os computadores a entender, interpretar e reproduzir a linguagem humana. Aplicações de NLP incluem tradução automática, chatbots avançados e análise de sentimento em mídias sociais.

Esses avanços recentes na IA representam apenas uma fração das inovações que estão moldando o cenário tecnológico atual. À medida que a pesquisa e o desenvolvimento em inteligência artificial continuam a acelerar, é essencial acompanhar essas tendências para compreender plenamente o impacto da IA em nossa sociedade, bem como suas implicações éticas, econômicas e sociais.

4 IA E PROGRAMAÇÃO – DESAFIOS E TENDÊNCIAS

Os avanços no campo da IA também influenciam da própria área de tecnologia, e muito se discute, na contemporaneidade, acerca da possibilidade da substituição de empregos que permeiam a análise e desenvolvimento de software. Reis (2023) assinala que em relação à referida discussão, não se pode prever o futuro e afirmar uma completa substituição dos programadores por algoritmos autônomos, porém, pode-se dizer que haverá grandes mudanças no que tange à natureza dessas profissões.

Para Reis (2023), a IA, atrelada à programação de algoritmos, pode auxiliar na automatização de tarefas que atualmente são realizadas pelo próprio programador, como por exemplo, depuração de código, testes, otimização de código, e assim, o profissional pode se dedicar com mais criatividade e tempo na construção da escrita do código.

Segundo Willians (2023), as tecnologias de IA:

[...] já vem impactando positivamente no trabalho dos desenvolvedores, mas isso não quer dizer que elas estão perto de substituir por completo a expertise dos profissionais. Até porque o grande desafio para desenvolver aplicações críticas, na maioria das vezes, é saber o que fazer e não como executar. Hoje, a IA tem a sua capacidade direcionada na execução. A parte mais analítica ainda não faz parte do escopo delas.

A tarefa de programação, de acordo com Willians (2023) envolve não apenas a programação de linhas de códigos, mas também o pensamento crítico, visto que o programador não deve se ater apenas as nuances tecnológicas do trabalho, mas também de negócio, e as plataformas conhecidas de IA na contemporaneidade, como o ChatGPT por exemplo, não possuem a habilidade de construir códigos com base em uma arquitetura que considere as restrições e o contexto do negócio.

A questão ética é outra limitação das IA's, já que os programadores devem sempre levar em consideração o constante equilíbrio entre as funcionalidades

denominadas técnicas, e as morais. Ademais, aspectos de privacidade e segurança da informação são partes intrínsecas do trabalho de um desenvolvedor, e a IA, ao menos a curto prazo, não possui essa capacidade de ponderar as nuances éticas e morais de uma aplicação. Willians (2023)

Como adendo, em entrevista ao site Canaltech, o fundador da escola de programação Kenzie Academy Brasil, Daniel Kriger, elucida que a IA deve ser pensada para ser trabalhada em conjunto com os programadores, já que estes últimos possuem soft skills, tomam decisões complexas e de forma crítica, enquanto a tecnologia é passível de limitações e falhas que demandam de supervisão humana, assim, a concomitância entre IA e ser humano pode fazer com que as tecnologias sejam uma força complementar, e não algo que deve substituir o trabalho humano de forma completa. Pignati (2023)

5 TENDÊNCIAS NA AUTOMAÇÃO DE TAREFAS DE PROGRAMAÇÃO: O PAPEL DAS FERRAMENTAS AVANÇADAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.

A automação de tarefas de programação tem sido uma área de rápido desenvolvimento, impulsionada pela crescente sofisticação das ferramentas de inteligência artificial (IA). À medida que o campo da IA evolui, novas soluções estão emergindo para automatizar e agilizar várias etapas do processo de desenvolvimento de software. Ao simplificar essas tarefas, é possível obter resultados mais consistentes e precisos, ao mesmo tempo que permite às equipes concentrarem-se em atividades mais estratégicas e de maior valor agregado. A seguir vamos explorar as tendências atuais no mercado na automação de tarefas de programação e como essas ferramentas estão moldando o futuro do desenvolvimento de software.

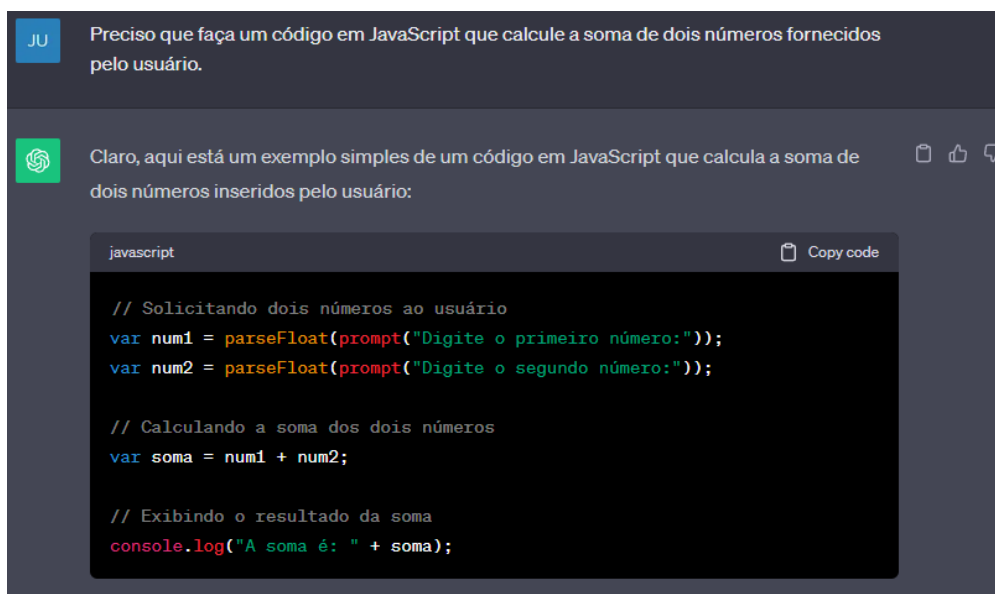
5.1 Github Copilot

Uma das tendências mais notáveis na automação de tarefas de programação é a ascensão do GitHub Copilot. Essa ferramenta combina programação assistida por IA com a integração direta ao ambiente de desenvolvimento, criando uma experiência de codificação mais eficiente e colaborativa. O GitHub Copilot concentra-se especificamente na conclusão do código e fornece sugestões para linhas de código ou funções inteiras diretamente em ambientes de desenvolvimento integrados (IDE). Ele é capaz de compreender o contexto do código que está sendo escrito e oferecer sugestões relevantes, além de fornecer exemplos práticos de implementação. Lawton (2023) De acordo com o GitHub, quase 40% do código trabalhado pelos desenvolvedores inscritos na fase de teste vêm do Copilot. Alecrim (2022) A promessa do GitHub Copilot é revolucionar a forma como os desenvolvedores interagem com suas IDE's e como o desenvolvimento de software é realizado.

5.2 ChatGPT e a compreensão de linguagem natural

O ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI, representa uma tendência crescente na comunicação natural com máquinas. O uso de sistemas baseados em GPT (Transformador Generativo Pré-treinado) e modelos de Processamento de Linguagem Natural está se tornando fundamental para melhorar a comunicação para com os usuários. Essas ferramentas permitem que os desenvolvedores interajam com sistemas de IA, em formato de chatbots, de maneira mais natural e intuitiva, o que facilita a resolução de problemas e a compreensão de documentação técnica. Conforme menciona Lawton (2023), o ChatGPT é uma ferramenta adequada para resumir código complexo ou gerar um modelo inicial para uma tarefa de codificação específica. O autor o considera útil para gerar uma ampla variedade de respostas de código, além de explicar seus conceitos. Ademais, a flexibilidade que permite os usuários se comunicarem por meio de uma interface semelhante a um chat permite esclarecer e reformular questões, levando a respostas e distinções mais refinadas.

Figura 2- Exemplo da geração de código do ChatGPT através da linguagem natural.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

5.3 Figma e o design assistido por IA

Ferramentas de design, como o Figma, estão incorporando cada vez mais inteligência artificial em seus recursos. A IA é usada para ajudar na criação de interfaces de usuário, sugerir layouts e fornecer insights sobre as melhores práticas de design. Essa

abordagem economiza tempo e permite que os designers foquem mais em conceitos de interface do usuário (UI) e experiência do usuário (UX).

5.4 Colaboração entre desenvolvedores e máquinas

Essas tendências refletem o crescente impacto da inteligência artificial na automação de tarefas de programação. A combinação de ferramentas inovadoras e o poder da IA está transformando fundamentalmente a maneira como os desenvolvedores abordam a programação, design e colaboração. À medida que essas tendências continuam a evoluir, é importante avaliar tanto os benefícios quanto as implicações éticas da automação de tarefas de programação em um cenário de desenvolvimento de software em constante transformação.

6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

À medida que a automação na programação se torna mais difundida, surgem considerações éticas cruciais que precisam ser abordadas para garantir práticas responsáveis e justas. Para Bostrom e Yudkowsky (2011) a possibilidade de criar máquinas pensantes levanta uma série de questões éticas. Essas questões se entrelaçam tanto para garantir que as máquinas não prejudiquem os humanos e outros seres moralmente relevantes, como para o status moral das próprias máquinas.

Uma das primeiras questões a serem consideradas é a qualidade do código gerado, na qual embora a IA acelere o desenvolvimento, os programadores devem assegurar que o código atenda aos padrões de segurança e usabilidade, mantendo a responsabilidade final pela integridade do produto. Outra questão a ser considerada são os vieses nos algoritmos, onde é crucial implementar a equidade e imparcialidade, evitando a perpetuação de discriminações injustas presentes nos conjuntos de dados utilizados no treinamento. Garcia (2020) enfatiza sobre o assunto:

[...] Se a máquina receber dados e informações carregados de vieses e preconceitos de raça, de gênero, de escolha sexual, de forma física ou de qualquer outro traço, ela irá não só aprender com eles como perpetuá-los, durante o seu processo de aprendizado, quando exposta a novos dados.

Além disso, a privacidade dos dados é uma preocupação central, especialmente considerando o processamento extensivo de dados que a automação da programação muitas vezes requer. Conforme mencionado por Garcia (2020), o cidadão tem que estar atento ao seu direito de resguardar sua privacidade e mesmo a propriedade de seus dados e deve ser incentivado a pelo menos a ter a consciência da utilização de uma enorme massa de dados no seu dia a dia. É essencial garantir a conformidade com

regulamentações de privacidade de dados, protegendo as informações dos usuários de usos indevidos e violações de privacidade.

Essas considerações éticas ressaltam a importância da implementação de diretrizes claras e políticas regulatórias que promovam a transparência, responsabilidade e equidade no desenvolvimento e na aplicação de sistemas de automação de programação. Ao adotar uma abordagem ética e responsável, é possível garantir que a automação da programação pela IA seja conduzida de maneira justa, segura e confiável, protegendo os direitos e interesses de todos os envolvidos.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

À medida que a automação e a inteligência artificial continuam a redefinir o panorama da programação, é essencial considerar as perspectivas futuras que moldarão a interação entre programadores e IA. Embora a substituição completa de programadores pela IA permaneça uma possibilidade distante, a parceria entre ambas estão destinadas a se fortalecer. Para Brito (2023), essa coexistência se tornará cada vez mais tênue, na qual as IA's e as pessoas poderão se tornar companheiros e colaboradores inseparáveis, melhorando nossa qualidade de vida e aumentando nossa capacidade de resolver problemas complexos.

O horizonte da IA na programação enfatiza o aprimoramento da eficiência e produtividade, permitindo que os programadores se concentrem em tarefas mais complexas e criativas, enquanto a automação se expande para áreas como testes de software e depuração. A colaboração simbiótica entre humanos e máquinas não apenas impulsionará a inovação, mas também abrirá novos caminhos para a resolução de problemas e para a criação de soluções tecnológicas que atendam melhor às necessidades da sociedade.

Em meio a essas perspectivas promissoras, é crucial manter um foco contínuo na ética, transparência e responsabilidade para garantir que a automação na programação pela IA seja um facilitador do progresso tecnológico sustentável e inclusivo. A demanda por profissionais de programação continuará forte, mas a natureza do trabalho pode evoluir à medida que a IA se torna uma parte integral do ecossistema de desenvolvimento de software.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo abrangente sobre a substituição dos programadores pela inteligência artificial (IA) revela um cenário complexo e em constante evolução. Embora a automação e os avanços da IA tenham influenciado significativamente a indústria de programação, a substituição completa dos programadores permanece uma perspectiva distante. A colaboração simbiótica entre humanos e máquinas emerge como uma

abordagem crucial para impulsionar a inovação tecnológica sustentável. A parceria entre programadores e sistemas de IA promete melhorar a eficiência e a produtividade, permitindo que os profissionais de programação se concentrem em tarefas mais complexas e criativas. No entanto, considerações éticas devem ser atendidas para garantir a implementação responsável e justa da automação na programação. À medida que a interação entre programadores e IA continua a se fortalecer, é imperativo manter o foco na transparência, responsabilidade e equidade para impulsionar um progresso tecnológico inclusivo e sustentável.

REFERÊNCIAS

- JOHNSON, A. **Quais profissões serão substituídas pela IA?** Veja as áreas, Forbes, 2023. Disponível: <https://forbes.com.br/carreira/2023/04/quais-profissoes-a-ia-substituira-veja-as-areas-que-serao-mais-impactadas/>. Acesso em: 23 set. 2023.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial: uma abordagem moderna**. 4. ed. Pernambuco: Elsevier, 2013. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~gtsa/Periodo/PDF/4P/Sl.pdf>. Acesso em 23 set. 2023.
- BOTELHO, S. **Alan Turing e o Modelo de Máquina Universal**. Disponível em: https://www.fai-mg.br/portal/download/Revista%20Inicia_Artigo_04.pdf. Acesso em: 23 set. 2023.
- AUTENTIFY. **Inteligência Artificial Atual: As tendências e avanços mais recentes**, Autentify, 2023. Disponível em: <https://www.autentify.com.br/inteligencia-artificial/inteligencia-artificial-atual-as-tendencias-e-avancos-mais-recentes/>. Acesso em 23 set. 2023.
- BONDANCE, A. **Como uma inteligência artificial (IA) ‘aprende’?**, Olhar Digital, 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/04/25/internet-e-redes-sociais/como-uma-inteligencia-artificial-ia-aprende/>. Acesso em 23 set. 2023.
- PIGNATI, G. **ChatGPT e outras IAs substituirão os programadores?** Canaltech, 2023. Disponível em: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/chatgpt-e-outras-ias-substituirao-os-programadores-245592/>. Acesso em: 05 out. 2023.
- REIS, F. A **Inteligência Artificial irá acabar com empregos em Desenvolvimento de Software?** Boson Treinamentos, 2023. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/inteligencia-artificial/a-inteligencia-artificial-ira-acabar-com-empregos-em-desenvolvimento-de-software/#:~:text=Ser%C3%A1%20mesmo%20que%20a%20IA,natureza%20do%20trabalho%20de%20programa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 05 de out. 2023.

- WILLIAMS, W. **A inteligência artificial vai substituir os desenvolvedores?** Exame, 2023. Disponível em: <https://exame.com/bussola/a-inteligencia-artificial-vai-substituir-os-desenvolvedores/>. Acesso em: 05 out. 2023.
- LAWTON, G. **GitHub Copilot vs. ChatGPT: How do they compare?** TechTarget, 2023. Disponível em: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/GitHub-Copilot-vs-ChatGPT-How-do-they-compare>. Acesso em: 12 out. 2023
- ALECRIM, E. **GitHub Copilot é oficial: ferramenta de IA sugere código a desenvolvedores.** Tecnoblog, 2023. Disponível em: <https://tecnoblog.net/noticias/2022/06/21/github-copilot-e-oficial-ferramenta-de-ia-sugere-codigo-a-desenvolvedores/>. Acesso em: 12 out. 2023.
- BOSTROM, N.; YUDKOWSKY, E. **A ética da inteligência artificial.** The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence. Cambridge University Press, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/fundamento/article/download/2270/1722>. Acesso em: 15 out. 2023.
- GARCIA, A. **ÉTICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Artificialmente Humano ou Humanamente Artificial?** SBC. n.43. p. 14-22. 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/comp-br/article/view/1791/1625>. Acesso em: 15 out. 2023.
- BRITO, A. **O FUTURO DA IA: PREVISÃO PARA OS PRÓXIMOS 30 ANOS.** Mundo RH, 2023. Disponível em: <https://www.mundorh.com.br/o-futuro-da-ia-previsao-para-os-proximos-30-anos/>. Acesso em: 19 out. 2023.
- PACHECO, C. A. R.; PEREIRA, N. S. **DEEP LEARNING CONCEITOS E UTILIZAÇÃO NAS DIVERSAS ÁREAS DO CONHECIMENTO.** Revista Ada Lovelace, [S. l.], v. 2, p. 34–49, 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/adalovelace/article/view/4132>. Acesso em: 3 nov. 2023.
- HONDA, H; FACURE, M. YAOHAO, P. **OS TRÊS TIPOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA.** Lamfo, 2017. Disponível em: <https://lamfo-unb.github.io/2017/07/27/tres-tipos-am/>. Acesso em: 3 nov. 2023.
- SALLES, A. **O QUE É VISÃO COMPUTACIONAL E PARA QUE SERVE?** Santo Digital, 2023. Disponível em: <https://santodigital.com.br/o-que-e-visao-computacional-e-para-que-serve/>. Acesso em: 3 nov. 2023.
- REHKOPF, M. **TESTES DE SOFTWARE AUTOMATIZADOS.** Atlassian, 2023. Disponível em: <https://www.atlassian.com/br/continuous-delivery/software-testing/automated-testing>. Acesso em: 3 nov. 2023.

KOVACS, L. **O QUE É PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL?** [NLP]. Tecnoblog, 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-processamento-de-linguagem-natural-nlp/>. Acesso em: 3 nov. 2023.

Acessibilidade da Web: Vislumbrando uma Internet acessível para todos

Mateus Ferrareze Feitosa, Edio Roberto Manfio

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins – SP– Brasil

mateus.feitosa@fateclins.edu.br, edio.manfio@fatec.gov.edu.br

Resumo: Hoje, milhões de pessoas com deficiência dependem dos progressos em termos de acessibilidade da web para não ficarem à margem do desenvolvimento. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi determinar o papel da acessibilidade da web e sua utilização em algumas instituições públicas do interior de São Paulo. Foi realizada uma revisão bibliográfica na área, especificamente nas diretrizes de autoria, de conteúdo da web e de guia de usuário, enquanto a sua utilização foi verificada observando o uso delas em instituições públicas. Os resultados mostraram que acessibilidade permite que todas as pessoas utilizem dispositivos ligados à rede. Entretanto, em diversas instituições públicas, os recursos utilizados não são totalmente inclusivos.

Palavras-chave: Acessibilidade; Internet; Webmaster; Pessoas com deficiência; Instituição pública.

Abstract: Today, millions of disabled people depend on progress in terms of web accessibility to participate of development. Therefore, the aim of this study was to determine the role of web accessibility and its use in some public institutions in the interior of São Paulo. A bibliographical review was carried out in the accessibility area, specifically in the authoring tool, web content and user guidelines, while their use was verified by observing their use in public institutions. The results showed that accessibility allows people to use connected web devices. However, in several public institutions, the resources used are not completely inclusive.

Keywords: Accessibility. Internet. Webmaster. Disabled people. Public Institution.

1 INTRODUÇÃO

Todas as nações e países do mundo estão conectados utilizando dispositivos diretamente ligados aos três principais recursos de rede que são as conexões locais (LANs), as municipais (MANs) e as de longas distâncias (WANs) (CARMONA, 2008). Num mundo cada vez mais globalizado, essas conexões permitiram as pessoas e empresas de diversas nacionalidades compartilharem dados, equipamentos, serviços e

comunicações. Isso possibilitou a interação cotidiana entre usuários sem nem viverem no mesmo lugar. Logo, num mundo contemporâneo a realidade não precisa ser mais física e limitada, podendo ser prática e virtual, pois quase tudo se encontra interligado por esse trio de recursos de rede.

Contudo, apesar de todos os avanços promovidos pela internet, ainda existem barreiras para serem derrubadas por essa ferramenta. A web está tornando o mundo um lugar menor e mais conectado, mas ainda há muito trabalho a ser feito para tornar a web um lugar inclusivo que todos possam usar (HORTON e QUESENBERRY, 2013). Hoje, milhões de pessoas com dificuldades motoras, sensoriais ou cognitivas dependem mais do que nunca dos progressos em termos de acessibilidade² da web para não ficarem à margem do desenvolvimento educativo, econômico, tecnológico e social. Quando sites e aplicativos são mal projetados, eles criam barreiras que impedem as pessoas de usar a web como foi planejado. A acessibilidade deficiente cria um ambiente incapacitante onde o design não considera a grande variação na habilidade e experiência humana (HORTON e QUESENBERRY, 2013). A acessibilidade da internet combina programação, design e tecnologia para construir uma rede sem barreiras que permita que todos os usuários tenham o entendimento, a aprendizagem, a navegação e uma interação plena com a web.

Da mesma forma que a indústria e a arquitetura, por exemplo, concebem objetos, veículos e espaços adaptados às necessidades das pessoas com mobilidade reduzida ou problemas cognitivos, visuais e auditivos, a internet também deve percorrer esse caminho. CONFORTO e SANTAROSA (2002) reafirmam que “as novas tecnologias da comunicação e da informação começam a potencializar a construção de uma sociedade que, ao renunciar às lógicas de exclusão, aproxima-se da utopia possível de inserção para todos os seus atores sociais”. Portanto, quando ocorre uma mudança no paradigma, surgem novas possibilidades e capacidades que até então não existia (LALOUX, 2017). Ao abranger essas pessoas, a web assume um papel de grande importância, pois sua acessibilidade passa a não significar acesso a uma só coisa, mas a uma infinidade de aspectos importantes da vida e do cotidiano de cada pessoa no mundo, desde uma criança que nasce inserida no mundo digital até a pessoa idosa e cega que vivenciou toda a criação da internet, mas até então não conseguia utilizar essa ferramenta devido suas limitações.

Além da inclusão, a acessibilidade é essencial para desenvolvedores e organizações que desejam criar sites e ferramentas da Web de alta qualidade e não segregar pessoas quanto ao uso ou aquisição de produtos e serviços considerando que

² Acessibilidade se refere à possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2000).

acessibilidade pode ser oferecida como um diferencial ou agregador. Novos produtos ou processos em acessibilidade da web devem ser promissores em termos de rentabilidade para serem implementados em organizações do setor privado (LEITNER e STRAUSS, 2010). Foi estimado que no Brasil pelo menos 17,3 milhões de pessoas, o que representa cerca de 8,4% da população, possuem algum tipo de deficiência (IBGE, 2020). Pessoas com deficiência podem ser mais dependentes da utilização da Internet como principal fonte de informação, uma vez que outras fontes, como informações impressas ou conselhos pessoais, podem ser difíceis ou até mesmo impossíveis de acessar.

A acessibilidade parece funcionar como uma via de mão única, como se as pessoas com deficiência fossem apenas receptoras, porém isso está longe da verdade, especialmente no caso da internet (KALBAG, 2017). “Acessibilidade ao ambiente específico da web se trata da possibilidade e da condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização, em igualdade de oportunidades, com segurança e autonomia, dos sítios e serviços disponíveis na web” (W3C-WAI, 2023) e de proporcionar a essas pessoas a ideia de pertencimento social (LALOUX, 2017). Portanto, quanto mais pessoas puderem acessar, mais contribuições haverá para a internet e, através dela, para a sociedade.

Desse modo, o objetivo dessa pesquisa foi determinar o papel da acessibilidade da web e sua utilização em instituições públicas do interior de São Paulo, sejam elas prefeituras e/ou universidades. A hipótese desse trabalho é que por serem instituições governamentais, elas cumpram o que está determinado na legislação e dessa forma todas elas ofereçam algum tipo de acessibilidade às pessoas com deficiência.

2 DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE

Thatcher et al. (2006) citam que existem recomendações técnicas, especialmente pensadas para webmasters³, web designers e desenvolvedores, que se atualizam de forma periódica e estão agrupadas em três blocos abrangentes: Diretrizes de acessibilidade para conteúdo da web (WCAG); Diretrizes de acessibilidade para ferramentas de autoria (ATAG); e Diretrizes de acessibilidade para agentes de usuário (UAAG). As WCAG são diretrizes para criarem conteúdos acessíveis e compatíveis com qualquer tipo de tecnologias de apoio, dispositivos, navegadores e linguagens de programação. Incluem o uso de letras grandes, designs adaptados, textos preditivos, assistentes de navegação, entre outros. Já as ATAG são normas que dizem respeito ao desenvolvimento dos programas e aplicativos usados para criar, gerenciar e publicar

³ Webmaster é o profissional capaz de realizar tarefas tanto de um web designer (elaboração do projeto estético e funcional de um website ou sistemas) quanto de um desenvolvedor (que faz a parte da programação, como sistemas completos de gestão on-line, cadastros, áreas administrativas, entre outras centenas de soluções on-line (Oz, 2009).

conteúdos digitais. Estas ferramentas abarcam processadores de textos, gestores de bases de dados, programas de edição de vídeo, e assim por diante. Por fim, as UAAG são pautas destinadas ao desenvolvimento dos programas necessários para interagir com os conteúdos de rede tais como navegadores, reprodutores multimídia, leitores de tela, assim por diante.

2.1 As diretrizes de acessibilidade para conteúdo da web (WCAG)

As diretrizes WCAG estão estruturadas em quatro princípios, sendo eles: perceptível, onde a informação e os componentes da interface do usuário têm de ser apresentados aos usuários em formas que eles possam perceber; operável, onde os componentes de interface de usuário e a navegação têm de ser operáveis; compreensível, onde a informação e a operação da interface de usuário têm de ser compreensíveis; e robusto, onde o conteúdo tem de ser robusto o suficiente para poder ser interpretado de forma concisa por diversos agentes do usuário, incluindo recursos de tecnologia assistiva⁴. Cada um desses princípios contém recomendações, as recomendações possuem critérios de sucesso que devem ser seguidos. Para seguir os critérios de sucesso, são disponibilizadas técnicas específicas.

O princípio do perceptível fornece alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual. Fornece também alternativas para multimídia. Cria conteúdo que possa ser apresentado de modos diferentes sem perder informação ou estrutura. Torna mais fácil aos usuários a visualização e audição de conteúdos incluindo as separações das camadas da frente e de fundo. Já o princípio do operável faz com que todas as funcionalidades estejam disponíveis no teclado. Provem tempo suficiente para os usuários lerem e usarem o conteúdo. Não projetam conteúdo de uma forma conhecida por causar ataques epiléticos e provem formas de ajudar os usuários a navegarem, localizar conteúdos e determinar onde se encontram. O princípio do compreensível torna o conteúdo de texto legível e compreensível. Faz com que as páginas da Web apareçam e funcionem de modo previsível e ajuda os usuários a evitarem e corrigirem erros. Finalmente, o princípio do robusto maximiza a compatibilidade entre os atuais e futuros agentes do usuário, incluindo os recursos de tecnologia assistiva. Ela é baseada em critérios de sucesso, onde cada critério é indicado por um nível de conformidade, que pode ser A, AA ou AAA (W3C-WAI, 2023).

No Nível A, as barreiras mais significativas de acessibilidade estão em conformidade apenas com alguns critérios o que não garante um site altamente acessível. No Nível AA as barreiras estão em conformidade com todos os critérios de sucesso, o que garante um site bastante acessível, ou seja, o site será acessível para a

⁴ Ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências (Cook e Hussey, 1995).

maioria dos usuários, sob a maior parte das circunstâncias e utilizando-se a maioria das tecnologias. Por fim, no Nível AAA, o nível de conformidade é bastante meticuloso, ou seja, visa garantir um nível otimizado de acessibilidade. A maioria dos critérios de sucesso de nível AAA refere-se a situações bastante específicas, normalmente objetivando refinar os critérios de sucesso de nível AA. Entretanto, manter uma conformidade com certos critérios de sucesso de nível AAA pode ser um processo custoso e, às vezes, de difícil implementação. No entanto, muitos sites não possuem conteúdo que se aplica aos critérios de sucesso de nível AAA.

2.2 Diretrizes de acessibilidade da ferramenta de autoria (ATAG)

As diretrizes ATAG são voltadas principalmente para os desenvolvedores de ferramentas de autoria e mostram como fazer softwares que são usados para fazer sites acessíveis para pessoas com deficiência. Requer ferramentas de desenvolvimento web que gere markup válido; poder ser configurado para alertar o conteúdo da acessibilidade como o texto alternativo para imagem, subtítulos para áudio e descrição para vídeo (W3C-WAI, 2022).

As recomendações explicam como fazer softwares que são usados para criar sites acessíveis para pessoas com incapacidades, e como fazê-los suportar a produção de sites acessíveis. Elas aplicam para todos os tipos de ferramentas de autoria, incluindo: editores HTML; ferramentas de conversão “salvar-como-HTML” em editores de texto e softwares de apresentação etc.; editores de imagens; sistemas de gerenciamento de conteúdo; etc. Os recursos de apoio também se destinam a atender às necessidades de muitos públicos diferentes, incluindo formuladores de políticas, gerentes e outros.

2.3 Diretrizes de Acessibilidade do Agente do Usuário (UAAG)

As Diretrizes UAAG explicam como tornar os agentes usuários acessíveis às pessoas com deficiência. Requer que o browser deva prover documentação de características de acessibilidade (e forneça a documentação de forma acessível); e fornecer acesso ao conteúdo através de uma variedade de navegação (navegação sequencial, direta, estruturada e pesquisa); fornecer interoperabilidade (comunicação com outros softwares). Os agentes do usuário incluem navegadores, extensões de navegador, media players, leitores e outros aplicativos que renderizam conteúdo web. Algumas necessidades de acessibilidade são melhor atendidas no navegador do que no conteúdo da Web, como personalização de texto, preferências e acessibilidade à interface do usuário. As UAAG são elaboradas principalmente para desenvolvedores de navegadores da Web, extensões de navegadores, media players, leitores e outros aplicativos que renderizam conteúdo web (W3C-WAI, 2022).

As últimas diretrizes desse módulo (UAAG 2.0) orientam os desenvolvedores na criação de agentes de usuário que tornam a Web mais acessível às pessoas com

deficiência. Além de ajudar os desenvolvedores de navegadores e players de mídia, o UAAG 2.0 beneficia os desenvolvedores de tecnologias assistivas porque explica que tipos de informações e controle cada uma delas podem esperar de um agente de usuário. As tecnologias assistivas não abordadas diretamente pelo UAAG 2.0 (por exemplo, renderização em braile) ainda são essenciais para garantir o acesso à web para alguns usuários com deficiência. Um agente de usuário que segue essas diretrizes melhorará a acessibilidade através de sua própria interface de usuário e sua capacidade de se comunicar com outras tecnologias, incluindo tecnologias assistivas. Todos os usuários, não apenas usuários com deficiência, serão beneficiados com os agentes usuários que seguem o UAAG 2.0.

3 METODOLOGIA

Durante os meses de maio e junho de 2023, foi realizada uma série de pesquisas para verificar o acesso à informação a pessoas com deficiência em instituições públicas do estado de São Paulo. Foram consultados os sites públicos de diversas prefeituras do Noroeste Paulista e sites das principais universidades públicas de ensino do estado de São Paulo (UNESP, UNICAMP, USP e FATEC).

4 RESULTADOS

Os resultados mostraram que alguns sites de prefeituras de cidades (Tabela 1) do interior de São Paulo possuem normas de acessibilidade estabelecidas pelas diretrizes do e-MAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico) que tem o compromisso de ser o norteador no desenvolvimento e a adaptação de conteúdos digitais do governo federal, garantindo o acesso a todos. As recomendações do e-MAG permitem que a implementação da acessibilidade digital seja conduzida de forma padronizada, de fácil implementação, coerente com as necessidades brasileiras e em conformidade com os padrões internacionais.

Tabela 1. Lista de prefeituras que atendem o acesso à informação a pessoas com deficiência no Noroeste do estado de São Paulo.

DDD 14 Agudos São Paulo SP
DDD 14 Álvaro de Carvalho São Paulo SP
DDD 14 Anhembi São Paulo SP
DDD 14 Barra Bonita São Paulo SP
DDD 14 Bauru São Paulo SP
DDD 14 Bastos São Paulo SP
DDD 14 Botucatu São Paulo SP
DDD 14 Cafelândia São Paulo SP
DDD 14 Chavantes São Paulo SP
DDD 14 Garça São Paulo SP

DDD 14 Getulina São Paulo SP
DDD 14 Guaimbê São Paulo SP
DDD 14 Lins São Paulo SP
DDD 14 Marília São Paulo SP
DDD 14 Pederneiras São Paulo SP
DDD 14 Pirajuí São Paulo SP
DDD 14 Promissão São Paulo SP
DDD 14 Santa Cruz Do Rio Pardo São Paulo SP
DDD 14 Vera Cruz São Paulo SP

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

O eMAG foi desenvolvido em 2004 baseado no estudo de 14 normas existentes em outros países acerca de acessibilidade digital. Dentre as normas analisadas estavam a Section 508 do governo dos Estados Unidos, os padrões CLF do Canadá, as diretrizes irlandesas de acessibilidade e documentos de outros países como Portugal e Espanha. Também foi realizada uma análise detalhada das regras e pontos de verificação do órgão internacional WAI/W3C. Atualmente, a versão 3.1 do eMAG unificou em apenas um documento o Modelo, retirando a separação entre visão técnica e visão do cidadão. Outra decisão foi o abandono dos níveis de prioridade A, AA e AAA, visto que o padrão é voltado as páginas do Governo, não sendo permitido exceções com relação ao cumprimento das recomendações. Além disso, foi incluída a seção chamada “Padronização de acessibilidade nas páginas do governo federal”, com o intuito de padronizar elementos de acessibilidade que devem existir em todos os sítios e portais do governo (Brasil, 2022).

Dessa forma, diversas cidades citadas (Tabela 1) atendem toda ou boa parte das diretrizes do e-MAG. Em contrapartida, diversas cidades da região bem como as instituições públicas de ensino não contemplam essas diretrizes e o acesso por pessoas com deficiências é deficitário, excluindo-as do seu direito a informação e conteúdo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços promovidos pela internet, ainda existem barreiras para serem transpostas por essa ferramenta. A web está tornando o mundo um lugar menor e mais conectado, mas ainda há muito trabalho a ser feito para que a web se apresente como um espaço mais inclusivo em que todos possam usar (HORTON e QUESENBERRY, 2013; tradução nossa). Hoje, milhões de pessoas com dificuldades motoras, sensoriais ou cognitivas dependem mais do que nunca dos progressos em termos de acessibilidade da web para não ficarem à margem do desenvolvimento educativo, econômico, tecnológico e social.

Os resultados dessa pesquisa mostraram que a acessibilidade mais ampla permite que todas as pessoas, independentemente da sua condição física, e empresas

compartilhem dados, equipamentos, serviços e comunicações utilizando dispositivos ligados à rede. Entretanto, apesar da sua importância, diversas instituições públicas não utilizam esse recurso. Diversas cidades atendem toda ou boa parte das diretrizes do e-MAG, porém em contrapartida, muitas cidades da região bem como todas as instituições públicas de ensino pesquisadas não contemplam essas diretrizes e o acesso por pessoas com deficiências é deficitário, excluindo-as do seu direito a informação e conteúdo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 10.098 de 2000.

BRASIL. Programa de governo eletrônico. Acessado em junho de 2022 em <https://emag.governoeletronico.gov.br/>

CARMONA, T. Guia Técnico de Redes de Computadores. São Paulo: Editora Digerati books. 112pp. 2008.

CONFORTO, D.; SANTAROSA, L.M.C. **Acessibilidade à Web**: Internet para Todos. Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática – PGIE/UFRGS. V.5 N° 2 p.87-102. nov/2002.

COOK, A.M.; HUSSEY, S.M. **Assistive Technologies**: Principles and Practice. St. Louis, Missouri. Mosby - Year Book, Inc. 592pp. 1995.

HORTON, S.; QUESENBERRY, W. **A Web for Everyone**: Designing Accessible User Experiences. New York: Rosenfeld Media Brooklyn. 288pp. 2013.

KALBAG, L. **Accessibility for everyone**. New York: Ed. A Book Apart Ed. 166pp. 2017.

LALOUX, F. **Reinventando as Organizações**: Um Guia Para Criar Organizações Inspiradas no Próximo Estágio da Consciência Humana. Belo Horizonte MG: Editora Voo. 343pp. 2017.

LEITNER, M.L.; STRAUSS, C. Organizational Motivations for Web Accessibility Implementation – A Case Study. K. Miesenberger et al. (Eds.): ICCHP 2010, Part I, LNCS 6179, pp. 392–399, 2010.

OZ, E. **Management Information Systems**. Boston: Boston, Mass: Thomson Ed. 564pp. 2009.

THATCHER, J.; BURKS, M.; HEILMANN, C.; HENRY, S.; KIRKPATRICK, A.; LAUKE, P.; LAWSON, B.; REGAN, B.; RUTTER, R.; URBAN, M.; WADDELL, C. **Web Accessibility**: Web Standards and Regulatory Compliance. New York: Ed. Apress, 648pp. 2006.

W3C. WAI (Web Accessibility Initiative): **Developing a Web Accessibility Business Case for Your Organization**: Overview. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/bcase/#intro>. Página visitada 01 de abril de 2023.

Monitoramento ambiental com o uso de inteligência artificial

Mateus Ferrareze Feitosa, Thiago Seti Patricio

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins – SP– Brasil

mateus.feitosa@fateclins.edu.br, thiago-2-pc@hotmail.com

Resumo: *Um dos desastres naturais mais destrutivos do mundo, as queimadas se destacam por prejudicar os ecossistemas e os seres humanos. Uma forma para reduzir a ocorrência e os impactos desses eventos é empregando o uso de tecnologias de monitoramento artificial. Assim, o objetivo do estudo foi criar um sistema de monitoramento por inteligência artificial, baseado em um modelo LSTNet e nas condições ambientais, para prever em qual local há maior risco de queimadas no interior Paulista. Os resultados mostraram que o sistema de monitoramento criado pôde prever eficientemente eventos de queimadas na região. Além disso, demonstrou que o uso de inteligência artificial dinamiza e melhora a eficácia do combate às queimadas.*

Palavras-Chave: *Inteligência artificial. Modelo LSTNet. Suscetibilidade ao fogo. Design paisagístico. Aprendizagem profunda.*

Abstract. *Fires are one of the most destructive natural disasters in the world. They seriously endanger ecosystem, and people's lives. One way to reduce the occurrence and impacts of these events is by employing the use of artificial monitoring technologies. Thus, the aim of the study was to create a monitoring system based on artificial intelligence, using a LSTNet model and environmental conditions, to predict which location has higher risk of fires in São Paulo State inland. The results showed that the monitoring system created could efficiently predict fire events in the region. Furthermore, the results demonstrated that the use of artificial intelligence drives and improves the effectiveness of fires controls.*

Keywords: *Artificial intelligence. LSTNet network. Fire susceptibility. landscape design. Deep learning.*

1 INTRODUÇÃO

Um dos desastres naturais mais destrutivos do mundo, as queimadas se destacam por sua extrema rapidez e dificuldade de controle. Existem mais de um milhão de focos de incêndios no mundo todos os anos, com uma área de mais de 1 milhão de hectares de vegetação nativa queimada (HAO-RUO, 2009). Em 2022, ocorreram no Brasil mais de 200 mil focos de incêndios e esse número tende a aumentar devido às mudanças climáticas que ocorrem no planeta (MAPBIOMAS, 2023). A área de vegetação queimada

atingiu mais de 186 milhões de hectares desde os anos 90 (INPE, 2023). Essa área equivale ao território do Chile e da Colômbia somados. Queimadas afetam seriamente a vida das pessoas e a segurança dos seus bens, além de pôr em perigo os recursos naturais do nosso país (PECHONY e SHINDELL, 2010).

No entanto, as alterações climáticas globais podem ter um impacto profundo e inesperado na futura atividade global de focos de incêndio naturais, pois eleva as temperaturas do ar, promove estiagem mais frequentes e torna a umidade do ar menor (CISNEROS et al., 2023). A duração média da temporada global de queimadas aumentou 20% nas últimas décadas devido ao aquecimento global. Estima-se que o fogo no Pantanal em 2020 destruiu quase 3.500 hectares, o equivalente a 23% do bioma. No mesmo período do ano anterior, as queimadas devastaram mais de 1.500 hectares, ou seja, um aumento de quase 120% (MMA, 2022).

Apesar de proibidas por lei, a maior parte das queimadas no Brasil é causada pela ação do homem e o principal uso do fogo no país é na renovação de pastagens (CAJADO e NUNES, 2023). A queimada da palha é uma atividade potencialmente causadora de significativa degradação ao meio ambiente, pois é lançada na atmosfera grande quantidade de poluentes prejudiciais à saúde, tais como o material particulado e o ozônio, que além de sérios danos ao sistema respiratório, causam chuva ácida, composta por dióxidos de enxofre resultante da atividade de queimada da palha da cana, que acarreta também nefastos danos ao solo, flora, fauna, com descontrole dos ecossistemas e poluição das águas continentais (SANTOS et al., 2014). Geralmente, a queima não se restringe aos locais em que há plantação de cana-de-açúcar, mas pode atingir áreas de reserva legal e matas ciliares, impondo processos erosivos e carreamento de material sólido aos leitos dos rios (BENJAMIN, 2005).

Além disso, as queimadas provocam outros impactos sejam eles sociais, econômicos e/ou na saúde humana (RODRIGUES e FIDELIS, 2022). Dentre os impactos sociais estão o deslocamento de comunidades, onde as queimadas podem forçar comunidades inteiras a deixarem suas casas devido ao perigo iminente do fogo. Como também, podem levar a conflitos e descontentamentos, especialmente quando são causadas intencionalmente por motivos como desmatamento ilegal. Entre os impactos na economia estão a perda de recursos naturais devido a destruição de terras agrícolas, pastagens e florestas, causando prejuízos econômicos significativos para agricultores, pecuaristas e comunidades locais. Além de requerer um alto custo no combate a incêndios. E por fim, os impactos na saúde humana, pois as queimadas agravam problemas respiratórios devido a fumaça que contém poluentes que podem causar irritação nos olhos, garganta e pulmões, piorando condições respiratórias preexistentes, como asma e bronquite; agravamento de doenças cardiovasculares, devido a exposição à fumaça das queimadas também está associada a um maior risco de doenças cardiovasculares, como ataques cardíacos; e mortalidade. Em áreas com grandes incêndios florestais, a exposição prolongada à fumaça pode levar a um aumento na

mortalidade, principalmente entre grupos vulneráveis, como idosos e crianças (ONU, 2021).

O clima seco e quente que é comum em partes do interior de São Paulo, especialmente durante a estação seca, pode aumentar o risco de incêndios florestais e queimadas. Ventos fortes, característicos da região, podem espalhar rapidamente o fogo, tornando os incêndios florestais mais difíceis de controlar e aumentando o risco de queimadas se alastrarem. A falta de chuva, principalmente no longo período de estiagem, torna a vegetação mais suscetível ao fogo. A expansão agrícola e o desmatamento para a criação de pastagens ou plantações podem aumentar o número de áreas propensas a queimadas (FREITAS et al., 2005; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Para reduzir a ocorrência e os impactos das queimadas no interior de São Paulo, são necessárias políticas e ações que abordem esses fatores, incluindo a implementação de medidas de prevenção, educação ambiental, monitoramento eficiente e regulamentações para controlar o uso do fogo em práticas agrícolas e de manejo (COELHO et al., 2023).

Uma forma para o monitoramento eficiente é empregando o uso de tecnologias para sua realização (MORELLO et al., 2020). O monitoramento ambiental usando IA (Inteligência Artificial) é uma área em crescimento que oferece várias oportunidades para coletar e analisar dados ambientais de forma mais eficiente. A IA pode ser usada para monitorar diferentes aspectos do meio ambiente, como a qualidade do ar, da água, as condições climáticas e até mesmo o comportamento de animais selvagens. Isso pode ajudar na tomada de medidas preventivas e na emissão de alertas antecipados para minimizar os impactos de queimadas na região (ZHANG e BOWES, 2023).

Dessa forma, as hipóteses desse artigo se basearam nas premissas que o monitoramento das condições ambientais pode prever queimadas na região e que o uso de IA dinamiza e melhora a eficácia do combate às queimadas. Assim, o objetivo principal do estudo foi criar um sistema de monitoramento por IA no interior paulista para prever em qual local há maior risco de queimada, uma vez que, grande parte dessas queimadas poderia ser evitada com maior vigilância e ações coordenadas para o combate ao incêndio na região.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A região de pesquisa está localizada no entorno do distrito de Santa Maria do Gurupá, entre as cidades de Promissão, Avanhadava e Alto Alegre, no interior do Estado de São Paulo (Figura 1). A localização geográfica da área está entre 21°33' S e 55°05' O e 21°39' S e 49°56' O. A região está localizada no Planalto Ocidental Paulista,

seu relevo é composto por ondulações, com colinas de topos aplainados, amplos e baixos (MARTINELLI, 2010).

O clima dessa região é o tropical sazonal. Ele apresenta duas estações bem definidas. Uma estação chuvosa, quente, abafada e de céu quase encoberto; e a estação seca, que dura cerca de 7 meses, morna e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 17 °C a 31 °C e raramente é inferior a 12 °C ou superior a 36 °C. Na região a média anual de precipitação é de 1.300mm, sendo o mês mais chuvoso em janeiro, com média de 204 mm; e o mês menos chuvoso é julho, com média de 22mm.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A vegetação predominante dessa área é o Cerrado paulista, caracterizado por extensas pastagens de capins e árvores de pequeno e médio porte, troncos tortuosos e com folhas grossas. Tem grande biodiversidade. Entretanto, é o bioma mais degradado por práticas de agricultura convencional, mineração e desmatamento do país. O Cerrado no estado de São Paulo possui uma área remanescente estimada em menos de 1%, mas apresentando remanescentes significativos na sua área de ocorrência (MMA, 2022).

2.2 Obtenção dos dados

Devido a padronização das análises e da confiabilidade das informações, todos os dados utilizados no desenvolvimento da pesquisa foram coletados diariamente a partir de primeiro de janeiro de 2016 até o dia 31 de maio de 2022. Nesse estudo, dois

tipos de recursos foram escolhidos para estudar a área de interesse: dados de sensoriamento remoto e dados meteorológicos. Essas fontes foram escolhidas em relação as informações da imagem de satélite e os registros de informações de incêndio de anos anteriores. Os dados de sensoriamento remoto incluem principalmente fatores de vegetação, uma vez que outros dados não são necessários devido as características de relevo da região. O principal parâmetro analisado foi o NDVI (índice de densidade de vegetação), que é a proporção entre a distribuição espacial da vegetação, a densidade de vegetação e as taxas de refletância infravermelha próxima, as bandas de vermelho e ambas as bandas que são refletidas da superfície da vegetação (SCHULTE e MLADENOFF, 2005). As condições meteorológicas incluem informações sobre temperatura, vento, precipitação, umidade relativa, pressão atmosférica, índice de raios ultravioletas, entre outros. A base de dados foi feita utilizando-se dados disponíveis em instituições de renome como o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no Portal do Programa Queimadas (INPE, 2023), o Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios - PREVFOGO do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2022), as universidades, entre outras bases.

2.3 Fatores influenciando as queimadas

Como mencionado anteriormente, todos os dados selecionados são cruciais para uma boa previsão de queimadas. Portanto, todos os dados devem ser examinados e analisados cuidadosamente para evitar distorções causadas por interações entre eles. Neste estudo, os dados foram testados por meio da Análise de Redundância (RDA; LEGENDRE e GALLAGHER, 2001). Ela foi realizada para determinar quais fatores ambientais são importantes geradores de queimadas na região de estudo (R Development Core Team, 2023; pacote Vegan 2.0, OKSANEN et al., 2011).

Os dados dos diferentes fatores ambientais na área foram transformados pelo método de Hellinger para manter a distância euclidiana entre os locais de amostragem (BORCARD et al., 2011). A seleção direta de RDA foi usada para determinar o número mínimo desses fatores que poderiam explicar significativamente ($P < 0,05$) cada episódio de queimada. A significância dessas variáveis foi avaliada por meio de testes de permutação de Monte Carlo (com 9.999 permutações irrestritas). Para entender a importância relativa dos vários fatores ambientais que controlam as queimadas, um método que particiona a variância dos dados em componentes independentes foi utilizado (BORCARD et al., 1992). Este método leva em consideração que queimadas e variáveis ambientais podem compartilhar uma estruturação espacial comum, e isso é baseado em métodos pré-existent de ordenação canônica (RDA, van den WOLLENBERG, 1977; CCA, ter BRAAK, 1986). A variação total de queimadas foi então explicada como variação espacial; variação ambiental; variação espacial e ambiental; e

variação inexplicável e flutuações estocásticas. Esses testes foram realizados com o software R (R Development Core Team, 2023; package Vegan 2.0, OKSANEN et al., 2011).

2.4 Modelo do algoritmo

A rede de séries temporais de longo e curto prazo (LSTNet) é uma estrutura de aprendizado profundo para séries temporais multivariadas e pode usar efetivamente o relacionamento multidimensional entre variáveis para obter melhores resultados de previsão. Ele consiste em uma parte não linear e uma parte linear. A parte não linear consiste em uma camada convolucional, uma camada recorrente e uma camada de salto recorrente, que são fundidas usando uma camada totalmente conectada para obter os resultados de previsão, enquanto a parte linear usa um modelo autorregressivo para prever os resultados. Os resultados da parte não linear e da parte linear são sobrepostos para obter os resultados da previsão (LAI et al., 2017).

2.5 Eficiência no uso do modelo

O teste t de Student foi utilizado para avaliar se houve diferenças significativas entre o tempo de resposta no combate às queimadas sem e com o uso do modelo. Para isso, foram utilizados dados iniciais das previsões geradas para calibração do modelo e aprendizagem de máquina (n=5), onde a previsão de ocorrência de queimadas não foi informada (n=7), e dados onde a previsão de ocorrência de incêndios foi informada. Os parâmetros utilizados foram tempo de resposta ao início do incidente, tempo médio de combate ao fogo e área degradada. Esses dados foram obtidos em campo e os testes foram realizados com o software R (R Development Core Team, 2023; package Vegan 2.0, OKSANEN et al., 2011).

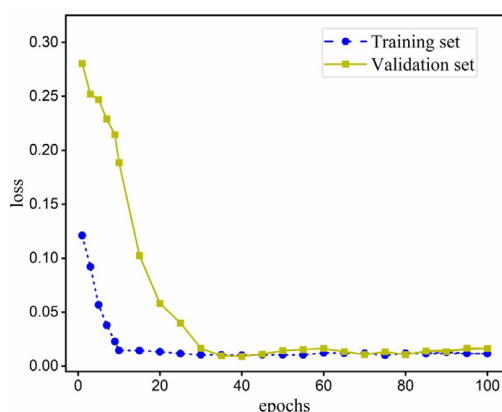
3 RESULTADOS

Os resultados da RDA mostraram que os principais parâmetros para início de uma queimada são fatores de vegetação ($P = 0,0001$), déficit hídrico do solo ($P = 0,003$), NDVI ($P = 0,004$), vento ($P = 0,03$), precipitação ($P = 0,01$), declividade do terreno ($P = 0,02$) e índice de raios ultravioletas ($P = 0,04$). Juntos, esses parâmetros explicaram 85,7% da variância dos dados sobre as queimadas. A maior parte da variância explicada foi pelos dados meteorológicos com 60,7% da variância ($P < 0,00001$) explicada e 39,3% ($p < 0,00002$) da variância explicada foi pelos dados de sensoriamento remoto, principalmente em áreas de plantio de canaviais. O percentual de variação não explicado pelos dados utilizados representa 14,3%.

O modelo LSTNet usado teve uma dimensão de entrada de 8 e uma dimensão de saída, incluindo 2 entradas, 2 camadas convolucionais com uma camada de despooling unidimensionais (Conv1D), 1 camada recorrente, 1 camada de salto recorrente e 1

camada totalmente conectada (densa). A arquitetura multicamada pode ser usada para mineração de dados mais profunda com os seguintes parâmetros: timestep = 28, batch_size = 54, épocas = 100 e o otimizador é 'Adam'. O erro padrão escolhido foi a perda de função do modelo. Após o treinamento do modelo e a perda de função do LSTNet, foi deduzido que o modelo converge os dados e os conjuntos de validação convergem em 0,01 após as iterações de treinamento, demonstrando que o modelo tem características favoráveis para fazer a previsão dos eventos de queimadas na região (Figura 2).

Figura 2 – Curva de perda de função do modelo.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Os resultados demonstraram que as áreas com ação antrópica, geralmente associadas ao plantio de cana-de-açúcar, tem um peso muito grande no início de uma queimada. A cana-de-açúcar é composta principalmente por matéria seca que é altamente inflamável. As folhas secas e os talos mortos podem facilmente pegar fogo quando expostos a fontes de calor ou associados a outros fatores de risco, como o clima (FIEDLER et al., 2006; GONÇALVES et al., 2011).

O clima mostrou-se também um dos principais componentes responsáveis pelo início das queimadas (MOHAJANE et al., 2021). Os parâmetros do clima quando analisados em conjunto conseguiram explicar majoritariamente o início de uma queimada. Isso acontece, pois a estação de inverno na região é predominantemente seca, com umidade baixa, alto déficit hídrico do solo, grande incidência de ventos, vários dias de estiagem e aumento dos índices de raios ultravioletas na metade final do período, o que favorece a ocorrência de incêndios naturais e, quando considerado o manejo contínuo agrícola, esses percentuais tornam-se ainda mais elevados (FREITAS et al., 2005; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Por outro lado, no período de verão, o clima não cria um ambiente propício para as queimadas, o que torna o evento raro nessa estação (FEARNSIDE, 2012).

Associado ao uso do solo e ao clima da região, a declividade é um dos fatores mais importantes para os eventos de queimadas. As áreas com inclinação maior permitem a propagação do fogo em maior velocidade, quando associada com condições de maior vento e cobertura com composição química suscetível à queima, como, por exemplo, a cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2004).

Ao todo, de maio de 2022 a outubro de 2023, ocorrem 14 queimadas na região de estudo (Figura 3). O modelo previu a ocorrência de 16 queimadas durante o mesmo período. Dessa previsão, 12 incêndios de fato ocorreram. Logo, o algoritmo utilizado nesse trabalho foi assertivo em 12 de 14 ocorrências. Quatro previsões não se concretizaram e queimadas não foram observadas na área. As duas queimadas não previstas ocorreram em situações, onde a ação humana pode ter sido o fator principal para sua ocorrência.

Figura 3 – Representação gráfica do modelo de previsão de queimadas na área de estudo. Losango Branco = acerto da previsão; Bolinha preta = falha na previsão.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Dos 12 eventos, cujo algoritmo indicou a ocorrência de queimadas, em 5 não foi realizada nenhuma ação preventiva para o evento, devido a preparação de aprendizado da máquina e a calibração do modelo. Nas outras 7, algum tipo de intervenção foi realizado. Geralmente, a propriedade responsável pela área era avisada e um caminhão pipa era mantido próximo ao local caso a previsão se concretizasse. Isso possibilitou a redução do tempo médio de resposta ao início do incidente de 2h30min para 30min ($P=0,0009$), a redução do tempo médio de combate ao fogo de 4h para 3h ($P=0,036$) e diminuição de 60% da área degradada pelo fogo ($P=0,0015$). De acordo com White et al. (2016) modelos como o produzido neste estudo reforça a importância de atuar preventivamente na região, pois indicam caminhos para a intensificar as ações de manejo de forma a diminuir as ocorrências de incêndios e queimadas em nossa região (ZHANG e BOWES, 2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que o sistema de monitoramento por IA criado pôde prever eventos de queimadas na região de estudo, através do uso de um modelo de previsão para o evento e do monitoramento das condições ambientais. Além disso, demonstrou que o uso de inteligência artificial dinamiza e melhora a eficácia do combate às queimadas.

Foi possível verificar também que o modelo LSTNet tem uma grande precisão e uma forte robustez no aprendizado de máquina. Os resultados previstos pelo modelo conseguiram distinguir claramente as áreas de sensibilidade muito alta e muito baixa, e são mais sensíveis à informação de padrões espaciais, que podem classificar melhor as áreas susceptíveis as queimadas e refletir uma forte capacidade de generalização. Dessa forma, o LSTNet pode extrair com eficácia informações da área de estudo, compreender as características das mudanças periódicas dos fatores climáticos que iniciam um incêndio, obter uma extração eficiente de características singulares da região e, em seguida, melhorar a precisão da previsão.

Por fim, os resultados mostraram que o uso de IA associado a prevenção dinamiza e melhora a eficácia do combate às queimadas, diminuindo recursos financeiros e operacionais gastos em ações que controlam os incêndios e desse modo, preservando o ambiente e sua biodiversidade (COELHO et al., 2023).

REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, A. H. **O meio ambiente na Constituição Federal de 1988**. In: Desafios do direito ambiental no século XXI: estudos em homenagem a Paulo Affonso Leme Machado. São Paulo: Malheiros, p. 363-398. 2005.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R** (Vol. 2, p. 688). New York: springer. 2011.
- CAJADO, C. D. S. O., de SOUZA NUNES, R. **Análise da responsabilidade ambiental da agropecuária em relação às queimadas**. Perquirere. 20(2), 07-25. 2023.
- CANTRELL, B.; ZHANG, Z. A **Third Intelligence**. Landscape Architecture Frontiers, 6 (2), 42-51. 2018.
- CISNEROS, D.; HAZRA, A.; HUSER, R. **Spatial wildfire risk modeling using mixtures of tree-based multivariate Pareto distributions**. 2023.
- COELHO, A. L. N.; FERREIRA, G. A. C.; de OLIVEIRA GOULART, A. C. **Dinâmica das Queimadas em Escala Microrregional: Metodologia e aplicações com base em dados e softwares livres**. GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território. 2023.

- FEARNSIDE, P.M. **Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira**. Estudos Avançados, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2012.
- FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. D. **Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás**. Ciência Florestal, 16, 153-161. 2006.
- FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; SILVA DIAS, M. A. F.; SILVA DIAS, P. L. **Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul**. Estudos Avançados, v. 19, n. 53, 2005.
- GONÇALVES, C.N.; MESQUITA, F.W.; LIMA, N.R.G.; COSLOPE, L.A.; LINTOMEN, B.S. **Recorrência dos incêndios e fitossociologia da vegetação em áreas com diferentes regimes de queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Revista Biodiversidade Brasileira, v. 1, n. 2, p. 161-179, 2011.
- HAO-RUO, Y. **Studies on Controlling Strategy for Forest Fire under the Global Warm Climate**. 2009. Disponível: <https://typeset.io/papers/studies-on-controlling-strategy-for-forest-fire-under-the-pf9obfpr6x>.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2022. **Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo)**. Disponível: <http://ibama.gov.br/prevfogo>.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais**. 2023. Disponível <http://www.inpe.br/queimadas>.
- LAI, G.; CHANG, W. C.; YANG, Y.; LIU, H. **Modeling Long- and Short-Term Temporal Patterns with Deep Neural Networks**. In Proceedings of the 41st International ACM SIGIR Conference on Research e Development in Information Retrieval, Ann Arbor, MI, USA, 8–12 July 2017.
- LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. **Ecologically meaningful transformations for ordination of species data**. *Oecologia*, 129, 271-280. 2001.
- MAPBIOMAS – **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**. 2022. Método. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>.
- MARTINELLI, M. **Estado de São Paulo: aspectos da natureza**. Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia, n. 9, 2010.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Biomass, Ministério do Meio Ambiente**. Brasília. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>.

- MOHAJANE, M.; COSTACHE, R.; KARIMI, F.; PHAM, Q.B.; ESSAHLAOU, A.; NGUYEN, H.; LANEVE, G.; OUDIA, F. **Application of remote sensing and machine learning algorithms for forest fire mapping in a Mediterranean area**. Ecol. Indic., 129, 107869. 2021.
- MORELLO, T. F.; RAMOS, R.M.; ANDERSON, L.O.; OWEN, N.; ROSAN, T.M.; STEIL, L. **Predicting fires for policy making: Improving accuracy of fire brigade allocation in the Brazilian Amazon**. Ecological Economics, [S.l.], v. 169, p. 106501, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106501>.
- OKSANEN, J., R. KINDT, P. LEGENDRE, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON e M. H. H. STEVENS. 2011. **Vegan: Community Ecology Package**. R package. Disponível em <http://cran.r-project.org/>, <http://vegan.r-forge.r-project.org/>.
- OLIVEIRA, D.S.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Estado do Paraná**. Revista Floresta, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 217-221. 2004.
- ONU. **Pode ser ano do “tudo ou nada” para salvar o planeta de crise ambiental**. 2021. Disponível em: <https://www.savecerrado.org/onu-2021-pode-ser-ano-do-tudo-ou-nada-para-salvar-planeta-de-crise-ambiental/?>.
- PECHONY, O.; SHINDELL, D. T. **Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(45), 19167-19170. 2010.
- R Development Core Team, **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. 2009. Disponível em <http://www.R-project.org>.
- RODRIGUES, C. A.; FIDELIS, A. **Should we burn the Cerrado? Effects of fire frequency on open savanna plant communities**. Journal of Vegetation Science, v. 33, n. 6, p. e13159. 2022.
- SANTOS, P.R.; PEREIRA, G; ROCHA, L.C. **Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002- 2012)**. Caderno de Geografia, v. 24, n. 1, p. 133-144, 2014.
- SCHULTE, L.A.; MLADENOFF, D.J. **Severe Wind and Fire Regimes in Northern Forests: Historical Variability at the Regional Scale**. Ecology, 86, 431–445. 2005.
- ter BRAAK, C. F. J. **Canonical Correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis**. Ecology, 67: 1167–1179. 1986.
- van DEN WOLLENBERG, A. L. **Redundancy analysis. An alternative for canonical correlation analysis**. Psychometrika 42: 207–219. 1977.

WHITE, L.A.S.; WHITE, B.L.A.; RIBEIRO, G.T. **Modelagem espacial do risco de incêndio florestal para o Município de Inhambupe**, BA. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 36, n. 85, p. 41-49. 2016.

ZHANG, Z.; BOWES, B. **The future of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) in landscape design**: A case study in Coastal Virginia, USA. 2023.

Plataforma de Podcasts (MathPods) Voltada Ao Ensino Da Matemática: suas características e novas funcionalidades

Nataly Ellen Fernandes De Assis, Adriana de Bortoli, Zionice Garbelini Martos
Rodrigues, Henrique Fernandes Santos

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins – SP– Brasil

natalyelle25@gmail.com, adrianadebortoli1@hotmail.com,
zionice@ifsp.edu.br, fernandeshenrique01@gmail.com

Resumo. *Este artigo explora um modo de aproximação entre alguns conceitos de Matemática e os podcasts, no qual destaca-se a plataforma MathPods como um exemplo de inovação educacional. Com base na literatura que destaca a necessidade de abordagens inovadoras no ensino e na aprendizagem da Matemática, apresenta-se considerações sobre uma plataforma de podcasts de matemática, em seu estado atual e as futuras implementações, incluindo uma seção de jogos para aprimorar o raciocínio lógico e deixar a aplicação mais completa e robusta. A convergência de podcasts e Matemática promete remodelar o cenário educacional, assim, como resultado espera-se que tal movimento modifique a forma como concebe-se a Matemática e, ao mesmo tempo, aprimorar a compreensão e o entusiasmo pela disciplina.*

Palavras-Chave: Educação Matemática. Tecnologia. Aprendizagem. Podcasts. MathPods. Jogos Digitais.

Abstract. *This article explores a way of bringing together some math concepts and podcasts, highlighting the MathPods platform as an example of educational innovation. Based on the literature that highlights the need for innovative approaches in the teaching and learning of mathematics, it presents considerations about a math podcast platform, in its current state and future implementations, including a games section to enhance logical reasoning and make the application more complete and robust. The convergence of podcasts and mathematics promises to reshape the educational landscape. As a result, it is hoped that this movement will change the way mathematics is conceived and, at the same time, improve understanding and enthusiasm for the subject.*

Keywords: Mathematics. Technology. Learning. Podcasts. MathPods. Digital games.

1 INTRODUÇÃO

No cenário educacional contemporâneo, no qual as tecnologias digitais desempenham um papel central, existem diversas possibilidades de construção

matemáticas por meio de softwares, aplicativos e outras mídias. Diante desse novo paradigma educacional ressaltamos a mídia podcasts como mais uma ferramenta para a disseminação do conhecimento, que inclusive, atualmente tem adentrado nas salas de aula e no repertório dos educadores. Nesse contexto, em particular, este artigo apresenta um estudo que tem como objetivo uma aproximação entre conceitos matemáticos e os podcasts, no qual se destaca uma plataforma que apresenta aspectos inovadores e acredita-se que a o seu uso poderá contribuir para modificações nos modos de ensinar e aprender conceitos matemáticos, e espera-se desse modo contribuir para a formação docente seja inicial ou contínua, assim como o aprendizado dos estudantes.

De acordo com uma pesquisa recente divulgada pela Programme for International Student Assessment (PISA) revelou que 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuem nível básico de Matemática. A necessidade de abordagens educacionais inovadoras e recursos que cativem os alunos é evidente. É nesse contexto que os podcasts se destacam como uma solução promissora. Eles permitem que os estudantes mergulhem na escuta atenta de conceitos matemáticos enquanto estão em movimento, em casa ou em qualquer lugar que escolherem.

Um artigo publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Notícias revelou que o percentual de estudantes, de 10 anos ou mais, com acesso à internet cresceu de 86,6%, em 2018, para 88,1% em 2019. A plataforma que será examinada neste artigo capitaliza essa tendência ao fornecer acesso a uma variedade de conceitos de Matemática, desde lições práticas até discussões aprofundadas sobre conceitos fundamentais.

A tecnologia tem sido uma força transformadora no campo da educação. Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) mostram que a integração de dispositivos digitais no processo de aprendizagem melhorou significativamente o desempenho dos alunos em Matemática. Ademais, Os autores Roschelle, Vahey, Hoyles e Noss (2013), em seu artigo "Integrating Technology for Deep Mathematics Learning", sustentam que a tecnologia tem a capacidade de contribuir para a construção da compreensão conceitual, especialmente por meio da utilização de "representações dinâmicas". Isso se refere à aplicação de modelos visuais interativos que auxiliam na explanação e compreensão de conceitos matemáticos.

Ademais, no que se refere a tecnologia aliada ao ensino e aprendizagem de matemática necessita-se pensar e discutir sobre como atores informáticos tais como softwares e a Internet, podem moldar a maneira como o conhecimento é produzido (BORBA, 2010). Assim como a percepção dos estudantes frente a essas novas tecnologias (ROMANELLO 2016). Para tanto:

[...]entendemos que conhecimento só é produzido com uma determinada mídia, ou com uma tecnologia da inteligência. É por isso que adotamos uma perspectiva teórica que se apoia na noção de que o conhecimento é produzido

por um coletivo formado por seres-humanos-com-mídias, ou seres-humanos-com-tecnologias e não, como sugerem outras teorias, por seres humanos solitários ou coletivos formados apenas por seres humanos. (BORBA, PENTEADO, 2019, p. 48)

Considera-se também, que as investigações sobre o uso de tecnologias digitais em Educação Matemática envolvem aspectos diversos acerca de conceitos, práticas pedagógicas e processos formativos voltados ao ensino e aprendizagem de Matemática. Dessa forma, o termo tecnologia tem sido problematizado sobre alguns vieses e, sob a dimensão de caráter habitual que as fases das tecnologias digitais são discutidas em Educação Matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014). E ainda, que os documentos nacionais oficiais recomendam o uso de tecnologia digitais no ensino (BRASIL, 1997; SÃO PAULO, 2017).

Diante do exposto, foi desenvolvida a plataforma web MathPods, voltada ao ensino e aprendizagem da Matemática em uma linguagem chamada de “C#”, contendo NET 5 como plataforma de desenvolvimento. Para armazenamento dos dados, optou-se pelo Microsoft SQL Server. Por fim, HTML, JavaScript e CSS, para a construção da interface do usuário.

2 MATHPODS

A plataforma intitulada MathPods foi criada por um estudante do Curso de Tecnologia, Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade Professor Antonio Seabra (FATEC de Lins) em 2021, sob a orientação de uma professora dessa mesma instituição, a segunda autora deste texto, como resultado do trabalho de conclusão de curso do estudante. Essa plataforma permite a categorização de áudios, gerenciamento de usuários e outros registros relevantes para o cumprimento de seu propósito, o qual se idealiza em disponibilizar áudios com desafios e explicações matemáticas a fim de promover um maior entendimento da disciplina e explorar os sentidos humanos com tecnologia. A responsabilidade pela manutenção recai sobre os administradores do sistema e que estão alocados em mais de uma instituição de ensino superior.

Como descrito, a aplicação não requer a autenticação por parte do usuário, entretanto para usuários não autenticados as funcionalidades da ferramenta se limitam a escuta dos podcasts.

As seções: recentes, categorias e instituições, são possíveis facilitadores de busca para o usuário, sendo assim se portam como filtros da aplicação, cujo objetivo é que o usuário chegue ao seu conteúdo de forma mais rápida. Ressalta-se que o número máximo de podcasts recentes é de seis, já categorias e instituições listam todos os registros mantidos na plataforma.

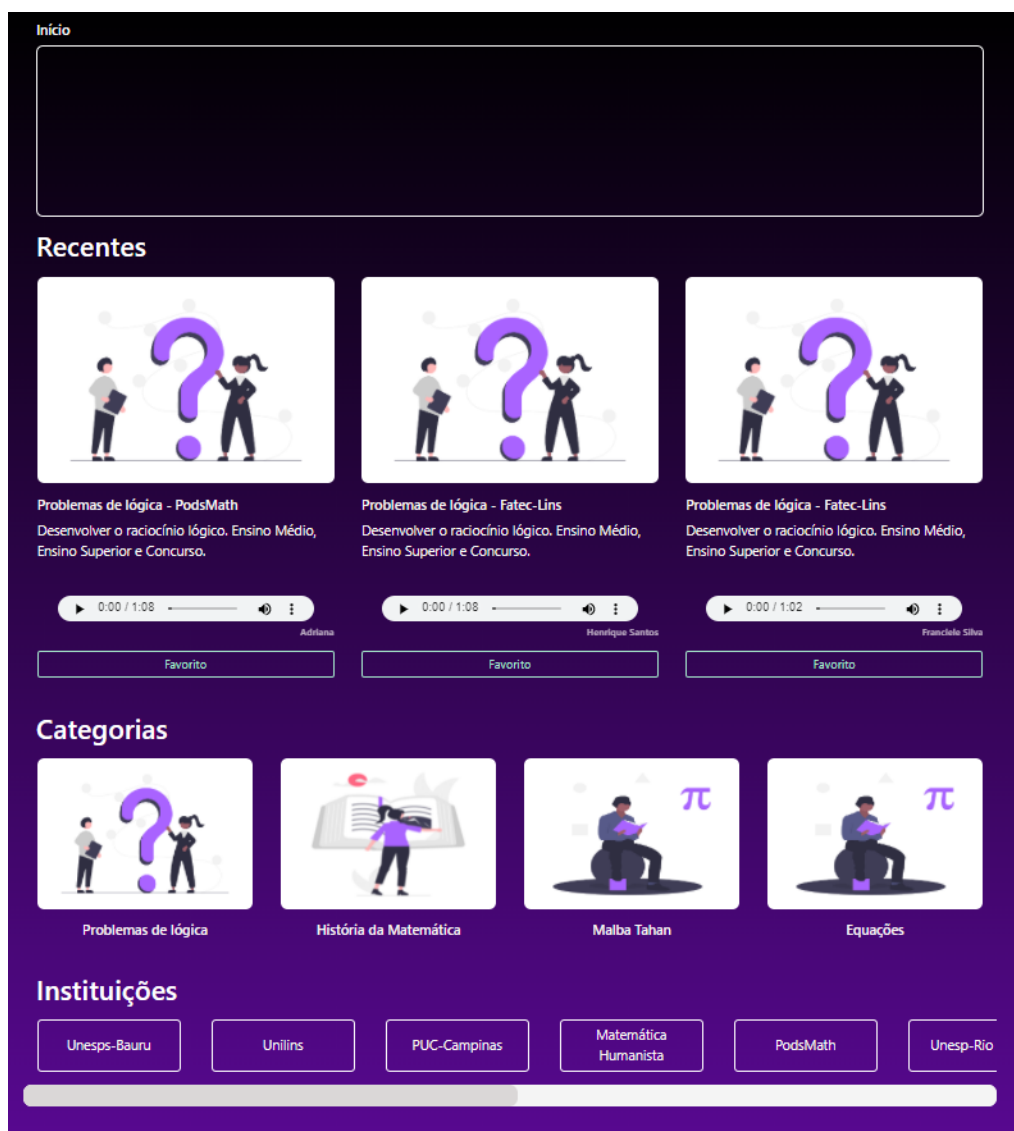
A pesquisa pelos áudios é realizada por meio de um menu lateral, que pode ser configurado pelos usuários com funções de administração. Após concluir suas atividades

na plataforma, os usuários têm a opção de encerrar a sessão, caso desejem podem fornecer feedbacks.

A plataforma que foi desenvolvida apresenta duas interfaces distintas: uma voltada para a administração do ambiente, que é destinada a administradores e usuários institucionais, e outra destinada a uma audiência mais ampla, composta por indivíduos que buscam conhecimento autônomo através de conteúdo em áudio. De acordo com a definição de Oliveira e Baranauskas (1998), uma interface é um conjunto de elementos que facilitam a comunicação, sendo que nesse contexto, o ser humano é um dos componentes centrais desse diálogo. Em resumo, a interface representa o meio de interação entre a plataforma e o usuário.

Para acessar a plataforma, os usuários precisam se registrar e, uma vez registrados, têm permissão para acessar os áudios. Ao adentrar a plataforma, autenticado ou não, o usuário se depara com a tela ilustrada na figura 1.

Figura1 - Página Inicial



Fonte: Elaborada pelo desenvolvedor da plataforma, 2021.

Os administradores têm a capacidade de gerenciar informações como níveis de educação, instituições, categorias de podcasts, bem como visualizar e desativar audios/podcasts de todas as instituições. A responsabilidade pela manutenção dos podcasts recai sobre os usuários institucionais, ou seja, aqueles associados a organizações e que possuem um perfil institucional específico. Cada instituição é responsável por manter seu próprio canal de podcasts.

Adicionalmente tem-se na plataforma as funcionalidades destinadas ao usuário final que são os estudantes e/ou pessoas interessadas em conceitos matemáticos. Assim, a exploração dos podcasts por esse público dar-se-á pelo uso de filtros, como categorias ou lançamentos recentes. Em continuidade eles podem optar por registrar-se na plataforma e criar uma lista de áudios, ou seja, favoritar as suas preferências. Insta considerar a possibilidade de comunicação com pessoas interessadas no mesmo assunto que ocorrerá pela funcionalidade fórum.

3 METODOLOGIA/ RESULTADOS ESPERADOS

Em continuidade a esse projeto propõe-se melhorias na plataforma descrita. Diante da experiência da primeira autora deste texto em cursos de extensão universitários com jogos digitais na Educação Básica ministrados em três semestres consecutivos durante os anos de 2022 e 2023, em escolas públicas do município de Lins, verificou-se a necessidade de incrementar a criação de jogos na plataforma de podcasts existente, visto a grande aceitação por parte dos estudantes acerca dos jogos digitais propostos pela autora. Dessa forma, entendemos que haverá uma potencialidade da plataforma ao se pensar em novos incrementos digitais na mesma.

A partir disso, será implementado na plataforma MathPods a sessão denominada “Jogos”, a qual conterá uma parcela de desafios matemáticos adaptáveis como o disponibilizado na imagem acima, que deverão ser solucionados a partir de um áudio apresentando o problema em questão. Dessa forma, o estudante treinará seu raciocínio matemático e lógico para vencer o desafio proposto no jogo, sem estar visualizando o problema por escrito. Vale ressaltar que as opções de alteração nas atividades interativas serão realizadas apenas por usuários administradores.

A seção será constituída de duas interfaces de usuário, na qual uma delas é destinada a gestão dos usuários administradores e a outra, para proveito dos usuários convencionais.

Ao construir a plataforma, o desenvolvedor definiu que o usuário administrador terá a função de manter os jogos digitais e desativá-los a qualquer momento. Os jogos digitais serão, a princípio, visíveis a todas as instituições. Além disso, os usuários convencionais possuirão a opção de navegar entre os jogos existentes e selecionar na plataforma suas atividades interativas prediletas, onde serão adicionados em uma lista chamada “mais acessados”, facilitando o acesso de outros usuários.

A seção também apresentará subseções referentes às matérias abordadas em cada atividade, de forma que facilite o acesso aos filtros e os jogos sejam escolhidos de forma mais direta, proporcionando menos tempo em escolha e evitando que sejam exibidas atividades fora do contexto desejado na ocasião.

4 FERRAMENTAS DA NOVA SEÇÃO

Para o desenvolvimento da nova seção a ser implementada, serão utilizadas algumas ferramentas essenciais para a criação de jogos digitais. É importante ressaltar que, a escolha das mesmas está diretamente relacionada à proposta da plataforma, a qual se define na necessidade de facilitar o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos.

4.1Engines de Jogos:

- Unity: O Unity é uma das engines de jogos mais populares e é uma excelente escolha para criar jogos matemáticos. Ele oferece suporte a gráficos 2D e 3D, além de uma ampla gama de recursos para a criação de jogos educativos interativos.
- Godot Engine: Godot é uma engine de código aberto que é adequada para desenvolver jogos matemáticos 2D e 3D. Ela possui uma linguagem de script fácil de aprender chamada GDScript e é uma opção acessível para desenvolvedores independentes.

4.2Linguagens de Programação:

- C#: Amplamente utilizado com a Unity.
- C++: Usado com a Unreal Engine e muitos jogos de grande orçamento.
- JavaScript/TypeScript: Usado em jogos da web e em engines como o Phaser.
- Scratch: é uma linguagem de programação visual que foi projetada para crianças. É uma ótima ferramenta para criar jogos simples e educativos com elementos matemáticos.

4.3Ferramentas de Modelagem e Animação:

- Blender: Uma ferramenta de modelagem e animação 3D de código aberto.
- Maya e 3ds Max: Ferramentas populares usadas em jogos de alto orçamento.
- Construct 3: Esta é uma ferramenta baseada na web que não requer programação. Ela é adequada para o desenvolvimento de jogos 2D e inclui recursos para criação de jogos educacionais, incluindo jogos matemáticos.
- Phaser: Phaser é um framework JavaScript para o desenvolvimento de jogos 2D na web. É uma escolha sólida se você deseja criar jogos matemáticos para execução em navegadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do objetivo de inferir melhorias para o ensino e aprendizagem de Matemática apoiados em tecnologias digitais, em particular, por meio de podcasts, propõe-se o uso da plataforma MathPods a fim de redefinir o cenário do ensino e da aprendizagem matemática que, conforme já mencionado pode ser em sala de aula, no ambiente da residência do estudante ou em qualquer outro lugar em que ele esteja, desde que esteja disposto a ouvir os áudios. Respaldados na afirmação da crescente necessidade de estratégias educacionais inovadoras, impulsionada pela constatação de que cerca de 65% dos alunos enfrentam dificuldades em Matemática em algum ponto de suas trajetórias acadêmicas, coloca-se os podcasts como uma solução promissora.

A partir das leituras realizadas, pode-se esperar que, após a finalização do protótipo e a utilização experimental dos podcasts em sala de aula, os alunos terão a capacidade de obter grande parte do conhecimento perpassados nos áudios, devido sua durabilidade e a dinamicidade que a ferramenta acarreta às aulas. Vale considerar que o trabalho ainda requer um aprofundamento dos conceitos históricos que serão apresentados nos áudios, de todo modo encontra-se em execução.

Do ponto de vista da programação/desenvolvimento da plataforma no que tange a inserção das novas funcionalidades (a seção dos jogos), este projeto segue o princípio da usabilidade, permitindo que os administradores gerenciem os jogos e os usuários escolham atividades interativas de seu interesse. Além disso, a plataforma apresenta filtros e categorias para facilitar a seleção de jogos apropriados e garantir uma experiência educacional direcionada.

É digno de nota que, embora haja várias plataformas de jogos disponíveis no mercado, a MathPods destaca-se ao focar no aprimoramento do ensino e aprendizagem da Matemática. Ela oferece funcionalidades que permitem aos usuários navegar e selecionar jogos de acordo com suas preferências, enquanto fornece informações detalhadas sobre cada atividade, incluindo seus objetivos e como foram desenvolvidas.

No âmbito educacional, os podcasts têm demonstrado sua relevância. Primeiramente, retoma-se à concentração do aluno, a qual é alimentada em áudios de rápida duração e clareza em conteúdo. Segundamente, o interesse se eleva, provindo da dinamicidade da aula, bem como, é possível atingir diferentes tipos de ritmos de aprendizagem, levando em consideração que há a possibilidade de repetir o conteúdo escutado.

Nesse sentido, é válido citar Moura e Carvalho:

O Podcast parece funcionar bem com alunos motivados, que detenham competências a nível tecnológico e ainda quando o propósito que determinou a sua concepção vai de encontro às necessidades dos alunos. (MOURA; CARVALHO. 2006)

O desenvolvimento da plataforma MathPods representa um passo importante na busca por abordagens inovadoras no ensino e aprendizagem da Matemática e no uso eficaz da tecnologia digital educacional. Como projetos futuros, após a aplicabilidade das novas funcionalidades, a primeira autora desse artigo irá providenciar a hospedagem da mesma em um servidor e disponibilizar o seu funcionamento. Até o presente momento encontra-se em forma de protótipo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. **Matemática**. Brasília, MEC/SEF. 1997.
- BORBA, Marcelo C. Software e Internet na sala de aula de Matemática. **Anais X Encontro Nacional de Educação Matemática**. 2010. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/marceloxenen.pdf>>. Acesso em 02 de abril de 2022.
- BORBA, M.C; SILVA, R.S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BORBA, M.C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 6ªed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.
- LOPES, R.A; CARVALHO, A.A.A. Podcasts para Apoiar o Estudo Independente de Matemática: Reação dos Alunos à Produção e à Visualização. **Educação, Formação & Tecnologias**, v.4, n.2, p.35-49, 2011.
- MOURA, A; CARVALHO, A. A. Podcast: Potencialidades na Educação. **Revista Prisma.com** (Revista de Ciência e Tecnologia da Informação e Comunicação), n. 3, p. 88-110. 2006. Disponível em : <http://ojs.letras.up.pt/index.php/prisma.com/article/view/2112>. Acesso em 06 de abril de 2020.
- OLIVEIRA, M.; FAJARDO, V. **55% dos alunos de 8 anos da rede pública têm conhecimento insuficiente em matemática e leitura**. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/mais-da-metade-dos-alunos-de-8-anos-da-rede-publica-tem-conhecimento-insuficiente-em-matematica-e-leitura-diz-mec.gh.html>. Acesso em 15 out 2023.
- ROMANELLO, L. A.; MALTEMPI M. V. A utilização do smartphone no ensino de função: a visão dos alunos. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016, São Paulo. **Anais XII Encontro Nacional de Educação Matemática**, 2016, p.1-12.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Matemática**. Caderno do Aluno 5 série/6º ano São Paulo: SEE, 2014-2017.

ROSCHELLE, Jeremy et al. **Integrating Technology for Deep Mathematics Learning**. ResearchGate, p.1-3. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297712581_Integrating_Technology_for_Deep_Mathematics_Learning . Acesso: 19 out 2023.

Desafios e potencialidades da visão computacional para aplicações do mundo real uma análise detalhada do SSD e seu impacto

Renan Manieri Cardoso Gomes, Danilo Fernandes, Fernando Augusto Garcia Muzzi, Roberto Outa, Sandro da Silva Pinto

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra - Lins – SP– Brasil

renan.gomes5@fatec.sp.gov.br, danilo.gomes21@fatec.sp.gov.br,
fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br, roberto.outa@fatec.sp.gov.br,
sandro.pinto@fateclins.edu.br

Resumo: *Este estudo tem como principal objetivo aprofundar na compreensão do Single Shot MultiBox Detector (SSD) e das teorias subjacentes. Posteriormente, o SSD será aplicado a imagens obtidas pelos autores. A motivação para este estudo deriva da necessidade de uma compreensão sólida de visão computacional a fim de desenvolver um algoritmo demonstrativo de reconhecimento de padrões em diversas imagens. Os resultados incluem uma análise e compreensão aprofundada do SSD e seus princípios teóricos fundamentais, bem como a aplicação prática do SSD às imagens obtidas pelos autores. Dessa forma, o estudo proporcionou uma apreciação qualitativa e quantitativa dos resultados, permitindo uma melhor compreensão do desempenho do método. Esta pesquisa também oferece insights importantes sobre a aplicação de técnicas de visão computacional no reconhecimento de padrões em imagens variadas.*

Palavras-chaves: *Single Shot MultiBox Detector (SSD); Visão Computacional; Reconhecimento de Padrões; Análise de Imagens; Filtros Adaptativos.*

Abstract: *The main objective of this study is to deepen the understanding of the Single Shot MultiBox Detector (SSD) and the underlying theories. Subsequently, SSD will be applied to images obtained by the authors. The motivation for this study stems from the need for a solid understanding of computer vision to develop a demonstrative algorithm for pattern recognition in various images. The results include a thorough analysis and comprehension of the SSD and its fundamental theoretical principles, as well as the practical application of SSD to the images obtained by the authors. In this way, the study provided a qualitative and quantitative appreciation of the results, allowing for a better understanding of the method's performance. This research also offers significant insights into the application of computer vision techniques in pattern recognition in diverse images.*

Keywords: *Single Shot MultiBox Detector (SSD); Computer Vision; Pattern Recognition; Image Analysis; Adaptive filters.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve uma crescente necessidade de sistemas de visão computacional para solucionar problemas do mundo real. No entanto, a maioria dos modelos e métodos atuais não consegue lidar com desafios além de tarefas básicas. Para atender às demandas de aplicações do mundo real, como navegação, reconhecimento de alvos e outros, é essencial desenvolver técnicas de visão robustas e flexíveis capazes de funcionar bem sob diversas condições desafiadoras (SEBE et al., 2005).

O objetivo deste trabalho é analisar e entender o conceito do Single Shot MultiBox Detector – SSD e das respectivas teorias, para posteriormente aplicá-lo com imagens adquiridas pelos autores, para a análise e compreensão dos resultados qualitativos e quantitativos. A motivação deste trabalho advém da necessidade de entender o conceito da visão computacional para a construção de um algoritmo que demonstre o conceito e aplicação em reconhecimento de padrão para diferentes imagens.

Este trabalho de pesquisa é dividido em duas etapas. Na primeira etapa, será usado o estudo de Liu et al. (2016) para explorar o SSD, um método que detecta objetos em imagens usando uma única rede neural profunda. O SSD utiliza uma abordagem que discretiza o espaço de saída das caixas delimitadoras em caixas padrão com diferentes proporções de aspecto e escalas. Durante a inferência, a rede gera pontuações para a presença de objetos em cada caixa padrão e ajusta as caixas para melhor corresponder à forma do objeto. O SSD combina previsões de múltiplos mapas de características com diferentes resoluções para lidar com objetos de tamanhos variados. Uma característica crucial do SSD é a eliminação da geração de propostas de objetos, simplificando o treinamento e a integração em sistemas que requerem detecção de objetos.

Na segunda fase algumas figuras serão aplicadas a uma implementação em Python do algoritmo de Liu et al. (2016), desta forma, serão considerados como o resultado desta aplicação, o entendimento e análise qualitativa e quantitativa do método proposto. Basicamente, o resultado desta análise baseia-se na junção do entendimento dos conceitos teóricos e da simulação computacional para a obtenção de um único entendimento na construção futura de um algoritmo similar.

Pesquisadores como Li et al. (2020) já utilizaram o conhecimento de Liu et al. (2016) para propor métodos, como o TridentSSD, focado em detecção de objetos em diferentes escalas. Este trabalho demonstra a viabilidade de treinar ramos separados para objetos de diferentes escalas, com resultados inferiores ao TridentSSD em experimentos nos conjuntos de dados PASCAL VOC2007 e VOC2012.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA (CONCEITO DE VISÃO COMPUTACIONAL E SEUS PERIFÉRICOS)

Em vista de estabelecer uma base sólida para a compreensão do SSD, esta seção oferece uma contextualização que parte de conceitos gerais, como visão computacional, até o mais particular, O SSD, passando por intermediários como as redes neurais artificiais e, mais especificamente, as redes neurais convolucionais.

2.1 Visão Computacional

A visão computacional é um campo de estudo que se concentra em auxiliar os computadores a enxergarem, usando dados de imagens para inferir informações sobre o mundo (PRINCE, 2012). É uma área multidisciplinar, um subcampo da inteligência artificial e do aprendizado de máquina, envolvendo métodos especializados e algoritmos gerais (BROWNLEE, 2019). Os principais problemas que a visão computacional tem de lidar são o reconhecimento óptico de caracteres, classificação de imagens, detecção de objetos, detecção de rosto e reconhecimento facial. Essas tarefas estão reunidas sob o termo "reconhecimento de objetos," que engloba a identificação, localização e extração de conteúdo específico em fotografias digitais (BROWNLEE, 2019).

2.2 Redes Neurais Artificiais (Artificial Neural Networks - ANN)

Redes neurais, inspiradas na biologia, possibilitam que computadores aprendam com dados observacionais (NIELSEN, 2019; FURTADO, 2019). Essas redes artificiais consistem em camadas de neurônios interconectados (FURTADO, 2019). Na sequência de processamento, a camada de entrada atua como uma ponte, permitindo a passagem de dados brutos ou características específicas para as camadas subsequentes (HAYKIN, 2001). Nas camadas ocultas, ocorre o processamento sequencial dos dados (MIN et al., 2017). A camada de saída gera valores de probabilidade para identificar a classe da entrada, baseando-se no conhecimento adquirido nas camadas anteriores (SHANTINI et al., 2017).

Na visão computacional, identificamos três principais tipos de redes neurais: as Convolutional Neural Networks (CNN), focadas no processamento de dados de imagens; as Recurrent Neural Networks (RNNs), como as LSTMs, projetadas para sequências de dados e informações temporais, adequadas para vídeos; e as redes feedforward, voltadas para tarefas de classificação e regressão. As redes feedforward podem ser categorizadas em Perceptron e Multi-Layer Perceptron (MLP), dependendo do número de camadas ocultas (YAMASHITA et al., 2018; AGARWAL, 2018).

2.3 Redes Neurais Convolucionais (CNN)

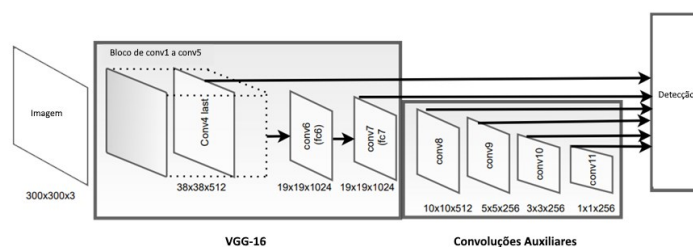
As Convolutional Neural Networks (CNNs), diz Yamashita et al. (2018), são um tipo de modelo de aprendizado profundo especialmente projetado para processar dados com uma estrutura de grade, como imagens. Esses modelos foram inspirados na organização do córtex visual de animais e têm a capacidade de aprender hierarquias de características espaciais, que vão desde características de baixo nível até características de alto nível.

Na detecção de objetos, os principais tipos de redes neurais podem ser divididos de acordo com o número de etapas que eles requerem: Detecção de Objetos em Uma Etapa: You Only Look Once (YOLO): Divide a imagem em células e prevê caixas delimitadoras e classes diretamente para cada célula em uma única passagem pela rede. Single Shot MultiBox Detector (SSD): utiliza várias caixas delimitadoras em diferentes escalas para a detecção de objetos. Detecção de Objetos em Duas (ou mais) Etapas: Region Based Convolutional Neural Networks (R-CNN): Ele utiliza a primeira etapa para extrair regiões de interesse e a segunda etapa para classificar essas regiões. Fast R-CNN: Uma melhoria do R-CNN. Faster R-CNN: Introduziu o conceito de uma Rede de Proposta de Região (RPN) para tornar a geração de regiões mais eficiente. Mask R-CNN: Uma extensão do Faster R-CNN que adiciona uma terceira etapa para segmentar objetos em detalhes, não apenas detectá-los (ULLAH, et al., 2023).

2.4 SSD – Arquitetura

O SSD é uma arquitetura de rede neural convolucional projetada para detecção de objetos. A abordagem do SSD permite detecções em uma única passagem pela rede, seguida por uma etapa de supressão não máxima (NMS) para obter as detecções finais (LIU et al., 2016).

A arquitetura do SSD, esquematizada na Figura 1, consiste em duas partes principais: extração de características e detecção de objetos. Geralmente, é utilizado um modelo de classificação de alto desempenho, como a VGG16, para extrair características de alto nível da imagem de entrada, adicionando mapas de características (feature maps) adicionais com resoluções decrescentes para possibilitar a detecção em várias escalas. Camadas de convolução auxiliares são incorporadas no SSD para reduzir progressivamente o tamanho dos feature maps (LIU et al., 2016; MAGALHÃES et al., 2021).

Figura 1: Esquematisação da Arquitetura do SSD

Fonte: Magalhães et al., 2021

O SSD utiliza âncoras padrão (priors) para limitar as variações nas formas das caixas delimitadoras (MAGALHÃES et al., 2021). Além disso, os preditores convolucionais geram previsões de detecção por meio de camadas de convolução paralelas para regressão e classificação (XIE et al., 2019), possibilitando que o SSD faça previsões sobre deslocamentos em relação às formas das caixas padrão e os escores por classe para detectar objetos em várias escalas e razões de aspecto usando múltiplos mapas de características (LIU et al., 2016).

Nesse esquema temos a entrada, uma imagem 300x300, a backbone VGG16, as convoluções auxiliares e a detecção (MAGALHÃES et al., 2021).

2.5 SSD - Treinamento

O treinamento do SSD se diferencia de modelos convencionais de detecção de objetos devido à necessidade de associar informações Ground Truth, permitindo a retropropagação no processo ponta a ponta. A estratégia de correspondência é necessária para rotular as caixas delimitadoras padrão durante o treinamento, e o objetivo do treinamento envolve a função de perda total, que combina perda de confiança e perda de localização. Escalas e razões de aspecto são selecionadas durante o treinamento para permitir que diferentes camadas capturem detalhes e contextos globais. Para equilibrar exemplos positivos e negativos, o SSD utiliza a técnica de mineração de negativos difíceis. Além disso, o Data Augmentation é aplicado para melhorar o desempenho e a generalização do modelo (LIU et al., 2016; XIE et al., 2016; SHORTEN e KHOSHGOFTAAR, 2019).

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia experimental foi dividida em duas partes, sendo que, a primeira, mostra o decorrer do princípio e metodologia praticada no paper de Liu et al. (2016). Na segunda parte, serão inseridas figuras deste próprio autor, para que o algoritmo com a respectiva metodologia, seja processado e demonstrado o resultado esperado do SSD.

Portanto, a primeira fase é um discorrimento e relato reduzido do procedimento de Liu et al. (2016), que pode ser visto no texto abaixo descrito.

A VGG16 foi utilizada como backbone do SSD, pré-treinada no dataset ILSVRC CLS-LOC. Algumas camadas da rede foram modificadas para melhorar o desempenho, e o modelo foi refinado usando o algoritmo Stochastic Gradient Descent (SGD) para evitar overfitting.

O modelo SSD é comparado com os métodos Fast R-CNN e Faster R-CNN, usando a VGG16 como backbone, treinado no dataset Pascal VOC 2007. A Tabela 1 demonstra que o modelo SSD300 supera o Fast R-CNN e o Faster R-CNN, especialmente com imagens maiores e treinamento adicional. Além disso, a Figura 2 mostra que o SSD é capaz de detectar várias categorias de objetos com alta qualidade e enfrenta desafios na detecção de objetos menores e em categorias semelhantes.

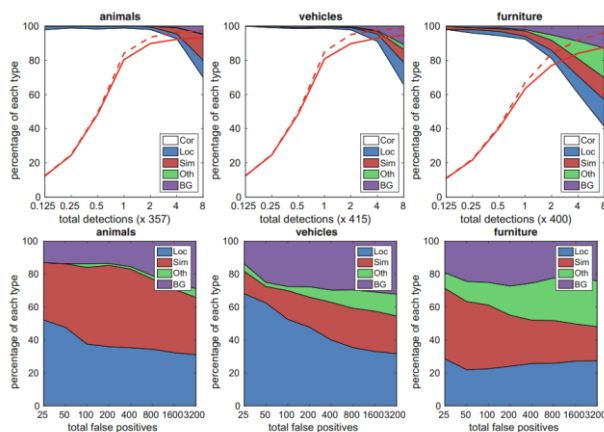
Tabela 1 – Resultados de Detecção com o Pascal VOC 2007 test

Method	data	mAP	aero	bike	bird	boat	bottle	bus	car	cat	chair	cow	table	dog	horse	mbike	person	plant	sheep	sofa	train	tv
Fast	07	66.9	74.5	78.3	69.2	53.2	36.6	77.3	78.2	82.0	40.7	72.7	67.9	79.6	79.2	73.0	69.0	30.1	65.4	70.2	75.8	65.8
Fast	07+12	70.0	77.0	78.1	69.3	59.4	38.3	81.6	78.6	86.7	42.8	78.8	68.9	84.7	82.0	76.6	69.9	31.8	70.1	74.8	80.4	70.4
Faster	07	69.9	70.0	80.6	70.1	57.3	49.9	78.2	80.4	82.0	52.2	75.3	67.2	80.3	79.8	75.0	76.3	39.1	68.3	67.3	81.1	67.6
Faster	07+12	73.2	76.5	79.0	70.9	65.5	52.1	83.1	84.7	86.4	52.0	81.9	65.7	84.8	84.6	77.5	76.7	38.8	73.6	73.9	83.0	72.6
Faster	07+12+COCO	78.8	84.3	82.0	77.7	68.9	65.7	88.1	88.4	88.9	63.6	86.3	70.8	85.9	87.6	80.1	82.3	53.6	80.4	75.8	86.6	78.9
SSD300	07	68.0	73.4	77.5	64.1	59.0	38.9	75.2	80.8	78.5	46.0	67.8	69.2	76.6	82.1	77.0	72.5	41.2	64.2	69.1	78.0	68.5
SSD300	07+12	74.1	74.6	80.2	72.2	66.2	47.1	82.9	83.4	86.1	54.4	78.5	73.9	84.4	84.5	82.4	76.1	48.6	74.3	75.0	84.3	74.0
SSD300	07+12+COCO	79.6	80.9	86.3	79.0	76.2	57.6	87.3	88.2	88.6	60.5	85.4	76.7	87.5	89.2	84.5	81.4	55.0	81.9	81.5	85.9	78.9
SSD512	07	71.6	75.1	81.4	69.8	60.8	46.3	82.6	84.7	84.1	48.5	75.0	67.4	82.3	83.9	79.4	76.6	44.9	69.9	69.1	78.1	71.8
SSD512	07+12	76.8	82.4	84.7	78.4	73.8	53.2	86.2	87.5	86.0	57.8	83.1	70.2	84.9	85.2	83.9	79.7	50.3	77.9	73.9	82.5	75.3
SSD512	07+12+COCO	81.5	86.9	87.5	82.0	75.5	66.4	88.2	88.7	89.3	65.2	88.3	74.4	87.1	88.9	85.9	84.5	57.6	84.6	80.7	87.1	81.7

Fonte: Liu et al., 2016.

O Fast e o Faster R-CNN usam imagens de entrada, cuja dimensão mínima é de 600 pixels. Os dois modelos SSD têm exatamente as mesmas configurações, exceto que possuem tamanhos de entrada diferentes (300×300 e 512×512). Os dados são definidos como: "07": treinamento e validação do VOC2007, "07+12": união do treinamento e validação do VOC2007 e VOC2012, "07+12+COCO": primeiro treinamento no COCO trainval35k e, em seguida, ajuste fino em "07+12".

Figura 2 - Visualização do desempenho do SSD 512 em animais, veículos e móveis no teste do VOC2007



Fonte: Liu et al., 2016.

Os gráficos na parte superior da Figura 2 mostram a fração cumulativa de detecções que estão corretas (Cor) ou falsos positivos devido à má localização (Loc), confusão com categorias similares (Sim), com outras (Oth), ou com o fundo (BG). Já os da parte inferior mostram a distribuição dos tipos de falsos positivos mais bem classificados.

A análise detalhada do modelo SSD envolveu experimentos controlados, mantendo configurações consistentes e um tamanho de entrada de 300x300, destacando o impacto do aumento de dados no desempenho, bem como a importância de usar várias camadas de saída com diferentes resoluções para aprimorar a detecção de objetos.

Os modelos SSD300 e SSD512 foram treinados com o VOC2012 trainval e VOC2007 trainval/test. O SSD300 superou o Fast/Faster R-CNN em precisão e alcançou 4,5% de melhoria ao aumentar o tamanho das imagens para 512 × 512. Comparado ao YOLO, o SSD é mais preciso, atingindo 80,0% de mAP no SSD512 após refinamento a partir de modelos COCO. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de detecção no teste PASCAL VOC2012

Method	data	mAP	aero	bike	bird	boat	bottle	bus	car	cat	chair	cow	table	dog	horse	mbike	person	plant	sheep	sofa	train	tv
Fast[6]	07++12	68.4	82.3	78.4	70.8	52.3	38.7	77.8	71.6	89.3	44.2	73.0	55.0	87.5	80.5	80.8	72.0	35.1	68.3	65.7	80.4	64.2
Faster[2]	07++12	70.4	84.9	79.8	74.3	53.9	49.8	77.5	75.9	88.5	45.6	77.1	55.3	86.9	81.7	80.9	79.6	40.1	72.6	60.9	81.2	61.5
Faster[2]	07++12+COCO	75.9	87.4	83.6	76.8	62.9	59.6	81.9	82.0	91.3	54.9	82.6	59.0	89.0	85.5	84.7	84.1	52.2	78.9	65.5	85.4	70.2
YOLO[5]	07++12	57.9	77.0	67.2	57.7	38.3	22.7	68.3	55.9	81.4	36.2	60.8	48.5	77.2	72.3	71.3	63.5	28.9	52.2	54.8	73.9	50.8
SSD300	07++12	72.4	85.6	80.1	70.5	57.6	46.2	79.4	76.1	89.2	53.0	77.0	60.8	87.0	83.1	82.3	79.4	45.9	75.9	69.5	81.9	67.5
SSD300	07++12+COCO	77.5	90.2	83.3	76.3	63.0	53.6	83.8	82.8	92.0	59.7	82.7	63.5	89.3	87.6	85.9	84.3	52.6	82.5	74.1	88.4	74.2
SSD512	07++12	74.9	87.4	82.3	75.8	59.0	52.6	81.7	81.5	90.0	55.4	79.0	59.8	88.4	84.3	84.7	83.3	50.2	78.0	66.3	86.3	72.0
SSD512	07++12+COCO	80.0	90.7	86.8	80.5	67.8	60.8	86.3	85.5	93.5	63.2	85.7	64.4	90.9	89.0	88.9	86.8	57.2	85.1	72.8	88.4	75.9

Fonte: Liu et al., 2016.

O Fast/Faster R-CNN usa imagens com no mínimo 600x600 de dimensão, enquanto o YOLO recebe imagens 448 x 448. O “07++12”: representa a união do VOC2007 trainval e test com o VOC2012 trainval. Já o “07++12+COCO”: Indica que o treinamento foi feito com o COCO trainval35k, então teve seu ajuste fino feito com o 07++12.

Para supressão não máxima eficiente, foi utilizado um limiar de confiança de 0,01 e o NMS foi aplicado com uma sobreposição de Jaccard de 0,45 por classe, mantendo as 200 melhores detecções por imagem. Isso é feito em cerca de 1,7 ms por imagem no modelo SSD300.

Na Tabela 3, o SSD300 e o SSD512 superam o Faster R-CNN em velocidade e precisão. O SSD300 é o primeiro método em tempo real com mAP acima de 70%. A otimização da rede base (VGG16) poderia tornar o SSD512 adequado para aplicações em tempo real.

Tabela 3. Resultados no teste do Pascal VOC2007.

Método	mAP	FPS	Tamanho de lote	Nº de caixas
Faster R-CNN (VGG16)	73.2	7	1	300
Faster R-CNN (ZF)	62.1	17	1	300
YOLO	63.4	45	1	98
Fast YOLO	52.7	155	1	98
SSD300	74.3	46	1	8732
SSD512	76.8	19	1	24564
SSD300	74.3	59	8	8732
SSD512	76.8	22	8	24564

Fonte: Liu et al., 2016.

O SSD300 é o único método de detecção em tempo real que pode atingir uma precisão acima de 70% no mAP. Ao usar uma imagem de entrada maior, o SSD512 supera todos os métodos em precisão, mantendo uma velocidade próxima ao tempo real. O uso de um tamanho de lote de teste de 8 melhora ainda mais a velocidade.

Na detecção de objetos em imagens, há duas abordagens principais: janelas deslizantes e classificação de propostas de regiões. Antes das redes neurais, métodos como DPM e Selective Search eram comuns. O R-CNN uniu propostas do Selective Search com CNNs, popularizando as abordagens por propostas de regiões. Outros métodos focam em melhorar as propostas usando redes neurais. Alguns preveem diretamente caixas delimitadoras e confianças para várias categorias de objetos, como OverFeat e YOLO. O SSD não usa propostas, empregando caixas padrão para maior flexibilidade.

Este estudo introduz o SSD, um detector de objetos eficiente e rápido com múltiplas saídas de caixas delimitadoras convolucionais em várias escalas.

Demonstramos que o uso de caixas padrão bem escolhidas melhora o desempenho. Os modelos SSD superam outros detectores em termos de precisão e velocidade, especialmente o SSD512, que supera significativamente o Faster R-CNN. O SSD300 opera em tempo real a 59 FPS, superando alternativas como o YOLO em termos de precisão. Além disso, sugerimos que o modelo SSD pode ser um componente valioso em sistemas maiores e incentivamos pesquisas futuras sobre sua integração com redes neurais recorrentes para detecção e rastreamento de objetos em vídeo em tempo real.

Na segunda parte deste trabalho, é utilizado o modelo SSD300, disponível no repositório que pode ser acessado por esse link: <https://github.com/sgrvinod/a-PyTorch-Tutorial-to-Object-Detection>, treinado com o conjunto de dados Pascal VOC 2007 e 2012, para a detecção de objetos. As imagens-alvo incluirão uma moto e uma bicicleta. A escolha da moto e da bicicleta visa verificar a precisão da identificação, identificando possíveis desafios ou confusões.

Figura 3 – Uma Motocicleta – Imagem sem e com Identificação do Objeto



Fonte: Os autores.

A Figura 3 mostra a esquerda uma motocicleta, cujo processamento de SSD ainda não ocorreu. Nesta condição a imagem escolhida é analisada e identificada por um SSD treinado usando o dataset Pascal VOC 2007 e 2012. A análise e identificação é um processo intrínseco ao algoritmo SSD300, cujo resultado de identificação pode ser mostrado na parte direita da Figura 3. A detecção e classificação foram corretas. O retângulo define todas as partes essenciais da motocicleta.

Figura 4 – Uma Bicicleta – Imagem com e sem Identificação do Objeto



Fonte: Os autores.

A Figura 4 a esquerda o objeto antes da detecção e a direita após a detecção, nas mesmas condições da Figura 3. A bicicleta foi identificada e rotulada corretamente.

4 DISCUSSÃO GERAL

Este estudo analisou a aplicação do SSD na visão computacional do mundo real. Conclui-se que o SSD é altamente eficaz, superando concorrentes em precisão e velocidade, tornando-se valioso para aplicações práticas, como carros autônomos e vigilância. Além disso, ele inova ao simplificar o treinamento e a integração. Mas o SSD pode enfrentar desafios com objetos pequenos e categorias semelhantes. Essas limitações merecem futuras investigações para aprimorar a visão computacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo enfoca o SSD como uma ferramenta promissora na visão computacional e detecção de objetos. Ele destaca a importância das CNNs e do SSD no processamento de informações visuais e demonstra sua eficácia por meio de resultados práticos, indicando um futuro promissor na aplicação de detecção de objetos em cenários do mundo real. Em resumo, o SSD representa uma abordagem eficaz e ágil na visão computacional, com potencial para aplicações práticas.

6 PROJETOS FUTUROS

Os projetos futuros dos autores na área de detecção de objetos abrangem diversas possibilidades, incluindo: Desenvolvimento de Algoritmo SSD Personalizado, Otimização da Arquitetura e Criação de Datasets Específicos.

Essas iniciativas têm o objetivo de aprimorar a detecção de objetos, tornando-a mais precisa e adaptável a diversas aplicações em setores como agricultura e

manufatura. Para isso, serão estabelecidas colaborações com especialistas, será avaliado o impacto desses esforços e serão estabelecidas metas mensuráveis.

REFERÊNCIAS

- BROWNLEE, J. SSD: **Deep Learning for Computer Vision Image Classification**, Object Detection, and Face Recognition in Python, v.1.8, 563p. 2020. Disponível: https://www.google.com.br/books/edition/Deep_Learning_for_Computer_Vision/D OamDwAAQBAJ?hl=ptBR&gbpv=1&dq=Jason+Brownlee,+Deep+Learning+for+Comp uter+Vision,+2019&pg=PA56&printsec=frontcover.
- FURTADO, M., I., V., SSD: **Redes Neurais Artificiais**: Uma Abordagem Para Sala de Aula, Atena Editora – Ponta Grossa/PR, 2019. p99. DOI:10.22533/at.ed.262191504
- HAYKIN, S., SSD: **Redes Neurais**: Princípios e prática. Tradução: Paulo M. Engels. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 898 p. ISBN 0-13-273350-1
- LI, X., LI, X., GUAN, S., JIN, J., & GE, Y.. Trident SSD: A Trident Single-Shot Multibox Object Detector with Deconvolution. **Journal of Physics: Conference Series**, v.1631, 1-11p. 2020. DOI:10.1088/1742-6596/1631/1/012182
- LIU, W., ANGUELOV, D., ERHAN, D., SZEGEDY, C., REED, S., FU, C.Y., BERG, A.C., SSD: Single Shot MultiBox Detector, **Lecture Notes in Computer Science**: Cornell University – Arxiv.org, v.5, 21-37p., 21-37p. 2016. DOI:10.1007/978-3-319-46448-0_2
- MAGALHÃES, S., A., CASTRO, L., MOREIRA, G., SANTOS, F., N., CUNHA, M., DIAS, J., MOREIRA, A., P., SSD: **Evaluating the Single-Shot MultiBox Detector and YOLO Deep Learning Models for the Detection of Tomatoes in a Greenhouse**, MDPI 2021.
- MIN, S., LEE, B., YOON, S., **Deep learning in bioinformatics. Briefings in Bioinformatics**, Oxford University Press. 851-869, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1093/bib/bbw068>.
- NIELSEN, M., SSD: **Neural Networks and Deep Learning**, 224p. 2019. Disponível: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>.
- PENG, H., HUANG, B., SHAO, Y., LI, Z., ZHANG, C., CHEN, Y., XIONG, J., SSD: **General Improved SSD Model for Picking Object Recognition of Multiple Fruits in Natural Environment**, em Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018.
- PRINCE, J., D., S., **SSD: Computer Vision**: Models, Learning, and Inference. University College London, 579p. 2012. DOI: 9781107011793
- SEBE, N., COHEN, I., GARG, A., HUANG., T.S., **Machine Learning in Computer Vision**, Springer, Netherlands, 2005. 249p.

- SHANTINI, A., MANOGARAN, G., VADIVU, G., SSD: **Deep Convolutional Neural Network for The Prognosis of Diabetic Retinopathy**, Springer - Singapura, 2023.
- SHORTEN, C., KHOSHGOFTAAR, T., M., SSD: **A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning**, SpringerOpen, 48p. 2019. DOI:<https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>
- ULLAH, N., MOHANTA, P., P., SSD: - **Recent Advances in Video Captioning with Object Detection**. Em MIR, R. N., SHARMA, V. K., ROUT, R. K., & UMER, S. (Eds.), Advancement of Deep Learning and its Applications in Object Detection and Recognition, River Publishers, 2023, 286p.
- XIE, H., ZHANG, Y., WU, Z., SSD: An Improved Fabric Defect Detection Method Based on SSD, **em 2nd Artificial Intelligence on Fashion and Textile International Conference**, v.8, 2019.
- YAMASHITA, R., NISHIO, M., DO, R. K. G., TOGASHI, K., SSD: **Convolutional neural networks: an overview and application in radiology**, Springer, 19p. 2018. DOI:<https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9>

IA, Análise de Dados e UX: A Tríade da Transformação para Experiências Significativas

Andrey Lucca Gonçalves Vieira, Vinicius Garcia Nascimento, Tiago Seti Patrício

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

{andrey.vieira, vinicius.nascimento31,}@fateclins.sp.gov.br;
thiago-2-pc@hotmail.com;

Resumo: Este artigo explora a importância da coleta, armazenamento, processamento e análise de dados no contexto atual, destacando o papel da IA na geração de insights personalizados. Também aborda desafios de privacidade, segurança e ética, enfatizando a necessidade de políticas e práticas adequadas. Os exemplos fornecidos demonstram como as empresas estão aproveitando os dados para obter vantagens estratégicas.

Palavras-Chave: Dados, Coleta de Dados, Inteligência Artificial, Experiência do Usuário, Análise de dados.

Abstract: This article explores the importance of collecting, storing, processing, and analyzing data in the current context, highlighting the role of AI in generating personalized insights. It also addresses privacy, security, and ethical challenges, emphasizing the need for appropriate policies and practices. The examples provided demonstrate how companies are leveraging data to gain strategic advantages.

Keywords: Data, Data Collection, Artificial Intelligence, User Experience, Data Analysis.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a análise de Diniz (2021), é inegável que os dados assumem um papel semelhante ao que o petróleo representou no passado, parafraseando as palavras do renomado matemático londrino e especialista em Ciência de Dados, Clive Humby. Os dados emergem como um elemento fundamental e predominante no que diz respeito à competitividade das empresas e à tomada de decisões estratégicas. É importante notar que os dados possuem uma característica única de serem praticamente infinitos e inesgotáveis. No entanto, nesse cenário, a segurança e a proteção dos dados também se tornam elementos cruciais, uma vez que os consumidores têm expectativas de que suas informações sejam tratadas com responsabilidade. Vale ressaltar que a Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel cada vez mais relevante na coleta e no armazenamento de dados, habilitando a tomada de decisões em tempo real e a criação

de recomendações altamente personalizadas. De início, os dados podem parecer não possuir um significado, uma vez que não estão inseridos em um contexto específico. No entanto, a chave para compreender sua importância está na capacidade de reunir e organizar conjuntos de dados, transformando-os em informações valiosas. Os dados, isoladamente, podem parecer dispersos e desprovidos de utilidade, mas quando são devidamente organizados, processados e analisados, eles se convertem em informações que fornecem insights significativos e totalmente úteis para as empresas, e com isso, reconhecer o comportamento de seus clientes.

À medida que avança a análise de dados, é vital abordar a importância da qualidade dos dados, destacando como dados imprecisos podem levar a decisões equivocadas. Além disso, a proteção de dados desempenha um papel fundamental, pois envolve não apenas a confiança do cliente, mas também questões éticas sobre o uso responsável dos dados. Regulamentações de privacidade, como o GDPR na União Europeia, tanto como a LGPD no Brasil destacam a necessidade de garantir que as informações pessoais dos clientes sejam tratadas com responsabilidade e segurança.

A utilização de técnicas avançadas de análise de dados, como a IA, permite oferecer ao cliente melhores recomendações, melhorando assim a sua experiência de usuário (UX). Essas recomendações personalizadas podem ser observadas em plataformas de streaming de vídeo, como Netflix, que analisam o histórico de visualização e as preferências dos usuários para sugerir conteúdo sob medida. Da mesma forma, no comércio eletrônico, algoritmos de IA processam dados de compras anteriores, comportamento de navegação e até mesmo dados demográficos para fazer sugestões de produtos altamente relevantes.

Neste artigo, serão explorados cada um desses aspectos, abordando também desafios de privacidade e segurança, regulamentações de proteção de dados, benefícios da análise em tempo real, desafios técnicos e infraestrutura necessária, questões éticas na coleta e uso de dados, tendências futuras e estudos de caso reais que ilustram como as empresas estão transformando dados em insights poderosos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A crescente afirmação de Clive Humby, destacando que "os dados têm se tornado o novo petróleo do século 21", ressalta a transformação radical que ocorreu na era da informação¹. Essa analogia é especialmente relevante em um mundo onde a coleta, armazenamento, processamento e análise de dados desempenham papéis essenciais nos negócios e na sociedade como um todo. No entanto, a mera acumulação de dados não é suficiente; seu verdadeiro valor emerge quando são transformados em informações significativas. Com base no exposto, aborda-se do que se trata cada ponto:

- Coleta de dados: A coleta de dados é o início do ciclo de utilização de informações. De acordo com Cruz et al (2014), existem duas formas de se

coletar dados: Determinar termos e coletar por citações destes termos, ou, por streaming, onde a aplicação criada funciona como um “ouvinte” da rede e captura os dados à medida que estes surgem.

- Armazenamento de dados: O armazenamento de dados pode ser feito de diversas formas, tais como em nuvem e servidores por exemplo, contudo, um termo que vem sendo muito utilizado nesse ramo de armazenamento de dados é o de Big Data, que é definido por Mayer-Schonberg e Cukier (2013) como um processo de extração da informação de qualidade a partir de um grande volume de informação.
- Análise de dados: A análise de dados é uma disciplina que envolve a inspeção, limpeza, transformação e interpretação de dados, com o objetivo de descobrir informações úteis do usuário, apoiar a tomada de decisões e identificar tendências ou padrões de comportamento.

À medida que avança a análise de dados, é vital abordar a importância da qualidade dos dados, pois a imprecisão desses podem levar a decisões equivocadas.

A segurança de dados é um processo fundamental para proteger informações contra acesso não autorizado, garantindo a privacidade, prevenindo fraudes e protegendo a reputação das empresas. É um direito fundamental e requer medidas como controle de acesso, criptografia e monitoramento de rede para evitar violações. Tanto a qualidade quanto a segurança dos dados são cruciais na análise de dados, e as empresas devem investir em ambos para garantir a confiabilidade e a confiança dos clientes.

A IA em todo esse contexto tem um papel fundamental e está sendo cada vez mais utilizada, atuando desde a coleta de dados até a análise. Pode ser usada nos seguintes ramos:

- Automação na coleta de dados: Identifica e analisa dados de mídia social, como postagens, comentários e curtidas e coleta dados de dispositivos inteligentes, como wearables (dispositivos vestíveis) e sensores.
- Automação na análise de dados: Identifica padrões e tendências em dados, o que pode ajudar as empresas a entenderem melhor o comportamento de seus clientes. Também gera insights que seriam difíceis ou impossíveis de serem obtidos manualmente, além de ser usada para personalizar a experiência do cliente, de acordo com as preferências individuais.
- Sugestões após análise de dados: Pode recomendar produtos aos clientes com base em seus históricos de compras, interesses e outras informações, assim como segmentar clientes em grupos com base em características comuns, ajudando as empresas a direcionarem suas campanhas de marketing de forma mais eficaz.

2.1 Utilização de Dados para Personalizar a Experiência do Usuário: Recomendações de Produtos e Conteúdo Relevante

A personalização da experiência do usuário tem se tornado cada vez mais relevante em um cenário de crescimento exponencial de informações e opções disponíveis na Internet. As empresas e plataformas digitais têm investido em estratégias que visam fornecer conteúdo e recomendações de produtos altamente relevantes para seus usuários.

- **Captura de dados:** Para personalizar a experiência do usuário, é essencial coletar uma ampla gama de dados. Esses dados podem ser divididos em diversas categorias, incluindo:
 - **Dados Demográficos:** Informações como idade, gênero, localização geográfica.
 - **Dados de Comportamento:** Acompanhar o comportamento do usuário, como histórico de navegação, interações anteriores e ações tomadas dentro da plataforma, é crucial para entender os interesses e preferências individuais.
 - **Feedback do Usuário:** A coleta de feedback direto dos usuários por meio de pesquisas, avaliações e comentários também desempenha um papel importante na personalização.
 - **Dados Sociais:** A integração de dados de mídias sociais permite uma compreensão mais profunda dos interesses e conexões sociais dos usuários.
- **Processamento de Dados:** O processamento de dados desempenha um papel crítico na personalização da experiência do usuário. Técnicas de aprendizado de máquina e IA são aplicadas para prever as preferências do usuário e gerar recomendações relevantes.
- **Benefícios da Personalização:** A personalização da experiência do usuário oferece uma série de benefícios.
 - **Aumento da Satisfação do Usuário:** Recomendações personalizadas atendem às preferências individuais dos usuários, tornando sua experiência mais agradável.
 - **Melhoria do Engajamento:** Conteúdo e produtos relevantes aumentam o envolvimento do usuário, mantendo-os ativos por mais tempo nas plataformas.
 - **Aumento das Conversões:** A personalização contribui para a conversão de visitantes em clientes, resultando em um aumento nas vendas e receitas.

2.2 Análise de Experiência do Usuário (UX): Melhorando a Satisfação e Retenção do Usuário.

A experiência do usuário (UX) refere-se à forma como os usuários interagem com um produto ou serviço digital, incluindo a usabilidade, acessibilidade e a satisfação que obtêm durante essa interação.

2.2.1 Componentes da análise UX

A análise de UX envolve uma variedade de componentes inter-relacionados:

- a. **Pesquisa do Usuário:** Pode incluir entrevistas, questionários, observações e análise de dados demográficos para compreender as necessidades e comportamentos dos usuários.
- b. **Avaliação Heurística:** Especialistas em UX avaliam o design de produtos digitais em relação a princípios de usabilidade estabelecidos, identificando problemas potenciais.
- c. **Testes de Usabilidade:** Os testes envolvem a observação direta de usuários enquanto eles interagem com um aplicativo ou site. Isso ajuda a identificar obstáculos e oportunidades de melhoria.
- d. **Métricas de Desempenho:** O monitoramento de métricas como taxas de rejeição, tempo de permanência e conversões ajuda a avaliar o desempenho e a eficácia do design.

2.2.2 Importância da Análise de UX

A análise de Experiência do Usuário (UX) é fundamental na criação de produtos digitais bem-sucedidos, melhorando a satisfação, a retenção de usuários e a eficiência.

2.2.3 Estratégias da Análise de UX

Adotar algumas estratégias não apenas aprimora a experiência do usuário, mas também assegura que as decisões de design sejam informadas e baseadas em evidências sólidas, resultando em produtos digitais mais eficazes e satisfatórios para os usuários. Estratégias como mapeamento de jornada do usuário, prototipagem e testes iterativos, análise de feedback do usuário, e testes A/B, por exemplo.

2.3 O aprendizado de máquina para o sistema de recomendações e UX

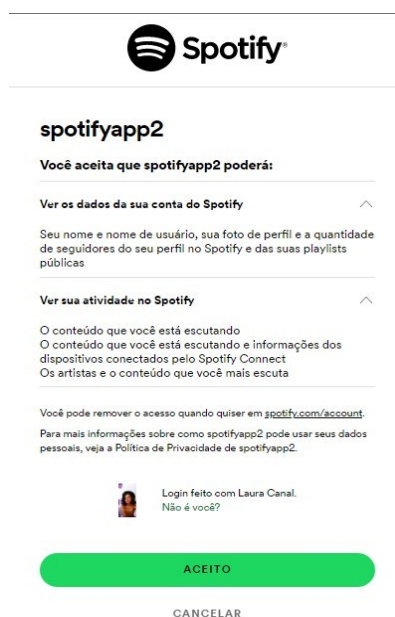
Em um mundo digital em constante expansão, os sistemas de recomendação desempenham um papel crucial, de acordo com AGGARWAL (2016) Os sistemas de recomendação, que empregam técnicas de aprendizado de máquina, têm a finalidade

de antecipar as preferências e escolhas de um usuário. Essas tecnologias desempenham um papel vital em diversas áreas, abrangendo desde o comércio eletrônico até as plataformas de mídia social e os serviços de streaming.

2.3.1 Recomendações Impulsionadas pela IA

A personalização da experiência do usuário muitas vezes depende de técnicas avançadas de IA para a geração de recomendações altamente relevantes. Empresas como Netflix, Amazon e Spotify (citado acima) são exemplos notáveis de como a IA é usada para aprimorar a personalização.

Figura 1 – Permissões Spotify.



Fonte: Laura Canal, 2023.

2.3.2 Componentes da Análise de UX com Enfoque em IA

A análise de UX pode ser impulsionada pela IA de várias maneiras:

- Pesquisa do Usuário com IA:** Ferramentas de análise de sentimentos e processamento de linguagem natural podem ser usadas para analisar pesquisas, entrevistas e comentários dos usuários.
- Métricas Avançadas:** A IA pode ser empregada para análise de métricas de desempenho, identificando correlações e padrões mais complexos nos dados de uso, indo além das métricas tradicionais.

Também é válido citar alguns casos de sucesso nesse campo da IA, são eles: Waze, Youtube, TikTok.

2.4 Desvantagens

A questão da privacidade no mundo digital é um tópico de crescente preocupação. Como Edward Snowden, o ex-analista da CIA (Agência Central de Inteligência) e NSA (Agência de Segurança Nacional), argumentou de forma eloquente, 'A privacidade já não é uma questão de 'eu não tenho nada a esconder', mas sim de 'por que alguém precisa saber?'. Essa afirmação ressalta a mudança de paradigma em relação à privacidade e a necessidade de questionar o motivo pelo qual nossos dados pessoais são coletados e usados. No mundo cada vez mais conectado e orientado por dados em que vivemos, os usuários muitas vezes se deparam com as desvantagens da análise de dados. A invasão de privacidade é uma preocupação central. À medida que nossos dados são coletados, analisados e compartilhados, a sensação de que nossa vida digital está sendo constantemente monitorada pode ser avassaladora.

Além disso, a personalização excessiva pode ser uma lâmina de dois gumes. Embora a análise de dados seja usada para entregar conteúdo e recomendações sob medida, ela também pode criar bolhas de filtro, onde os usuários veem apenas informações que reforçam suas crenças e perspectivas, restringindo o acesso a diferentes pontos de vista.

Portanto, embora a análise de dados tenha suas vantagens, os usuários devem estar cientes das possíveis desvantagens, incluindo questões de privacidade, personalização excessiva e perda de controle, à medida que navegamos neste cenário digital cada vez mais complexo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme Clive Humby sabiamente apontou, "os dados são o novo petróleo do século 21," e esta afirmação ressoa com a crescente relevância da coleta, armazenamento, processamento e análise de dados na sociedade contemporânea.

A coleta de dados está se tornando cada vez mais sofisticada, integrando informações de dispositivos inteligentes e mídias sociais, ampliando as possibilidades de compreensão do comportamento do usuário. O armazenamento de dados, especialmente com a evolução do Big Data, está se tornando mais eficiente e escalável, permitindo o processamento de volumes massivos de informações.

A análise de dados está se beneficiando das técnicas avançadas de aprendizado de máquina e IA, que não apenas identificam padrões e tendências, mas também geram recomendações altamente relevantes, aprimorando a satisfação do usuário. A análise de UX está se aprofundando, usando IA para analisar o sentimento dos usuários e métricas mais complexas, fornecendo insights valiosos para o design de produtos digitais.

Ao olhar para o futuro, as áreas discutidas neste estudo continuarão a evoluir. A qualidade dos dados e a segurança dos dados serão aprimoradas para garantir que as empresas possam confiar nas informações que coletam e processam.

Além disso, a análise de dados desempenhará um papel crucial em campos como saúde, mobilidade urbana e educação, impulsionando inovações e melhorias significativas.

A habilidade de equilibrar os benefícios da análise de dados com a proteção dos direitos e preocupações dos usuários será crucial para o sucesso contínuo nesta era da informação.

REFERÊNCIAS

GDPR. **Artigo 4.** Disponível em: <https://gdpr-info.eu/art-4-gdpr/>. Acesso em: (13/10/2023).

FRANÇA, Tiago. et al. **Big Social Data: Princípios sobre Coleta, Tratamento e Análise de Dados Sociais.** Simpósio Brasileiro de Banco de Dados. Anais... Local: Editora, 2014. p. 13. Disponível em: <https://www.inf.ufpr.br/sbbdsbsc2014/sbbd/proceedings/artigos/pdfs/127.pdf>. Acesso em: (13/10/2023).

LAURA CANAL. **Spotify Pie e a nova era da coleta de dados do usuário.** In: Medium. Disponível em: <https://medium.com/classroom-pro/spotify-pie-e-a-nova-erada-coleta-de-dados-do-usu%C3%A1rio-d4367c6a04d0>. Acesso em: (13/10/2023).

SCHONBERGER-MAYER, Viktor; CUKIER Kenneth. **Big data: como extrair volume, variedade, velocidade e valor da avalanche de informação cotidiana.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. Acesso em: (18/10/2023).

AGGARWAL, Charu C. **Recommender Systems: The Textbook.** 3. ed. Cham, Switzerland: Springer, 2023. Acesso em: (18/10/2023).

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: (18/10/2023).

DINIZ, L. Sim, dados são o novo petróleo! Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/20949-sim-dados-sao-novo-petroleo>. Acesso em: (18/10/2023).

Uso de inteligência artificial na agricultura

Carlos Suguitani, Tais Santo Dadazio

Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium -UniSALESIANO - Lins – SP– Brasil

carlos.suguitani@gmail.com, tais.dadazio@hotmail.com

Resumo. *O uso da inteligência artificial (IA) tem ganhado cada vez mais espaço, e não poderia ser diferente na agricultura. A IA auxiliar a solução dos problemas no campo e promover ganhos na produtividade. Assim, essa revisão tem como objetivo gerar informações a respeito do uso da IA na agricultura. Pode ser utilizada para identificação de plantas, pragas e doenças, controle de plantas daninhas e também são desenvolvidos robôs para atuarem na agricultura. No entanto, a implantação dessa tecnologia no país ainda apresenta alguns entraves, como, falta de conexão com a internet, alto custo para implantação e falta de mão-de-obra qualificada. Assim, cabe aos profissionais se atualizarem e ao governo promover mais incentivos.*

Palavras-Chave: *IA. Robôs. Controle de pragas e doenças. Tecnologia. Conectividade.*

Abstract. *The use of artificial intelligence (AI) has been gaining more and more space, and it could not be any different in agriculture. AI helps solve problems in the field and promote productivity gains. Thus, this review aims to generate information regarding the use of AI in agriculture. It can be used for plant identification, predictions and diseases, plant control and robots are also developed to work in agriculture. However, the implementation of this technology in the country still presents some obstacles, such as lack of internet connection, high cost of implementation and lack of transferred labor. Therefore, it is up to professionals to update themselves and the government to promote more incentives.*

Keywords: *IA. Robots. Pest and disease control. Technology. Connectivity.*

1 INTRODUÇÃO

Assim como em outros setores, o uso da inteligência artificial (IA) na agricultura, também é uma realidade, que vem chamando atenção em todo mundo. É um mercado crescente e que na prática pode ajudar os agricultores a solucionarem problemas e promover ganhos na produtividade (FieldView, 2022). Esse mercado na agricultura global em 2017 foi avaliado em US\$ 545 milhões, com previsões para alcançar a marca de US\$ 2075 milhões em 2024 (Rehagro, 2022).

O uso crescente se deve especialmente pelo fato da IA tornar os processos mais rápidos, superando a velocidade do ser humano, em todas as etapas, desde as fábricas, transporte e no campo (Moreti et al., 2021). Assim, a produção pode ser aumentada utilizando-se menos insumos, melhorando o produto final (Talaviya et al., 2020), gerando mais economia de recursos e produtos, demonstrando ser sustentável.

Além disso, a população mundial tende a crescer em 40% e para suprir a demanda de alimentos mundial e a produção precisa aumentar em torno de 70 a 100% nos países desenvolvidos (Goedde et al., 2020). Dessa forma, se torna imprescindível a adoção dessa tecnologia para não somente aumentar a produtividade, mas também para que isso seja feito de uma maneira segura e sustentável, reduzindo os custos.

Vários softwares são desenvolvidos para auxiliar na gestão agrícola, com o uso de técnicas computacionais, sensoriamento remoto e sistemas de posicionamento global, gerando sistemas para auxiliar a agricultura de precisão (Honda; Jorge, 2013). Sistemas foram desenvolvidos para detecção de plantas daninhas, pragas e doenças, detecção de rendimento e qualidade da colheita (Liakos et al., 2018). Bem como, foram gerados robôs agrícolas, sensores, tratores autônomos, drones agrícolas, reconhecimento facial e sistemas de irrigação automatizados (Sebrae, 2023).

No Brasil pesquisas realizadas em parceria com a Embrapa, Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) e o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) demonstram que 84,1% dos agricultores utilizam alguma tecnologia, 66,1% para planejamento das atividades na área, 43,3% para gestão da propriedade, 40,5% para compra de insumos e produtos, 32,7% para o mapeamento e planejamento do uso da terra e 30,2% para previsão dos riscos climáticos (2020).

A IA pode apresentar desafios para sua implantação, segundo os agricultores os principais entraves estão relacionados a impossibilidade de conexão com a internet, falta de familiaridade com tecnologias e por ser um investimento de alto custo (MCKinsey; Valor Econômico, 2021).

Assim, essa revisão tem como objetivo gerar informações a respeito do uso e desenvolvimento da IA na agricultura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto em revistas científicas impressas e on-line, reunindo diferentes informações e fontes, listando as principais tecnologias utilizadas na agricultura moderna com uso de inteligência artificial.

3 RESULTADOS FINAIS

A terminologia IA pode ser definida como um conjunto de algoritmos, desenvolvidos pelo homem, que pode ser programado em uma máquina, gerando

habilidades semelhantes a humana (Fernandes, 20003). Ainda pode ser dita como o gerenciamento de informações e dados de uma cultura, que garantem a automação das operações agrícolas (Pant, 2016). Ainda segundo Waterman (1985) define IA como:

“Uma subárea da Ciência da Computação que objetiva desenvolver programas computacionais inteligentes. Esses programas são: solucionadores de problemas, programas que melhoram sua própria performance, programas que interpretam linguagens, programas que reconhecem esquemas visuais, enfim que se comportam de maneira que seria considerada inteligente se observada num homem.”(Waterman, 1985)

A evolução digital na agricultura é chamada de Agricultura 4.0 ela reflete a fusão entre o digital e o físico, e permite monitoramentos em tempo real do clima, produtividade, solo, animais, facilitando a tomada de decisão, aumento a produção, e tornando-o essa mais sustentável. Em suma ela pode ser implantada desde a fase de pré-produção (biotecnologia e bioinformática), na produção que engloba o plantio e a colheita (agricultura de precisão, sensoriamento remoto, robótica, monitoramento e uso da terra), e na pós-produção que envolve distribuição, processamento e consumo (monitoramento do mercado, plataformas sociais, tecnologias móveis) (Massruhá et al., 2020).

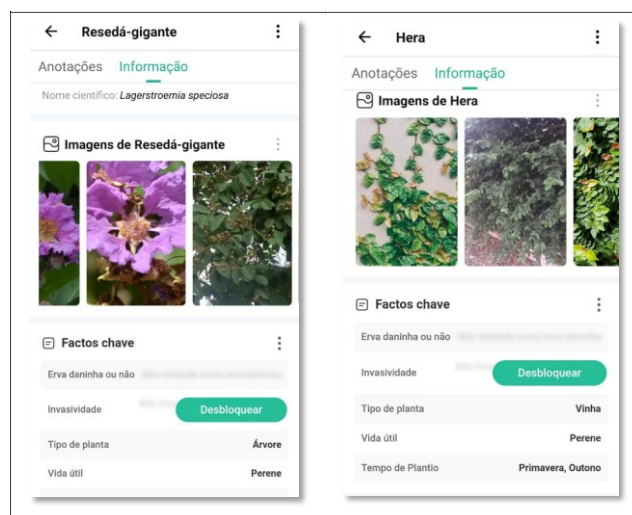
A seguir serão apresentadas as principais tecnologias que utilizam inteligência artificial na agricultura.

3.1 Identificação de plantas

Os agrônomos têm um amplo conhecimento sobre as plantas que são utilizadas em grandes áreas comerciais, como os grãos, e também as comuns no paisagismo, mas é impossível conhecer todas as espécies. Atualmente a IA está nos ajudando na identificação de plantas com uso de aplicativos para celular e tablets. O processo é simples, o usuário tira uma foto da planta e a IA consegue chegar em resultados bem precisos. Com essa informação conseguimos realizar o cultivo de cada espécie corretamente, respeitando as exigências e as suas limitações, imagine se no paisagismo nós colocássemos uma planta que precisa de sol para seu desenvolvimento pleno num ambiente sombreado ou o contrário. Dentre os principais aplicativos podemos citar o Picture This (Figura 1) que reconhece mais de 10 mil espécies de flores, árvores e suculentas, o iNaturalist que é formado por uma comunidade de mais de 400 mil cientistas e naturalistas, o Seek que faz a identificação utilizando o banco de dados do iNaturalist, o LeafSnap Plant Identification promete identificar 90% das espécies do mundo e temos também alguns que são mais específicos como o Book of Mushrooms e o Mushroom Identify que são para cogumelos, sendo capazes de diferenciar mais de mil espécies, claro que nesse caso não é recomendado que o usuário consuma o cogumelo

baseado somente nas informações do aplicativo, em função do risco de intoxicação por algum erro que possa acontecer.

Figura 1 - Identificação de plantas realizadas com o aplicativo Picture This.



Fonte: print screen da identificação de plantas do aplicativo Picture This.

3.2 Identificação de doenças e pragas

Assim como acontece na identificação de plantas, esses aplicativos fazem um comparativo da foto tirada com as imagens que tem armazenadas no seu banco de dados. Muitos dos aplicativos, que foram citados no item anterior, “conseguem” identificar as doenças através das imagens, pelo menos é isso que eles prometem, mas é algo muito complexo e que gera vários erros de diagnóstico, sendo necessário uma grande evolução para poder apresentar um resultado satisfatório, pois existem muitas variáveis que devem ser consideradas, as vezes o mesmo sintoma visual numa folha, por exemplo, pode ter diferentes resultados na prática, desde uma doença até uma injúria abiótica, o que na prática necessita de intervenções distintas.

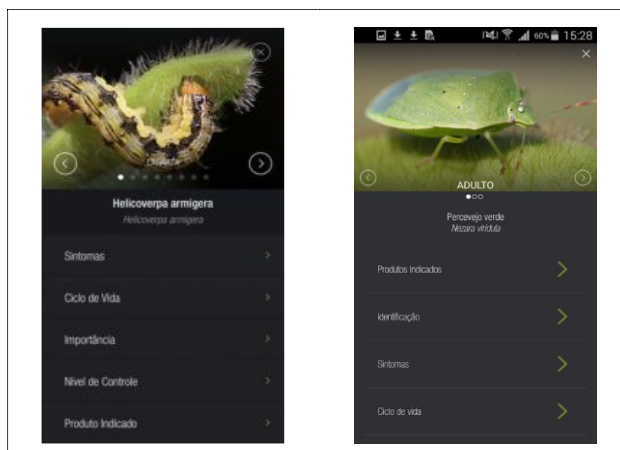
Existem outros aplicativos que são mais específicos para doenças de plantas e podem trazer uma informação melhor, dentre os principais que são mais específicos dessa área, podemos citar o Plantix, o Plant Disease Identifier, Detector de Pragas da UFMS (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul) e o Yara CheckIT, sendo esse último capaz de identificar deficiências nutricionais, mas nenhum deles apresentam uma assertividade muito alta com um único e correto resultado. Então, é uma área que ainda tem muito a evoluir.

A Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) desde 2022 vem buscando essa evolução utilizando uma tecnologia chamada BrainTech, que captura

ondas cerebrais e identifica como ocorre o julgamento e a classificação de um especialista quando se depara com uma imagem com a doença e a IA vai sendo aprimorada (Costa, 2023). Esse projeto está sendo desenvolvido com a multinacional japonesa Macnica DHW e a empresa israelense InnerEye, sendo esta última a desenvolvedora do BrainTech. Os primeiros resultados foram promissores, conseguindo alta acurácia na identificação de folhas doentes com oídio e ferrugem da soja, essa última doença é responsável por prejuízos que ultrapassam os US\$ 2 bilhões por safra no Brasil. Mesmo com resultados promissores ainda necessita de muitos estudos e investimentos para ser utilizado no campo.

Quando falamos na identificação de pragas ou insetos a situação é bem diferente. O nível de acertos sobe bastante, isso porque é mais parecido com o que acontece com as plantas, não tem tantas variáveis a serem observadas como nas doenças. Dentre os principais podemos citar o Picture Insect, Seek, Farmbox, ADAMA Alvo (Figura 2), Agrobase e BASF Agro, sendo os quatro últimos voltados especificamente para agricultura e com foco também no controle das pragas.

Figura 2 - Identificação de insetos pragas do aplicativo ADAMA Alvo.



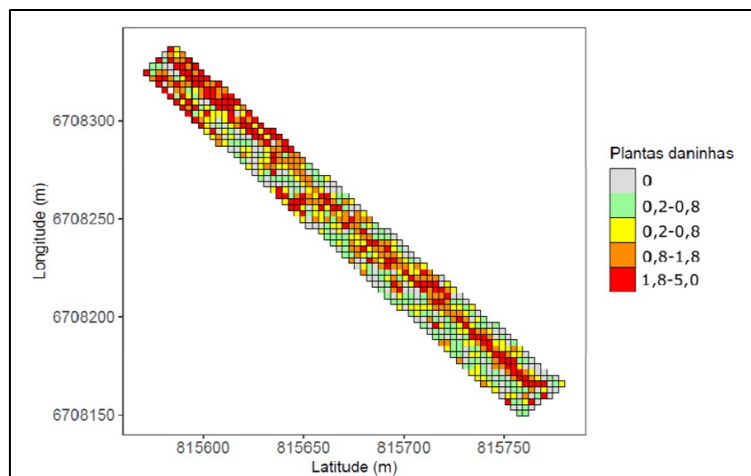
Fonte: Adama, 2023.

3.3 Controle de plantas daninhas

Na agricultura, chamamos de plantas daninhas as espécies que trazem prejuízos no cultivo de culturas agrícolas, os aplicativos de identificação de plantas também apresentam bons resultados em relação a essas plantas indesejadas, mesmo assim existem programas específicos para agricultura que trazem informações sobre o controle dessas plantas. Nesse caso, a IA auxilia os produtores rurais a identificarem as plantas daninhas e a utilizarem produtos corretos, evitando perdas significativas em suas lavouras. As plantas daninhas podem causar prejuízos que podem chegar à perda total da produção (Fontes et al., 2003).

A utilização de sensores com inteligência artificial com modelos de aprendizagem de máquina, machine learning e deep learning, que conseguem distinguir a cultura agrícola das plantas daninhas vem trazendo inúmeros benefícios econômicos e ambientais, pois conseguem direcionar a aplicação em pontos específicos ao contrário da aplicação em área total que é feito normalmente. Essa tecnologia se baseia no fato de que as plantas daninhas não se disseminam ou se desenvolvem de forma uniforme na área, formando algumas “manchas” de infestação nas áreas de cultivo. Podemos citar como principais vantagens a economia no uso de defensivos, menor risco de contaminação do ambiente e dos trabalhadores, maior rendimento da operacional, diminuição da mão-de-obra, dentre outras.

Buhse et al. (2019) realizaram testaram o sensor WIDit e fizeram um levantamento de campo verificando a localização das plantas daninhas, sendo constatado uma distribuição irregular em reboleiras (Figura 3), na imagem fica nítido que existiria um desperdício de herbicidas caso um mapeamento prévio para aplicação localizada não fosse realizado e a aplicação fosse em área total. Dessa forma, foi verificado uma economia de 80% na quantidade de herbicida aplicado. Os grandes entraves para o uso dessa tecnologia ainda ficam por conta da sensibilidade dos sensores, em específico nas aplicações em tempo real, da dificuldade de saber a espécie da planta a ser controlada e se a mesma precisa e instantaneamente e de uma combinação específica de herbicidas para o controle no momento da aplicação, e principalmente do alto custo de aquisição dos implementos, que terão grandes mudanças futuramente. Buhse et al. (2019) ao considerar uma única aplicação, verificou que o retorno econômico, contabilizando equipamento e aplicação, ocorreria a partir de 7.385 ha num pulverizador com quinze metros de barra de pulverização, se for uma barra de trinta metros esse valor subiria para 13.129 ha, somente a partir dessa área o produtor teria lucro na aplicação quando comparado ao método tradicional. Quanto maior for o número de aplicações menor seria a área de retorno econômico.

Figura 3. Mapa da distribuição das plantas daninhas interpolados em grade.**Fonte: Buhse et al., 2019.**

Como exemplo comercial, podemos citar a multinacional Solinftec que lançou em 2022 o Solix que integra a plataforma Alice AI, equipamento movido por energia solar e que é capaz de analisar, fazer o diagnóstico, e realizar controle de plantas daninhas com aplicações localizadas em tempo real (Arduino, 2022). Drones também serão capazes de realizar pulverizações em tempo real com uso de diferentes sensores e IA aprimorados.

3.4 Robôs na agricultura

Em países como Chile, Israel, China, Inglaterra e Estados Unidos existem robôs que, através de câmeras e algoritmos de aprendizado utilizado na IA, são capazes de identificar o fruto a ser colhido em meio as folhas e decidir se ela deve ser colhida ou não, isso de forma rápida e eficiente. Esses robôs, chamados também de agro-robôs, podem ser terrestres ou voadores que através de um braço robótico é capaz de torcer os frutos ou cortar o pedúnculo que o prende a planta. Além disso, conseguem quantificar quantos frutos foram colhidos, o peso, qualidade e coloração em tempo real, imagina quanto tempo e mão-de-obra seriam necessários para conseguir os mesmos resultados na agricultura convencional.

Além dos robôs que realizam a colheita, temos outros que realizam a irrigação localizada, capina, poda, cultivo, polinização das plantas dentre outras operações agrícolas.

Robôs e máquinas autônomas serão as grandes novidades no campo e trarão ganhos aos produtores, pois são ágeis, podem trabalhar o dia todo com a mesma qualidade e eficiência, não dependem da luminosidade, diminuindo muitos os erros que eram gerados por decisões equivocadas dos seres humanos.

3.5 Principais limitações na utilização da inteligência artificial na agricultura

A grande limitação que temos no Brasil em relação ao uso de inteligência artificial no campo se refere a conectividade, boa parte das tecnologias utilizam ou necessitam da internet para fazer seu trabalho ou enviar dados a uma central que gerencia a operação. Acontece que no país a cobertura de internet via celular na zona rural ainda é baixa, é necessário um grande investimento do governo federal, estadual e das operadoras de celulares para que possamos ter uma cobertura razoável para utilização dessas tecnologias. Com o 5G muitos pensaram que os problemas estariam resolvidos, mas estamos longe disso, essa tecnologia beneficiará e muitos os moradores das grandes cidades, pios com uso de frequências altas e de baixo alcance, associado a falta de torres das operadoras na zona rural, cobertura do 5G será baixa, fazendo com que a equipamentos mais tecnológicos ainda tenha muitas dificuldades em ser implantada nas diferentes localidades.

Além disso, a falta de incentivos governamentais para nacionalizar a tecnologia (máquinas e sensores) e torná-la mais acessível, escassez de mão-de-obra qualificada, falta de capacitação e treinamento, fazem com que adoção de equipamentos com inteligência artificial ocorra em uma velocidade mais lenta do que o ideal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível verificar que está acontecendo uma grande revolução na agricultura com uso de IA nos diferentes equipamentos e aplicativos. Os profissionais que não estiverem atualizados e familiarizados com essas tecnologias estarão fora do mercado, a exigência de utilizar tecnologias que tragam agilidade, produtividade e rentabilidade no agronegócio será cada vez maior. Nos próximos anos será comum observar equipamentos embarcados com IA trabalhando no campo, para chegar lá é necessário investimentos governamentais para tornar as tecnologias acessíveis aos agricultores e qualificar a mão-de-obra do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUHSE et al. (2019). Variabilidade espacial de plantas daninhas utilizando sensor comercial de pulverização localizada. In: 5º Congresso Sul-Americano de Agricultura de Precisão e Máquinas Precisas. Não-Me-Toque – RS, 24 e 25 de setembro 2019, p. 303-311.
- COSTA, V.C. Inteligência artificial identifica plantas doentes simulando processo cerebral. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/78204383/inteligencia-artificial-identifica-plantas-doentes-simulando-processo-cerebral>. Acesso em: 12 de out. 2023.

- EMBRAPA, SEBRAE E INPE. Levantamento online sobre tendencias em agricultura digital. 2020. Disponível em: '<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51558430/embrapa-sebrae-e-inpe-realizam-levantamento-on-line-sobre-tendencias-em-agricultura-digital>'. Acesso em: 09. Set. 2023.
- FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Definições de inteligência artificial. In: FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Inteligência artificial. Florianópolis, SC: Visual Books Editora, 2003. p. 2-4.
- FIELDVIEW. Como usar inteligência artificial na agricultura. 2022. Disponível em: '<https://blog.climatefieldview.com.br/inteligencia-artificial-agricultura>'. Acesso em: 09. Set. 2023.
- FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO, L. de; SODRÉ FILHO, J. Manejo integrado de plantas daninhas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 48 p.
- LIAKOS,K.;BUSATO,P.;MOSHOU,D.;PEARSON,S.;BOCHTIS, D.Machine learning in agriculture: A review.Sensors,v. 18, n. 8, p.2674,2018.
- MASSRUHÁ, S.M. F. S. Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Embrapa, 2020. 21-44p.
- MCKINSEY. Em crescimento acelerado, Inteligência Artificial impacta cotidiano do agronegócio. 20022. Disponível em: '<https://economicnewsbrasil.com.br/2023/06/15/estudo-da-mckinsey-ia-generativa-pode-valer-us-44-trilhoes-anualmente-ate-2033/>'. Acesso em: 09. Set. 2023.
- MORETI, M. P. OLIVEIRA, T.; SARTORI, R.; CAETANO, W. Inteligência artificial no agronegócio e os desafios para a proteção da propriedade intelectual. Cadernos de Prospecção, v. 14, p. 60, 2021.
- PANT, L. P. Digitally engaged rural community development. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development,v. 6, n. 4, p.169-171, 2016.
- PIMENTEL, A. FMC lança plataforma Arc farm intelligence de agricultura de precisão. 2021. Disponível em: [https://revistacultivar.com.br/noticias/fmc-lanca-plataforma-arc-farm-intelligence-de-agricultura-de-precisao#:~:text=A%20plataforma%20oferece%20uma%20gama%20completa%20de%20funcionalidades%2C,de%20alta%20qualidade%2C%20gr%C3%A1ficos%20e%20mapas%20de%20calor](https://revistacultivar.com.br/noticias/fmc-lanca-plataforma-arc-farm-intelligence-de-agricultura-de-precisao#:~:text=A%20plataforma%20oferece%20uma%20gama%20completa%20de%20funcionalidades%2C,de%20alta%20qualidade%2C%20gr%C3%A1ficos%20e%20mapas%20de%20calor.). Acesso em: 10 out. 2023.
- REHAGRO. Inteligência artificial na agricultura. 2022. Disponível em: '<https://rehagro.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-agricultura/>'. Acesso em: 09. Set. 2023.

SEBRAE. Conheça o potencial da Inteligência artificial para os negócios. 2023. Disponível em: [‘https://www.sebrae-sc.com.br/blog/conheca-o-potencial-da-inteligencia-artificial-para-os-negocios’](https://www.sebrae-sc.com.br/blog/conheca-o-potencial-da-inteligencia-artificial-para-os-negocios). Acesso em: 09. Set. 2023.

TALAVIYA, T.; SHAH, D.; PATEL, N.; YAGNIK, H.; SHAH, M. Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. Artificial Intelligence in Agriculture, v. 4, p. 58-73, 2020.

Um Estudo sobre a Implantação do Planejamento e Controle da Produção nas Micros e Pequenas Empresas

Alex Dias Bertassi, Samuel Stabile

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

alexbertassi@fatec.sp.gov.br, samuel.stabile@fatec.sp.gov.br

Resumo. *O Planejamento e Controle da Produção (PCP) desempenha um papel crucial em empresas de todos os tamanhos, incluindo Micro e Pequenas Empresas (MPEs). Este artigo tem como objetivo, através de uma revisão bibliográfica, propor a sequência de passos para estruturar o PCP nas MPEs, enfatizando a importância, das melhores práticas. O PCP é essencial à competitividade, coordenando os recursos produtivos para alcançar os planos estratégicos. Muitas MPEs enfrentam desafios, tais como a falta de planejamento de produção e sistemas de controle de estoque. Apesar disso, algumas estão dispostas a adotar tecnologias, como computadores pessoais, para melhorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente, destacando a importância, independentemente do tamanho da empresa.*

Palavras-Chave: PCP; MPEs. Competitividade.

Abstract. *Production Planning and Control (PPC) plays a crucial role in companies of all sizes, including Micro and Small Enterprises (MSEs). This article proposes a sequence of steps to structure PPC practices in MSEs, emphasizing the importance of best practices. PPC is essential for competitiveness, coordinating production resources to achieve strategic plans. Many MSEs face challenges, such as the lack of production planning and inventory control systems. Nevertheless, some are willing to adopt technologies, like microcomputers, to improve operational efficiency and customer satisfaction, highlighting the importance of proper PPC integration, regardless of company size.*

Keywords: PCP; MSEs; Competitiveness.

1 INTRODUÇÃO

No Planejamento e Controle da Produção (PCP), desempenha uma função crucial que assume um papel vital no setor produtivo, independentemente do tamanho da empresa. Embora, por vezes, pareça um assunto já dominado, especialmente em grandes empresas, ao analisar o contexto de Micro e Pequenas Empresas (MPEs) e até mesmo médias empresas, torna-se evidente que ainda há muito a ser feito e explorado.

Este artigo tem como objetivo, através de revisão bibliográfica, propor uma sequência de passos para estruturar práticas de Planejamento e Controle da Produção, especialmente direcionadas a micro, pequenas e médias empresas envolvidas na produção de bens. O PCP desempenha o papel de um "sistema nervoso" da empresa, onde as informações fluem para determinar o que produzir, quando iniciar e encerrar a produção, ou quando iniciar o processo de compra e receber as quantidades requisitadas. Essas decisões são influenciadas pela demanda do cliente, que pode ser explícita por meio de pedidos diretos de compra (produção sob encomenda) ou implícita (produção para estoque).

Na produção para estoque, os produtos de interesse do cliente já são fabricados de forma contínua, e a área comercial deve verificar se há quantidades suficientes estocadas no armazém de produtos acabados. Caso contrário, é responsabilidade do PCP elaborar um plano de produção para atender à demanda.

Por outro lado, na produção sob encomenda, o PCP só pode criar um plano de produção após o desenvolvimento do projeto do produto, levando em consideração as especificações do cliente. Além disso, o PCP deve definir o processo produtivo.

Com informações detalhadas sobre projeto, processo e demanda de mercado, o PCP pode calcular as quantidades necessárias e as datas de várias atividades produtivas para atender ao pedido de maneira eficiente. Portanto, o PCP desempenha um papel crucial em garantir a produção eficaz e satisfazer as necessidades dos clientes, independentemente do tamanho da empresa.

Nos trabalhos acadêmicos e práticos relacionados ao PCP, a atenção costuma se concentrar principalmente nos sistemas computacionais, seus softwares, utilização e aplicações. No entanto, é notável que se dê pouca ênfase aos pré-requisitos essenciais para a implantação adequada desses sistemas, como a implementação das melhores práticas e a sistematização do ambiente fabril para acomodar essas ferramentas computacionais, ou até mesmo considerar a possibilidade de não as utilizar em um primeiro momento.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho, realizou-se uma revisão bibliográfica com base em artigos científicos, livros e publicações especializadas sobre o tema. Foram utilizadas bases de dados para buscar artigos científicos relevantes publicados nos últimos anos.

Para obter uma visão abrangente da relação entre o PCP e as Pequenas Empresas em escala global, foram pesquisadas publicações recentes nas bases de dados da Associação das Bibliotecas Internacionais, empregando os termos "PCP" e "Micro e Pequenas Empresas". Identificaram-se um total de 20 publicações que, de alguma forma, relacionavam o PCP com as Pequenas Empresas, sendo que algumas delas não se concentravam especificamente nesse tópico.

Após uma busca mais ampla na Associação das Bibliotecas Internacionais e na Internet, incluindo o contato com pesquisadores da área, identificaram-se 31 trabalhos. Destes, nove abordavam Sistemas de Gerenciamento da Produção, oito tratavam do Just In Time, quatro tratavam de Automação, três discutiam Sistemas de Apoio à Decisão, dois relatavam experiências de expansão de Micro e Pequenas Empresas e cinco abordavam diversos temas.

Um achado significativo deste estudo é que, ao encontrar artigos sobre planejamento e controle da produção, normalmente faz-se referência a softwares de PCP. Além disso, evidencia-se que muitas MPEs demonstram disposição para adotar ferramentas que possam aumentar sua competitividade em um ambiente turbulento.

3 O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS.

Nos últimos anos, foram observadas significativas transformações na Administração de Empresas, e uma das áreas mais afetadas foi a Administração da Produção. Durante muito tempo, a produção era considerada uma atividade necessária, apoiada pelos demais setores, visto que as empresas manufatureiras não tinham alternativa a não ser fabricar seus produtos. Setores como Marketing e Finanças, geralmente tidos como mais prestigiosos, costumavam atribuir a culpa de seus problemas à fábrica (Corrêa e Giansi, 1993).

Atualmente, as áreas relacionadas à manufatura estão ganhando reconhecimento novamente. Essa valorização remonta aos primórdios da manufatura, quando o "artesão da manufatura" era respeitado como um artista por todos. Hoje em dia, a produção eficiente é essencial, com ênfase em aspectos como flexibilidade, qualidade e cumprimento de prazos, independentemente do tamanho da empresa. A disponibilidade de tecnologias de produção e gerenciamento tem tornado o ambiente empresarial altamente competitivo, envolvendo empresas de todos os portes.

A expressão "sistemas produtivos" geralmente evoca imagens de fábricas, máquinas e linhas de montagem. Inicialmente, a maioria dos conceitos e técnicas de planejamento, programação e controle da produção foi desenvolvida para aplicações industriais. No entanto, essas abordagens recentemente se expandiram para o setor de serviços, sendo a área de crescimento mais rápido globalmente. Muitas empresas de serviços, como bancos, escolas, lanchonetes, locadoras de carros e seguradoras, podem ser consideradas prestadoras de serviços manufaturados (Corrêa, Giansi e Caon, 2007).

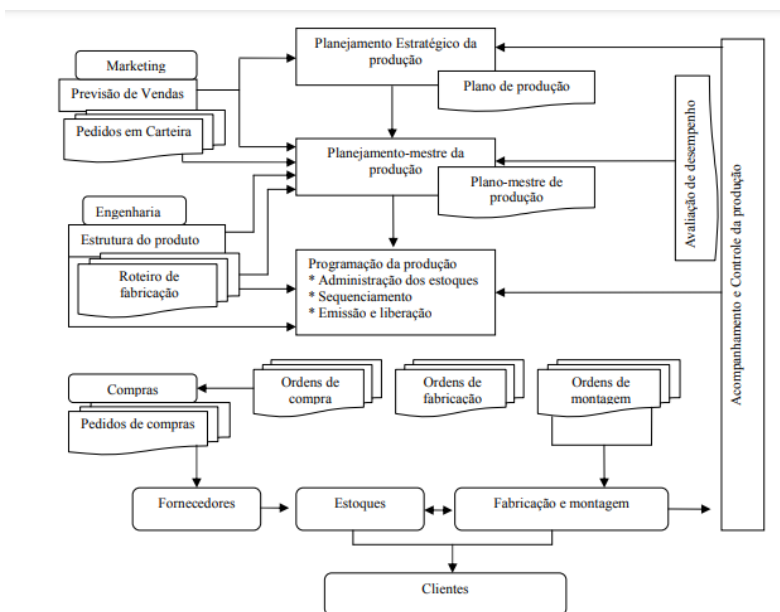
A definição de sistemas produtivos engloba tanto a produção de bens quanto a de serviços. Para atingir seus objetivos, os sistemas produtivos precisam executar uma série de funções operacionais, realizadas por pessoas, que abrangem desde o desenvolvimento de produtos até a gestão de estoques, a contratação e formação de funcionários, a alocação de recursos financeiros, a distribuição de produtos, etc.

Em termos gerais, essas funções podem ser categorizadas em três funções básicas: Finanças, Produção e Marketing. O êxito de um sistema produtivo depende da interação eficaz entre essas três funções. Por exemplo, o Marketing não pode promover a venda de bens ou serviços se a Produção não estiver apta a entregá-los. Da mesma forma, a Produção não pode expandir sua capacidade sem o suporte das Finanças para aquisição de equipamentos e do Marketing para sustentar o aumento nas vendas.

À medida que os sistemas produtivos crescem, várias funções se desmembram das funções básicas (Produção, Marketing e Finanças) e se agrupam em departamentos de apoio. Entre esses departamentos, os relacionados ao planejamento e controle da produção incluem Engenharia (produto e processo), Compras/Suprimentos (matéria-prima), Manutenção (equipamentos) e Recursos Humanos (mão de obra).

Em um sistema produtivo, após a definição de metas e estratégias, é necessário elaborar planos para alcançá-los, gerenciar recursos humanos e físicos conforme esses planos, direcionar a atuação dos recursos humanos em relação aos recursos físicos e monitorar essa atuação para corrigir eventuais desvios. Todas essas atividades são conduzidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP). Normalmente, o PCP é um departamento de apoio à Produção no âmbito da gestão industrial, encarregado de coordenar e aplicar os recursos produtivos para atender aos planos definidos em níveis estratégicos, táticos e operacionais.

Figura 1 Visão Geral das Atividades do PCP



Fonte: Tubino (2007)

As funções do PCP são desempenhadas em três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas em um sistema de produção. No

nível estratégico, onde as políticas estratégicas de longo prazo da empresa são formuladas, o PCP contribui para o desenvolvimento do Planejamento Estratégico de Produção, resultando em um Plano de Produção. No nível tático, onde são delineados os planos de médio prazo para a produção, o PCP elabora o Planejamento-Mestre de Produção, resultando no Plano-Mestre de Produção (PMP). No nível operacional, onde são preparados e monitorados os programas de produção de curto prazo, o PCP elabora a Programação da Produção, administra estoques, determina sequências e emite Ordens de Compra, Fabricação e Montagem, além de efetuar o Acompanhamento e Controle da Produção. Uma visão geral das atividades do PCP é apresentada na Figura 1 (Tubino, 2000; Russomano, 2000).

As informações em todos esses níveis devem ser coerentes, ou seja, o Plano-Mestre de Produção gerado pelo Planejamento-Mestre só será viável se estiver alinhado com as decisões de longo prazo delineadas no Planejamento Estratégico de Produção, como aquisição de equipamentos, negociações com fornecedores, entre outros. Da mesma forma, a programação da produção de um componente específico será eficiente se a capacidade produtiva do setor responsável tiver sido considerada no Planejamento-Mestre, incluindo a definição de número de turnos, recursos humanos, materiais alocados, etc. (Tubino, 2007; Slack, 1999; Pozo, 2009).

Antes de discutirmos a integração da Pequena Empresa no contexto do PCP, é necessário definir o que é uma Pequena Empresa, seus conceitos e características (Tubino, 2000).

4 PEQUENA EMPRESA

Por coincidência ou não, constata-se que os maiores avanços nas últimas cinco décadas foram observados em nações que, reconhecendo precocemente a importância das pequenas empresas, adotaram políticas específicas para fomentá-las. A confirmação dessa realidade é apoiada por estudos sobre como países desenvolvidos, como os Estados Unidos, Japão, França, Inglaterra, Alemanha, entre outros, trataram as pequenas empresas.

Os dados relativos à relevância no Brasil não admitem dúvidas. Conforme dados do Sebrae (Agência Sebrae, 2023), existem 6,4 milhões de empreendimentos classificados como "micro e pequenas empresas" nos setores industrial, comercial e de serviços. Aproximadamente, 30% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil é gerado por micro e pequenas empresas. Segundo um estudo realizado pelo Sebrae, aproximadamente 72% dos postos de trabalho criados no país durante o primeiro semestre de 2022 estavam concentrados nesse setor. A principal aglomeração de empresas operava no campo dos serviços.

A classificação comum, baseada no porte das empresas, segue os critérios do SEBRAE, em que uma microempresa possui menos de 10 funcionários, uma pequena

empresa tem de 11 a 100 funcionários, uma média empresa varia de 101 a 500 funcionários, e uma grande empresa emprega mais de 500 trabalhadores. Agora que o Planejamento e Controle da Produção e a Pequena Organização foram apresentados, o relacionamento entre eles, suas características distintivas, tendências e os desafios enfrentados pelas MPEs em suas atividades de PCP podem ser abordados.

5 RELAÇÃO EM PCP E MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

Na gestão moderna, desempenha um papel crucial no processo de adaptação social às novas tecnologias a reorganização das empresas em unidades de negócios autônomas e sua descentralização administrativa, com redução de funcionários e aumento do foco na qualidade, com base em relações de flexibilidade entre empregados e empregadores, reduzindo conflitos que antes geravam crises.

É importante considerar a situação das pequenas empresas, pois há uma confusão comum entre flexibilidade e tamanho da empresa. Embora pareça que as pequenas empresas sejam naturalmente mais flexíveis devido à sua estrutura menos complexa, a verdadeira flexibilidade requer a introdução de outros elementos, como a agregação de pequenas empresas em torno de atividades relacionadas.

Uma pesquisa realizada em 1990 com 1000 empresas de todos os estados brasileiros e de diversos setores revelou dificuldades relacionadas à produtividade. Destacaram-se os seguintes resultados relacionados ao PCP: 40% não utilizavam planejamento de produção, 50% não usavam planejamento de vendas, 47% não tinham sistemas de controle de estoque, 90% não utilizavam recursos de informática e 75% não adotavam um layout planejado (Ramos e Fonseca, 1995).

Infelizmente, a realidade das Micro e Pequenas Empresas (MPEs) no Brasil não parece ter melhorado significativamente desde então, exceto em alguns casos positivos, principalmente na área de tecnologia da informação. As empresas estão investindo nessa área, mas, em geral, as MPEs estão tão focadas no curto prazo que não têm recursos para investir em consultoria ou treinamento, fatores essenciais para implementar mudanças e melhorias.

As razões para que as MPEs adotem novas tecnologias, como as "Tecnologias Avançadas de Manufatura," são diversas, incluindo a necessidade de reduzir o tempo de desenvolvimento de produtos, economizar em mão de obra e materiais, recuperar a competitividade, aproveitar incentivos fiscais, obter financiamentos, adaptar-se à demanda por produtos flexíveis, atender a regulamentações ambientais, de saúde e segurança, aumentar a lucratividade, melhorar o desempenho e atender às diversas necessidades dos clientes (Mechling, 1995).

Assim como as grandes empresas, as MPEs também precisam de qualidade em suas informações para um bom PCP. Pesquisas mostraram que muitas empresas podem suprir suas necessidades com pouco conhecimento em informática e recursos

financeiros limitados, desde que introduzam o uso de microcomputadores, mesmo sem especialistas em sistemas de informação. Um sistema de PCP é, afinal, essencialmente um sistema de informação aplicado.

Um estudo realizado por Hansall (1994) investigou o que estava sendo publicado sobre Planejamento e Controle da Produção e Programação da Produção (scheduling) em jornais e revistas técnicas. É interessante notar que a maioria das publicações era de natureza teórica, evidenciando uma lacuna entre teoria e prática.

Embora muitas empresas tenham investido em tecnologia da informação, a impressão geral é que elas ainda não aproveitam totalmente os sistemas, limitando sua flexibilidade e competitividade. Muitas decisões ainda são tomadas manualmente, sem o uso do computador nas operações da empresa (Hansall, 1995).

A realidade é que as MPEs estão inseridas em um ambiente onde as mudanças são frequentes e rápidas, tornando muitas vezes qualquer forma de automação de decisões inviável. Nesse contexto, surge a figura do "apagador de incêndios," alguém responsável por ajustar os planos diante dos problemas encontrados, não apenas planejando o uso dos recursos disponíveis (Hansall, 1995). No campo dos sistemas de informação, as principais dificuldades enfrentadas pelas MPEs incluem o baixo volume e a qualidade das informações e a falta de sistemas de apoio. No gerenciamento das operações de uma empresa, independentemente do tamanho, a informação e o uso de ferramentas de apoio são fundamentais.

No entanto, muitos artigos recentes que abordam o PCP e as Micro e Pequenas Empresas mencionam o Just In Time (JIT). A implementação do JIT nas MPEs tem gerado divergências, pois foi introduzido por grandes empresas que as consideram como fornecedoras e transmitiram a filosofia de produção. A dificuldade enfrentada pelas MPEs na adoção do JIT está relacionada à necessidade de mudanças muitas vezes difíceis de implementar.

Gargeya e Thompson (1994) afirmam que, apesar de flexíveis e adaptáveis, as MPEs geralmente não possuem capital para implementar o JIT, têm recursos limitados para treinamento, baixo desenvolvimento de pessoal, conhecimento limitado do mercado e de novos produtos, além de terem pouco poder de barganha.

No entanto, relatos de sucesso na implementação de programas JIT em MPEs já são uma realidade, como demonstrado no trabalho de Mazany (1995). As barreiras para a implantação de programas como o JIT não são principalmente técnicas, mas sim humanas. O problema não é a resistência das pessoas, como muitos pensam, mas a falta de preparo delas para solucionar problemas (Mazany, 1995).

6 MRP E MRP II

A integração dos sistemas de gerenciamento de negócios MRP II/ERP desempenha um papel crucial no cenário empresarial global. Esses sistemas, como o

SAP, o Baan4 e o Oracle, são amplamente adotados por empresas em todo o mundo para oferecer suporte integrado à tomada de decisões. No entanto, adquirir um aplicativo de programa robusto não é suficiente; é essencial uma compreensão profunda dos conceitos subjacentes para garantir uma implementação bem-sucedida. O MRP II representa uma evolução do MRP, integrando todos os aspectos da produção, incluindo materiais, finanças e recursos humanos, e servindo como base para sistemas ERP. Essa integração é fundamental para auxiliar as empresas na produção eficiente e na tomada de decisões integradas em um ambiente altamente informatizado e competitivo.

O material requirements planning (MRP) desempenha um papel crucial no gerenciamento de materiais e na tomada de decisões relacionadas à demanda e serviços. Um MRP eficiente pode resultar na redução dos níveis de estoque, liberando capital de giro, e espaço físico, permitindo a expansão da capacidade de produção e impulsionando os lucros. O MRP utiliza software avançado e dados, como pedidos em carteira e previsões de vendas, para calcular a quantidade e o momento ideais para adquirir materiais, garantindo que estejam prontos para os processos de fabricação. Em suma, o MRP II e o MRP desempenham papéis cruciais na otimização da produção e na gestão integrada de recursos, fundamentais para o sucesso das empresas em um ambiente empresarial cada vez mais competitivo e informatizado.

7 JIT (JUST-IN-TIME)

No século XX, duas grandes revoluções industriais ocorreram no setor automotivo. A primeira foi a introdução da produção em massa, seguida pela segunda, conhecida como o Sistema Toyota de Produção (STP) desenvolvido por Taiichi Ohno (Kunar e Panneerselvam, 2007). A eficácia do STP japonês tornou o Japão um líder dominante em vários setores da indústria global, despertando interesse no Ocidente. O termo "lean" surgiu como uma adaptação ocidental dos princípios japoneses, focando em melhorias de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos. O Just-in-Time (JIT) é uma parte fundamental dessa filosofia, buscando eficiência na produção ao reduzir desperdícios de recursos e implementar sistemas de controle de produção.

O JIT inicialmente se referia à obtenção de materiais no momento certo, mas evoluiu para dois paradigmas: o teórico, que o vê como uma filosofia, e o pragmático, que o trata como resultado de ações concretas, como melhorias no controle de estoque e no planejamento de produção. Em essência, o JIT é idêntico aos princípios de produção enxuta. Seu objetivo é melhorar a eficiência da linha de produção, reduzindo desperdícios e implementando um sistema transparente de controle de produção para entregar produtos e serviços com custo mínimo e rapidez máxima. (Maiga e Jacobs, 2009)

8 RESULTADOS

O planejamento e coordenação das operações de uma empresa que fabrica produtos padronizados para manter em estoque se diferencia substancialmente do planejamento e coordenação de produtos feitos sob encomenda. Além disso, a complexidade do planejamento e controle das operações é influenciada pelo tipo de processo de fabricação. Em geral, as tarefas de planejamento e controle da produção são simplificadas à medida que a diversidade de produtos que competem pelos mesmos recursos é reduzida. A complexidade do sistema de planejamento e controle da produção também é afetada pelo tipo de produto, seja ele tangível ou um serviço.

Embora essas afirmações possam parecer evidentes, às vezes não são amplamente compreendidas em toda a empresa. Compreender o que envolve a atividade de Planejamento e Controle da Produção (PCP), suas características e impactos na operação é de importância fundamental para qualquer empresa, especialmente quando é de pequeno porte e não possui pessoal dedicado a essa função.

Em um trabalho recente de Corrêa, Giansi e Caon (2007), a implementação de sistemas de PCP foi abordada com foco na implantação de sistemas MRP II em empresas já estabelecidas com uma estrutura considerável. O objetivo deste trabalho é direcionar a implementação do PCP em pequenas e médias empresas, que geralmente têm pouca ou nenhuma experiência nessa área. O processo começa com a definição da equipe encarregada do "Projeto PCP" e se estende até a implementação de um sistema, seja ele baseado na lógica do MRP II, JIT ou na Teoria das Restrições de Goldratt. A ideia central é estruturar as atividades de PCP por meio do entendimento da empresa, seguindo uma metodologia para a implementação das práticas de Planejamento e Controle da Produção (PCP). A metodologia proposta envolve dez etapas fundamentais para a implementação:

- 1-Definição da equipe responsável pelo "Projeto PCP".
- 2-Sensibilização na empresa sobre a importância do PCP.
- 3-Harmonização do conhecimento sobre PCP em toda a empresa.
- 4-Characterização do tipo de sistema de produção da empresa.
- 5-Avaliação das características essenciais e específicas do sistema de produção.
- 6-Análise do sistema existente.
- 7-Sistematização e simplificação do sistema de produção em operação.
- 8-Definição e especificação dos requisitos para um sistema de PCP.
- 9-Seleção ou desenvolvimento do sistema.
- 10-Implantação do sistema.

Os três primeiros estágios constituem os passos fundamentais para a implementação de qualquer inovação, marcando o início do processo organizacional. Nesta fase, após a constituição da equipe responsável, busca-se obter o apoio de toda a empresa (sensibilização), já que o PCP afeta praticamente todos os aspectos da

organização. A seguir, parte-se para a capacitação dos funcionários, visando nivelar o conhecimento sobre o PCP em toda a empresa.

Os quatro passos subsequentes estão relacionados ao aprendizado e treinamento. A ideia é que a empresa aprenda com base em suas características específicas, tipo de produto e processo, para poder escolher as práticas mais adequadas às suas necessidades. Nesta etapa, a empresa decidirá se utilizará o MRP I, MRP II, JIT ou uma combinação dessas técnicas. Os próximos passos visam a melhoria do sistema de produção atual, buscando simplificações na operação. Alterações no layout, formação de células de produção, treinamento da equipe, terceirização de componentes, entre outras, podem ser alternativas viáveis a serem implementadas.

Uma vez que o sistema de produção seja totalmente compreendido, juntamente com suas características e as demandas específicas da empresa em termos de informações, será possível especificar ou definir um sistema de PCP. Esses três últimos passos da metodologia representam a fase de implementação. A empresa pode optar por uma abordagem gradual, começando com um sistema de MRP I desenvolvido em planilhas eletrônicas e, ao longo do tempo, aprimorando-o. Esses três passos finais compõem um ciclo de melhoria contínua das atividades de Planejamento e Controle da Produção (PCP), uma vez que novas necessidades surgirão ao longo do tempo, exigindo desenvolvimentos e implantações subsequentes.

Durante o desenvolvimento dessa metodologia, especial cuidado foi tomado para não se vincular a nenhum software específico ou prática de Planejamento e Controle da Produção (PCP), como MRP ou JIT. A empresa é incentivada a aprender sobre o assunto e escolher a abordagem que melhor se adapte a ela, seguindo um processo de evolução e melhoria contínua.

9 CONCLUSÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) desempenha um papel crucial em empresas de todos os tamanhos, incluindo as micro e pequenas. Apesar de frequentemente subestimado, o PCP é o "sistema nervoso" da empresa, onde informações fluem para tomar decisões cruciais e atender às demandas dos clientes. No entanto, a implementação eficaz do PCP em micro e pequenas empresas enfrenta desafios, como recursos limitados, falta de treinamento e resistência à mudança.

Para superar esses desafios, uma metodologia de implementação do PCP em micro e pequenas empresas foi proposta, compreendendo dez etapas, desde a formação da equipe responsável até a implantação do sistema. Esse processo permite que essas empresas escolham práticas que atendam às suas necessidades e promovam a melhoria contínua das atividades de PCP ao longo do tempo.

O PCP é essencial para o sucesso operacional de empresas, independentemente do tamanho, e a metodologia proposta oferece orientação valiosa para aprimorar as

práticas de PCP em micro e pequenas empresas, capacitando-as a competir em um ambiente em constante evolução.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA SEBRAE. Pequenos negócios aceleram emprego e PIB no país. 16 jan. 2023. Disponível em: <https://agenciasebrae.com.br/dados/pequenos-negocios-aceleram-emprego-e-pib-no-pais/>. Acesso em: 15 set. 2023.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. Just in time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, C., Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação. São Paulo: Atlas, 2007.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011
- GARGEYA, V. B., THOMPSON, J. P. Just-in-time production in small job shops Industrial Management, vol: 36, jul/aug, 1994
- HANSALL, D.N., MUHLEMANN, A. P., PRICE, D. H. R. A review of production planning and scheduling in smaller manufacturing companies in the UK Production Planning and Control, vol 5, 1994.
- HANSALL, D.N., MUHLEMANN, A. P., PRICE, D. H. R. The production manager's desktop: identifying the requirements for a transportable user interface for production management Proceedings of 11 th National Conference on Manufacturing Research, 1995.
- KUMAR, C.S.; PANNEERSELVAM, R. Literature Review of JIT-KANBAN System. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v.32, n.3, p.393-408, 2007.
- MAIGA, A.S.; JACOBS, F.A. JIT performance effects: A research note. Advancings in Accounting, v.25, n.2, p.193-189, 2009.
- MAZANY, P. A Case Study: Lessons From The Progressive Implementation Of Just-InTime In A Small Knitwear Manufacturer International Journal Of Operations & Production, Management, vol: 15, 1995.
- MECHLING, G. W., PEARCE, J. W., BUSBIN, J. W. Exploiting Amt In Small Manufacturing Firms For Global Competitiveness International Journal Of Operations & Production, Management, vol: 15, 1995.
- PHILLIPS, T. E., LEDGERWOOD, J. R. Running With The Pack: Jit & Automation For Small Manufacturers. National Public Accountant, vol. 39, June, 1994.

- POZO, HAMILTON. Administração dos recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. - 4ª ed.– São Paulo: Atlas, 2009.
- RAMOS, F., FONSECA, J. L. A. A grande dimensão da pequena empresa: perspectivas e ação. Brasília: SEBRAE, 1995.
- RUSSOMANO, VICTOR HENRIQUE. PCP: Planejamento e controle da produção. 6.ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- TEMPONI, C., PANDYA, S. Y. Implementation of two JIT elements in small-sized manufacturing firms Production & Inventory Management Journal, Vol: 36, Third Quarter, 1995.
- TUBINO, DALVIO FERRARI. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2ª ed. – São Paulo, Atlas, 2000.
- SLACK, NIGEL, CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R. Administração da produção. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansi. - São Paulo: Atlas, 1999

Uma análise sobre a motivação e liderança em uma empresa do segmento sucroalcooleiro

Fábio José Ribeiro; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello.

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

fabioribeirojose@gmail.com; fabianatanoue@gmail.com

Resumo: *A forma como se dá a liderança nas empresas pode influenciar a motivação e o bem-estar dos colaboradores, reconhecendo-os como seres humanos e não apenas como recursos operacionais, podendo impactar positivamente na produtividade. O artigo tem como objetivo analisar o nível de motivação dos colaboradores de uma empresa do setor sucroalcooleiro, bem como o impacto da liderança na motivação. Foi feita uma pesquisa quantitativa junto aos colaboradores da Oficina Automotiva da empresa selecionada utilizando um questionário disponibilizado via Forms, com perguntas embasadas na pesquisa bibliográfica realizada. Os resultados revelaram que a maioria dos colaboradores se consideram motivados, valorizam a oportunidade de crescimento profissional e percebem a empresa como aberta a críticas e sugestões. Tais aspectos indicam que a liderança cria um ambiente propício à motivação na empresa, harmonizando as competências dos colaboradores com os papéis dentro da organização.*

Palavras-chave: *Liderança. Motivação. Setor Sucroalcooleiro.*

Abstract: *The way leadership is given in companies can influence the motivation and well-being of employees, recognizing them as human beings and not just operational resources, and can have a positive impact on productivity. The article aims to analyze the level of motivation of employees in a company in the sugar and alcohol sector, as well as the impact of leadership on motivation. A quantitative survey was carried out among employees of the Automotive Workshop of the selected company using a questionnaire made available via Forms, with questions based on the bibliographic research carried out. The results revealed that the majority of employees consider themselves motivated, value the opportunity for professional growth and perceive the company as open to criticism and suggestions. These aspects indicate that leadership creates an environment conducive to motivation in the company, harmonizing the skills of employees with their roles within the organization.*

Keywords: *Leadership. Motivation. Sugar and Alcohol Sector.*

1 INTRODUÇÃO

O tema abordado por este artigo está cada vez mais capturando a atenção dos profissionais de Recursos Humanos, afinal, que empresa não deseja ter uma equipe de funcionários motivados? Além de trazer benefícios para a organização, a motivação também contribui para a qualidade de vida dos colaboradores no ambiente de trabalho.

Em todas as áreas da vida, seja no trabalho, em casa ou na escola, a presença de motivação é essencial para perseguir objetivos e realizar tarefas. A motivação profissional ocupa um lugar central no cotidiano de qualquer empresa, pois é necessário que as pessoas estejam motivadas para trabalhar com satisfação e alcançar seu potencial máximo.

A motivação passou a ser um elemento presente no âmbito empresarial a partir do surgimento da escola de Relações Humanas, que enfatizou a valorização das pessoas. O estudo da motivação busca compreender os fatores que influenciam o desempenho dos colaboradores e como isso afeta a dinâmica das empresas.

Compreender o comportamento de cada indivíduo não é uma tarefa simples para os gestores, visto que cada pessoa possui sua própria maneira de se expressar, pensar e tomar decisões, moldadas por suas características, necessidades, sonhos e motivações pessoais. São essas motivações que moldam o comportamento humano e evidenciam que a motivação é algo específico e individual.

A busca por entender os motivos que impulsionam o desempenho das pessoas é o motor que impulsiona o sucesso organizacional. Consequentemente, o esforço em compreender as razões e motivações que influenciam o desempenho das pessoas impulsiona o sucesso das organizações.

Neste contexto, o artigo tem como objetivo analisar o nível de motivação dos colaboradores de uma empresa do setor sucroalcooleiro, bem como o impacto da liderança na motivação. Trata-se de uma pesquisa quantitativa desenvolvida junto aos colaboradores do setor de estudo de caso e a técnica de questionário.

O trabalho está estruturado em 3 tópicos. O capítulo teórico, que aborda Motivação e Liderança, o capítulo que apresenta a metodologia utilizada no trabalho e, por fim, os resultados da pesquisa de campo na empresa selecionada.

2 MOTIVAÇÃO

O termo "motivação", segundo Maximiano (2000), deriva do latim "motivus, movere", que significa "mover" - indicando o processo pelo qual um conjunto de razões ou motivações induz, incentiva, estimula ou provoca alguma forma de ação ou comportamento humano. O comportamento humano está sempre motivado. Em contextos especializados, a palavra motivação assume significados específicos - por exemplo, uma pessoa motivada para trabalhar pode não ter motivação para estudar.

Não há um estado de motivação que conduza uma pessoa a estar sempre disposta a tudo.

Como afirmou Chiavenato (1994, p. 166): "A motivação é específica, variando de acordo com a situação e o indivíduo. O que é motivador para uma pessoa pode não ser necessariamente para outra, e o que interessa a alguém em determinado momento pode perder o interesse ao longo do tempo".

Bergamini (1997) descreve a motivação como uma força impulsora que leva o indivíduo a satisfazer suas necessidades e desejos; uma energia interna que emerge do próprio indivíduo e o impulsiona à ação. No contexto profissional, a motivação leva os recursos humanos não apenas a buscarem satisfação pessoal, mas também a alcançarem os objetivos da organização.

Segundo Maximiano (2000), a motivação para o trabalho é um estado psicológico de disposição ou vontade de perseguir uma meta ou realizar uma tarefa. Portanto, afirmar que alguém está motivado para o trabalho significa indicar que essa pessoa apresenta uma disposição favorável ou positiva para desempenhar suas atividades.

"A motivação é uma das principais responsabilidades gerenciais" (CHIAVENATO, 2002, p. 172).

"Motivação e liderança são dois temas que estão ligados e mutuamente dependentes. O líder não motiva seus seguidores, mas representa peça-chave em não permitir que a motivação deles vá definhando até desaparecer definitivamente. Quando o seguidor sente que seu líder assume a figura de um parceiro, que junto com ele empreende o caminho até sua autorrealização, o vínculo entre ambos se estabelece de maneira firme e duradoura". (BERGAMINI, 2015, p. 154).

O líder desempenha um papel de extrema relevância na promoção da motivação dentro de sua equipe de trabalho. Ao identificar as particularidades únicas de cada colaborador, compreender seus objetivos pessoais e as fontes de eventuais insatisfações, o líder possui a capacidade de direcionar suas ações, valorizando seus pontos fortes e, assim, fomentando um ambiente propício à motivação.

Conforme Teixeira (2003, p. 73), "o ato de motivar se traduz em fornecer razões a uma pessoa ou grupo, incentivando-os a adotar comportamentos considerados ideais para o cumprimento de tarefas ou funções". Uma equipe impulsionada pela motivação é sinônimo de engajamento, uma vez que se conecta profundamente com a identidade da empresa, sentindo-se parte integral dela. Essa equipe reconhece que suas atividades individuais contribuem para algo mais amplo e que seus objetivos pessoais se alinham harmoniosamente com as metas da organização.

Em relação aos gestores, a tarefa de instigar a motivação carrega um desafio significativo. Como apontado por Regato (2014, p. 96), "eles devem criar um ambiente propício à motivação, harmonizando as competências dos colaboradores com os papéis

dentro da organização”. Além disso, reconhecer o desempenho de qualidade e recompensá-lo de maneira apropriada torna-se uma etapa crucial nesse processo.

Receber reconhecimento e apreço é uma característica inerente à natureza humana, o sentimento de ser valorizado e incentivado por outros indivíduos é profundamente gratificante. No contexto profissional, essa dinâmica não se diferencia, o reconhecimento, destacado como uma das facetas motivacionais mais significativas para os colaboradores, estabelece um elo crucial entre os valores da empresa e os anseios do empregado. Quando as realizações e os êxitos do indivíduo são genuinamente reconhecidos, uma sinergia positiva é gerada, fomentando a motivação, a pró-atividade e o comprometimento do colaborador em relação às suas responsabilidades e aos objetivos.

Um líder eficaz incentiva seus subordinados e os leva a compreender suas ações, desenvolvendo seu potencial e aplicando seus conhecimentos na organização. “Fica assim proposto que o líder dotado de alta sensibilidade interpessoal é o principal responsável pela manutenção do esforço motivacional daqueles a quem deve orientar”. (BERGAMINI, 2015, p. 178).

Ainda para autora citada acima, os chefes autoritários, se tornam incapacitados de criar um clima organizacional favorável para que seus colaboradores se tornem criativos, motivados e proativos. Esse tipo de gerenciamento gera insatisfação no ambiente de trabalho e compromete o desempenho de toda a equipe.

Salgado (2005) sugere que não há motivação sem entusiasmo e um líder precisa ser entusiasmado para influenciar sua equipe. Para motivar pessoas, o líder precisa estar sempre motivado também, pois os colaboradores percebem quando a pessoa que está à frente da equipe está desmotivada e acabam sentindo-se da mesma forma, visualizando isso como um sinal de que não vale a pena investir na empresa.

Para melhor interpretar o assunto, serão citadas algumas teorias que dão alicerce à análise da motivação,

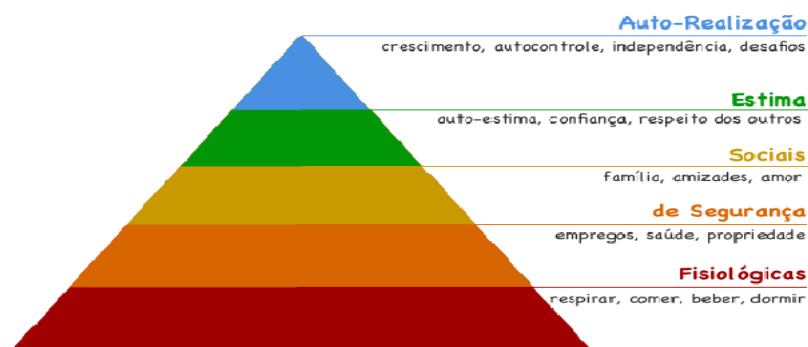
2.1 Teoria de Maslow - Hierarquia das Necessidades

Abraham H. Maslow, psicólogo americano, propôs uma teoria motivacional fundamentada nas necessidades humanas, organizadas em níveis de importância e influência, dispostos em forma de uma pirâmide. A base dessa pirâmide engloba as necessidades mais elementares, enquanto o topo abarca as mais complexas. A hierarquia das necessidades de Maslow é delineada na Figura 1.

Maslow argumenta que a satisfação destas necessidades é o fator propulsor da motivação nas pessoas. Adicionalmente, tais necessidades devem ser atendidas de maneira sequencial, onde um indivíduo busca satisfazer as necessidades do próximo estágio somente quando as do nível anterior forem atendidas.

Cabe ressaltar que estas necessidades tomam formas e expressões altamente diversificadas entre indivíduos. A intensidade e a manifestação das mesmas também variam consideravelmente, refletindo as diferenças inerentes entre as pessoas. As necessidades fisiológicas são inatas ao ser humano, enquanto as demais são adquiridas ao longo do tempo e moldadas pelas experiências vivenciadas.

Figura 1 – Pirâmide hierarquia das necessidades.



Fonte: <https://jornadadogestor.com.br/o-que-e/piramide-de-maslow-hierarquia-das-necessidades-humanas/>

É evidente que estas necessidades desempenham um papel fundamental no direcionamento do comportamento humano. Os indivíduos perpetuamente serão instigados pelas necessidades que se apresentarem mais proeminentes em suas vidas, demonstrando a complexa interligação entre as necessidades e a motivação humana.

2.2 Teoria das Necessidades de McClelland

David C. McClelland, cujas ideias são apresentadas por Maximiano (2007), desenvolveu a Teoria das Necessidades Adquiridas, também conhecida como Teoria das Necessidades de McClelland. Nessa abordagem, ele identificou três necessidades distintas: a necessidade de realização, a necessidade de associação ou filiação e a necessidade de poder.

Necessidade de Realização: essa necessidade está intrinsecamente ligada ao desejo de sucesso e à busca por excelência, envolvendo o autodesenvolvimento para alcançar resultados notáveis. Indivíduos que possuem essa necessidade preferem metas desafiadoras, evitam assumir riscos excessivos e optam por situações em que se têm maior controle sobre os resultados. Eles priorizam a realização de metas em detrimento das recompensas possíveis, necessitam de feedback específico sobre seu desempenho e investem tempo na reflexão sobre conquistas de alto nível (MAXIMIANO, 2007).

Necessidade de Associação ou Filiação: essa necessidade se concentra nos relacionamentos, na amizade e na busca por aceitação social. Pessoas com essa

necessidade tendem a priorizar interações sociais e atividades que envolvem contato com outras pessoas. A satisfação dessa necessidade é influenciada pelo ambiente em que a pessoa está inserida, suas habilidades interpessoais e, ocasionalmente, é atendida por meio da organização informal, como em momentos fora do horário de trabalho, como almoços ou conversas casuais (MAXIMIANO, 2007).

Necessidade de Poder: a necessidade de poder envolve o desejo de controle, liderança e influência sobre os outros. Pessoas com essa necessidade buscam posições que lhes conferem poder para influenciar ou até mesmo controlar pessoas e o ambiente ao seu redor.

As contribuições de McClelland colocam a ideia de que as motivações humanas são moldadas por essas três necessidades fundamentais, e as pessoas podem demonstrar diferentes graus de cada uma delas. Assim, a compreensão das necessidades individuais permite uma melhor adaptação da liderança e da gestão dentro das organizações.

2.3 O Ciclo Motivacional

Conforme Abraham Maslow (citado por Maximiano, 2004, p. 180), "as pessoas são motivadas a satisfazer classes de necessidades que estão organizadas segundo os níveis de hierarquia: a motivação para satisfazer as necessidades de um nível só será forte quando as necessidades dos níveis inferiores já tiverem sido satisfeitas". Em outras palavras, uma vez que as necessidades básicas sejam atendidas, surge o desejo de satisfazer necessidades em níveis mais elevados.

Segundo Chiavenato (2002, p. 176), "a motivação opera em um ciclo contínuo e repetitivo". As necessidades humanas ou motivações são impulsos internos que direcionam o comportamento das pessoas diante das situações que enfrentam. Essas motivações são exclusivas de cada indivíduo e mudam conforme as diferentes fases da vida. O que motiva alguém hoje pode não ter o mesmo efeito no futuro.

Quando as pessoas almejam alcançar objetivos e satisfazer necessidades, são incentivadas a agir de maneira a obter o que desejam. Assim, se inicia um ciclo. Algumas necessidades demandam ciclos motivacionais curtos e repetitivos, enquanto outras requerem ciclos mais prolongados. Quando uma necessidade é satisfeita e o objetivo é alcançado, o ciclo se completa, podendo surgir uma nova necessidade e um novo ciclo. No entanto, caso haja obstáculos que impeçam a satisfação da necessidade, o ciclo é interrompido, resultando em frustração. Por vezes, a necessidade não é nem satisfeita nem frustrada, mas sim transferida ou compensada. Isso acontece quando a satisfação de outra necessidade é usada para reduzir ou aliviar a intensidade de uma necessidade que não pode ser satisfeita.

Chiavenato (2002, p. 177) ressalta que:

“Compreender o mecanismo de ação das necessidades é essencial para liderar pessoas e equipes de trabalho, a fim de evitar frustrações e buscar soluções positivas para alcançar metas individuais. A gestão de pessoas deve considerar todos os aspectos relacionados à motivação humana.”

Ainda, segundo Chiavenato (2002, p. 171), "as empresas desejam funcionários motivados. No entanto, não sabem como motivá-los", uma vez que desconhecem os fatores que influenciam esse comportamento. Além disso, não existem parâmetros universais que permitam às empresas motivar todas as pessoas de forma uniforme.

De acordo com Dutra (2009, p. 85), "a motivação pode ser definida como o processo psicológico que impulsiona uma pessoa a empenhar esforços para alcançar determinados resultados. A motivação é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos."

2.4 Automotivação

De acordo com Boog (1999, p. 117), "a automotivação é definida como a habilidade de controlar emoções e resistir impulsos, permitindo alcançar objetivos enquanto se mantém confiante e otimista, mesmo diante de desafios adversos".

Regato (2014) destaca que a automotivação caracteriza indivíduos que estabelecem metas por conta própria e assumem a responsabilidade por alcançá-las. Mesmo diante de obstáculos, essas pessoas perseveram com determinação para atingir suas aspirações. Colaboradores com essa autodisciplina são frequentemente autônomos em sua produtividade, sendo capazes de produzir com ou sem supervisão hierárquica.

A automotivação representa o ato de estimular a si mesmo, impulsionado por forças internas. Isso envolve encontrar incentivos intrínsecos para a ação, sem depender da espera de eventos externos. Trata-se de uma força constante que conduz o indivíduo a realizar, progredir e desenvolver-se continuamente. Em geral, pessoas automotivadas possuem metas claramente definidas, mantêm foco na conquista de seus objetivos e possuem a resiliência necessária para enfrentar contratempos.

No âmbito profissional, a automotivação desempenha um papel essencial no desenvolvimento contínuo e na consecução de metas. Além disso, ela confere um senso de prazer ao trabalho, tornando as tarefas diárias mais instigantes e desafiadoras. Quando os colaboradores possuem essa autodeterminação, o ambiente de trabalho se torna mais positivo e gratificante, refletindo-se na qualidade e na eficácia de suas atividades.

2.5 Liderança

O que é liderança? Há muitas respostas para essa pergunta, eis algumas. Segundo Maximiano (2010), uma pessoa tem liderança quando consegue conduzir as

ações ou influenciar o comportamento de outras pessoas. Liderança é a realização de uma meta por meio da direção dos colaboradores humanos. A pessoa que comanda com sucesso seus colaboradores para alcançar finalidades específicas é um líder, e um grande líder é aquele que tem esta capacidade, dia após dia, ano após ano, numa grande variedade de situação.

A liderança ocorre quando há líderes que conduzem seguidores, além de certos objetivos que representam os valores e as motivações, desejos e necessidades, aspirações e expectativas, tanto dos líderes quanto do seus comandados. A genialidade da liderança está na forma como os líderes enxergam e trabalham os valores e motivações.

Liderança é o uso da influência não coercitiva para dirigir as atividades dos membros de um grupo levá-los a realização dos seus próprios objetivos.

2.5.1 Tipos de Liderança

Os tipos de liderança, segundo Maximiano (2010) são: autocrático, democrático e liberal.

O líder autocrático não costuma dar ouvidos a seus liderados, agindo sempre da maneira na qual ele acha que está correta, e toma suas decisões sozinho. O poder de decisão fica centralizado apenas nele. Maximiano (2010) afirma que “a liderança autocrática centraliza o poder de decisão no chefe, ou seja, quanto mais concentrado o poder de decisão no líder, mais autocrático é seu comportamento ou estilo”. Ainda, segundo Maximiano (2010, p.144):

Quanto mais concentrado o poder de decisão no líder, mais autocrático é seu comportamento ou estilo. Muitas formas do comportamento autocrático abrangem prerrogativas da gerência, como as decisões que independem de participação ou aceitação. O estilo autocrático pode degenerar e tornar-se patológico, transformando-se no autoritarismo.

Os comportamentos democráticos envolvem a influência e participação dos liderados, este estilo também é chamado de participativo, pelo fato do líder compartilhar com seus liderados sua responsabilidade e poder de tomada de decisão, sendo assim, o grupo participa das programações do trabalho, divisões de tarefas e as decisões são tomadas com base nas discussões em grupo.

Para Maximiano (2004, p. 294) “quanto mais às decisões forem influenciadas pelos integrantes do grupo, mais democrático é o comportamento do líder”. Ainda segundo este autor, quanto mais às decisões forem influenciadas pelos integrantes do grupo, mais democrático é o comportamento do líder. Os comportamentos democráticos envolvem alguma espécie de influência ou participação dos liderados no processo de decisão ou uso da autoridade por parte do dirigente.

Chiavenato (2004) afirma que o estilo liberal é indicado a grupos com alta maturidade e responsabilidade, gerando assim, inspiração criativa e iniciativa, instigando o sentimento de importância dos próprios grupos na organização.

Segundo Ribeiro (2009, p. 74), “a liderança liberal possui liberdade total para as decisões grupais ou individuais, com participação mínima do líder. A participação do líder no debate é pequena, limitando-se, apenas, a apresentar os variados materiais à disposição do grupo para o cumprimento de suas funções, esclarecendo que pode fornecer informações desde que solicitadas. Neste estilo, o líder tem intervenção quase zero, na maioria dos cenários, só atua quando é solicitado. Costuma deixar os liderados tomarem as decisões da forma que entenderem como melhor ou mais adequada para o momento, levando em consideração os limites e regras do ambiente da organização. Este tipo de líder faz com que os membros da equipe tenham autonomia de ação e liberdade de decisão, porém, também não poderão contar com um líder nos momentos cruciais. Os líderes liberais assumem que seus liderados são profundamente motivados e podem ficar sozinhos para realizar suas tarefas e cumprir com todas as metas impostas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa quantitativa, seguindo os princípios da coleta e análise de dados numéricos para avaliar o nível de motivação dos funcionários na empresa. A pesquisa quantitativa é um método que se concentra na mensuração objetiva de variáveis e na análise estatística dos resultados, proporcionando uma compreensão mais ampla e precisa dos fenômenos estudados.

Sekaran (2003) fornece uma visão abrangente dos métodos de pesquisa em negócios, destacando a pesquisa quantitativa como uma abordagem valiosa para coletar dados objetivos e mensuráveis. Ela explora o uso de questionários como uma técnica eficaz para a coleta de dados em pesquisas quantitativas, oferecendo orientações sobre a elaboração de questionários eficientes e a análise dos dados resultantes.

A técnica de coleta de informações escolhida foi o questionário, um instrumento utilizado na pesquisa quantitativa para coletar dados de forma estruturada. Os questionários consistem em perguntas fechadas, permitindo que os respondentes escolham entre opções predefinidas, facilitando a análise estatística dos dados coletados.

A pesquisa foi conduzida na Oficina Automotiva de uma usina do interior do Estado de São Paulo, que foi selecionada de acordo com critérios de relevância para o estudo. Para determinar o tamanho da amostra, considerou-se o número total de funcionários nesse setor. Foi realizada uma contagem para obter o número exato de funcionários e, em seguida, uma amostra representativa foi selecionada para participar da pesquisa.

O questionário foi disponibilizado a 200 funcionários de forma eletrônica, utilizando uma plataforma online de pesquisa. Isso permitiu uma distribuição eficiente do questionário, facilitando a coleta de dados. Os funcionários foram notificados previamente sobre a pesquisa e forneceram seu consentimento para participar.

A coleta de dados foi realizada em um período determinado de 10 dias. Durante esse período, 40 funcionários acessaram o questionário e forneceram suas respostas. Após o encerramento do período de coleta de dados, os questionários foram compilados e os dados foram preparados para análise.

Para analisar os dados coletados, foi utilizada a técnica de estatística descritiva para resumir as respostas, o que proporcionou insights quantitativos sobre o nível de motivação dos funcionários no setor da empresa selecionado, permitindo uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciam a motivação no ambiente de trabalho e os impactos da liderança.

4 RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em uma empresa do setor sucroalcooleiro localizada no interior do Estado de São Paulo com o objetivo de analisar o nível de motivação dos colaboradores, bem como o impacto da liderança na motivação dos funcionários. O setor escolhido foi o da Oficina Automotiva, onde 20% de um total de 200 funcionários respondeu o questionário, que foi aplicado através da plataforma do Forms enviado via WhatsApp.

Após a coleta e tabulação dos dados, foi possível verificar que 100% dos colaboradores respondentes são do sexo masculino, com uma variação de idade entre 25 e 45 anos, tendo de 6 a 9 anos de empresa. 63% desses funcionários concluíram o ensino médio e 20% o ensino fundamental.

Em relação à pesquisa, 67% dos funcionários consideram ter um nível ótimo de motivação e 33% relatam ter um nível bom. Isso indica que os colaboradores estão engajados à empresa, apresentam disposição para desempenhar suas funções, contribuindo para que a empresa alcance seus objetivos.

A pesquisa mostrou que 72% dos funcionários perceberam a empresa como aberta a críticas e sugestões. Considerando os fatores que deixam os colaboradores motivados, 75% afirmam ser a oportunidade de crescimento profissional. Esses resultados ressaltam a importância da comunicação aberta entre líderes e colaboradores e o desenvolvimento profissional na satisfação dos colaboradores, o que certamente impactará na produtividade da empresa.

Quanto ao nível de motivação relacionado ao reconhecimento e a valorização proporcionados no trabalho, 40% responderam ser ótimo e os 60% restantes classificaram como bom. Além disso, 55% demonstram estar motivados em relação aos desafios propostos pelos seus líderes. Tais resultados destacam a importância do

reconhecimento e da oferta de tarefas desafiadoras para manter a motivação e o engajamento da equipe, contribuindo para um ambiente de trabalho positivo e produtivo.

Dentre os respondentes, 40% se sentem motivados com a forma como seus líderes os orientam nas tarefas, destacando uma abordagem positiva na condução das atividades. Além disso, 43% afirmaram que o nível de motivação é bom em relação à capacitação oferecida pela empresa. Estes resultados indicam que a liderança cria um ambiente propício à motivação na empresa, harmonizando as competências dos colaboradores com os papéis dentro da organização, tendo o investimento em capacitação um papel significativo na motivação dos funcionários.

Quanto ao nível de motivação relacionado ao ambiente de trabalho (relações com os demais colaboradores), 50% responderam estar motivados, destacando as relações satisfatórias com colegas. Adicionalmente, 70% avaliaram como ótimas as condições de trabalho, incluindo instalações e recursos disponíveis, o que indica um ambiente propício ao desempenho das atividades da equipe.

Os resultados da pesquisa em relação ao nível de satisfação dos colaboradores são positivos, revelando que a grande maioria dos colaboradores, 90%, demonstra uma notável habilidade em controlar emoções e resistir a impulsos, mesmo quando enfrenta desafios no ambiente de trabalho. Portanto, a grande maioria dos entrevistados possuem automotivação, que segundo Boog (1999), é a habilidade de controlar emoções, permitindo alcançar objetivos enquanto se mantém confiante e otimista, mesmo diante de desafios adversos.

Outro dado relevante é o de que 97% dos participantes traçam metas profissionais por iniciativa própria e se esforçam para alcançá-las. Tal resultado corrobora com o pressuposto de Regato (2014), de que a automotivação caracteriza indivíduos que estabelecem metas por conta própria e assumem a responsabilidade por alcançá-las. Mesmo diante de obstáculos, essas pessoas perseveram com determinação para atingir seus objetivos.

Sobre o comportamento do líder, a pesquisa apontou que 68% dos colaboradores acreditam que seus líderes são eficazes em comandar a equipe para atingir metas com sucesso. Além disso, expressivos 75% percebem seus líderes como participativos, permitindo que os subordinados contribuam com ideias e sugestões. Este perfil indica o tipo de liderança “democrática” apresentada por Maximiano (2010), onde o líder compartilhar com seus liderados sua responsabilidade e poder de tomada de decisão, resultando em um ambiente organizacional adequado à motivação da equipe.

Quando perguntado que tipo de recompensa o funcionário espera quando atinge uma meta, 42% responderam não esperar recompensas, demonstrando motivação intrínseca. Além disso, 55% dos respondentes acreditam que seus líderes alcançaram seus cargos por mérito, por meio de cursos e aprimoramento profissional,

em vez de indicação. Isso enfatiza a importância do reconhecimento interno e do perfil dos líderes na motivação dos funcionários.

A pesquisa revelou que 53% dos colaboradores acreditam que seu líder passa confiança na hora de resolver algum problema, demonstrando um nível sólido de confiança na equipe. Além disso, 80% dos funcionários acreditam que a melhoria da empresa passa pela oferta de treinamentos personalizados para atender às necessidades específicas dos funcionários, e não pela substituição do líder ou mudança dos colaboradores. Esses resultados enfatizam, mais uma vez, a importância dada pelos funcionários às capacitações e treinamentos dados pela empresa, podendo impactar positivamente no nível de motivação dos mesmos.

Quanto às melhorias sugeridas em relação à liderança e, conseqüentemente, os resultados da empresa, 60% dos colaboradores sugerem a promoção de uma cultura organizacional saudável, envolvendo a criação de um ambiente de trabalho positivo, pautado em valores éticos, respeito mútuo e um senso de proporção compartilhado. Esses dados destacam a importância da cultura corporativa como um elemento-chave para o sucesso da liderança e da organização, enfatizando a necessidade de um ambiente que promova a colaboração, a confiança e o comprometimento dos funcionários.

A tabela 1 resume os principais resultados da pesquisa realizada na empresa:

Tabela 1 – Principais resultados da pesquisa

Pontos abordados	Resultado
Nível de motivação geral	Ótimo (67%); Bom (33%)
Abertura a críticas e sugestões na empresa	72% afirmam ter abertura
Fatores que motivam os colaboradores	Oportunidade de crescimento profissional (75%)
Motivação relacionada ao reconhecimento e valorização no trabalho	Ótimo (40%); Bom (60%)
Motivação relacionada aos desafios propostos pelo líder	55% estão motivados
Motivação relacionada a forma como os líderes orientam as tarefas	40% estão motivados
Motivação relacionada à capacitação oferecida pela empresa	Ótima (43%)
Motivação relacionada ao ambiente de trabalho (demais colaboradores)	50% estão motivados
Motivação relacionada às condições de trabalho	Ótima (70%)
Motivação para traçar metas profissionais e se esforçar para alcançá-las	97% estão motivados
Eficácia do líder em comandar a equipe	68% afirmam ter eficácia
Percepção dos líderes como participativos	75% afirmam terem essa percepção
Tipo de recompensa esperada quando atinge a meta	42% não esperam recompensa
Confiança passada pelo líder na resolução de problemas	53% afirmam essa terem confiança

Melhorias sugeridas à liderança	60% sugerem promoção de um ambiente de trabalho positivo

Fonte: elaborado pelos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação é um impulso que movimenta as ações das pessoas em direção a seus objetivos, podendo ser influenciada e estimulada por fatores externos. Ela pode originar-se tanto de uma força interior, ou seja, uma motivação intrínseca inerente a cada indivíduo, como de fatores externos que fazem parte do ambiente em que a pessoa está inserida, conhecida como motivação extrínseca. As pessoas variam em suas motivações devido às diferenças individuais, e essas motivações podem evoluir conforme a fase de vida que cada pessoa atravessa.

Um conjunto de teorias bem estabelecidas serve como base para identificar e analisar os elementos que influenciam os comportamentos das pessoas dentro de uma organização. Essas teorias são ferramentas valiosas para compreender, prever e influenciar as atitudes dos colaboradores.

A relação entre motivação e liderança é intrincada. Um líder motivado influencia positivamente sua equipe de trabalho. É fundamental que ele compreenda as necessidades dos membros da equipe, reconhecendo os fatores que geram satisfação e insatisfação. Dessa forma, o líder pode estimular o potencial de desempenho de cada indivíduo.

Neste contexto, foi realizada uma pesquisa quantitativa em uma empresa do setor sucroalcooleiro para analisar o nível de motivação dos colaboradores, bem como o impacto da liderança nesta motivação. Os resultados revelaram que a maioria dos colaboradores se consideram motivados, valorizam a oportunidade de crescimento profissional e percebem a empresa como aberta a críticas e sugestões. Além disso, a pesquisa destacou a importância do reconhecimento, do ambiente de trabalho positivo, da confiança na liderança e do investimento em treinamentos personalizados para a motivação dos funcionários. Os entrevistados destacaram o perfil participativo e democrático da liderança, contribuindo para um ambiente organizacional adequado à motivação da equipe.

As implicações dos resultados da pesquisa são significativas para a empresa, sugerindo que a liderança eficaz e a promoção de um ambiente de trabalho saudável são fundamentais para manter a motivação e o engajamento da equipe. Além disso, os dados indicam a importância de valorizar o desenvolvimento profissional dos colaboradores e reconhecer suas conquistas.

Em suma, a pesquisa reforça a ideia de que a motivação é um fator crucial para o sucesso organizacional e que a liderança desempenha um papel fundamental na promoção dessa motivação. A empresa pode se beneficiar ao investir em estratégias

que promovam a motivação dos funcionários, criando um ambiente onde eles se sintam valorizados, desafiados e comprometidos com os objetivos da empresa.

REFERÊNCIAS

- BERGAMINI, Cecília W. Motivação nas Organizações. São Paulo: Atlas, 1997.
- _____, Cecília W. Psicologia Aplicada à Administração de Empresas – Psicologia do comportamento organizacional. São Paulo: Atlas, 2015.
- BOOG, G.G. Manual de Treinamento e Desenvolvimento. São Paulo: McGraw-Hill, 1999.
- CHIAVENATO, Idalberto. Gerenciando Pessoas: O Passo Decisivo para a Administração Participativa. São Paulo: Makrom Books, 1994.
- _____, Idalberto. Gerenciando pessoas. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- _____, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração: Decorência da teoria das Relações Humanas. Rio de Janeiro, 2004.
- DUTRA, Joel S. Gestão de pessoas: modelo, processos, tendências e perspectivas. São Paulo: Atlas, 2009.
- Jornadadogestor.com.br/o-que-e/piramide-de-maslow-hierarquia-das-necessidades-humanas/
- MAXIMIANO, Antonio C. A. Introdução à Administração. São Paulo: Atlas, 2000
- _____, Antonio C. A. Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução digital. São Paulo: Atlas, 2004.
- _____, Antonio C. A. Teoria Geral Da Administração: Da Revolução Urbana à Revolução Digital. São Paulo: Atlas, 2007.
- _____, Antonio C. A. Administração de Projetos: Da Revolução Urbana à Revolução Digital. São Paulo: Atlas, 2010.
- _____, Antonio C. A. Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital. São Paulo: Atlas, 2019.
- REGATO, Vilma C. Psicologia nas organizações. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2014.
- RIBEIRO, Antonio de Lima. Teoria da Administração. 2.ed. ver. Atualizada São Paulo: Saraiva, 2009
- SALGADO, Leo. Motivação no Trabalho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- SEKARAN, U. Research Methods for Business: A Skill-Building Approach. 4ª ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

TEIXEIRA, Elson A. Teoria Geral da Administração e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

Previsão de Demanda e Gestão de Estoques: o caso de um restaurante

Daniel Roberto Pereira; Patrícia Oliveira Deveça; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

daniel.pereira48@fatec.sp.gov.br; patriciaodeveca@outlook.com;
fabianatanoue@gmail.com;

Resumo: *Os restaurantes devem estar atentos a detalhes considerados muito importantes em termos de gestão, para garantir o atendimento adequado dos clientes e lucratividade. Neste contexto, o objetivo deste artigo é analisar como se dão os processos de previsão de demanda e gestão de estoques em um restaurante localizado no interior do Estado de São Paulo. A natureza da pesquisa é qualitativa e descritiva, utilizando o método de estudo de caso e a técnica de entrevista estruturada. A empresa aplica métodos mistos para prever a demanda, garantindo que as decisões sejam tomadas com base em informações confiáveis e precisas. No que tange a gestão dos estoques, não há o apoio de sistemas gerenciais e cálculo formalizado do ponto de pedido e estoque mínimo, o processo se dá de forma qualitativa, baseada na experiência do gestor.*

Palavras-chave: *Previsão de demanda. Gestão de estoques. Restaurantes.*

Abstract: *Restaurants must pay attention to details considered very important in terms of management, to ensure adequate customer service and profitability. In this context, the objective of this article is to analyze how demand forecasting and inventory management processes work in a restaurant located in the interior of the State of São Paulo. The nature of the research is qualitative and descriptive, using the case study and the structured interview technique. The company employs mixed methods to forecast demand, ensuring that decisions are made based on reliable and accurate information. Regarding inventory management, there is no support from management systems and formalized calculation of the order point and minimum stock, the process takes place in a qualitative way, based on the manager's experience.*

Keywords: *Demand forecast. Inventory management. Restaurants.*

1 INTRODUÇÃO

A previsão de demanda e o gerenciamento do estoque são dois dos pilares do sucesso de qualquer empresa que fabrica, distribui ou vende produtos. A capacidade de

prever a demanda futura e a eficiência em gerenciar estoques pode ser a diferença entre o sucesso e o fracasso do negócio. Ambos são essenciais na otimização de recursos, redução de custos, melhora da satisfação do cliente e maximização dos lucros.

A previsão de demanda não é apenas uma tarefa analítica que explora dados históricos e tendências de mercado; ela é, também, uma ciência complexa que considera variáveis como sazonalidade, comportamento do consumidor e fatores econômicos. Concomitantemente, a gestão de estoque vai além da mera contabilização de produtos, é um componente vital que, mal administrado, pode levar a excessos onerosos ou escassez.

Operações alimentícias são complexas, envolvendo múltiplas variáveis e grande volume de dados. Em restaurantes, o processo de previsão de demanda e gerenciamento dos estoques é realizado de forma meticulosa devido a muitas variáveis como a perecibilidade dos produtos, tendências de consumo, fornecedores, eventos especiais, datas de validade, tamanho das porções, frequência de entrega, demanda histórica, condições climáticas e flutuações de preços. Dessa forma, gerenciar essas variáveis é crucial para controlar custos, evitar desperdícios e atender às expectativas dos clientes.

O objetivo deste artigo é mostrar a importância da previsão de demanda e da gestão de estoques em empresas do ramo alimentício, bem como analisar como se dão estes processos em um restaurante localizado no interior do Estado de São Paulo.

A pesquisa é qualitativa e descritiva, iniciando com uma revisão bibliográfica seguida de um estudo de caso baseado em uma entrevista estruturada de 30 questões com o gestor da empresa.

O trabalho possui a seguinte estrutura: na seção 2 e 3 apresentam o referencial teórico sobre Previsão de Demanda e Gestão de Estoques. Na seção 4 apresenta a Metodologia utilizada e na seção 5 traz os resultados e discussões da análise realizada na empresa selecionada. Por fim, a conclusão e as referências.

2 PREVISÃO DE DEMANDA

As organizações necessitam planejar as suas operações com relação à oferta de produtos ou de serviços. “Na origem da maioria das decisões das empresas está o desafio de prever a demanda do cliente. É uma tarefa difícil porque a demanda por serviços e bens pode variar muito” (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2008, p. 437).

Segundo Gaither e Frazier (2002), prever ou estimar a demanda futura de produtos e serviços e os recursos necessários para produzi-los é o primeiro passo da etapa do planejamento, e o ponto de partida para a elaboração das demais previsões da empresa está na estimativa das vendas futuras.

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que a previsão de demanda é o resultado encadeado por uma série de atividade, tais como: coletar informações relevantes; o

tratamento destas informações; a busca de padrões de comportamento; consideração de fatores quantitativos relevantes; projeção de padrões de comportamento; entre outros.

Para Tubino (2009), a previsão da demanda é a base para o planejamento da produção, vendas e finanças das empresas, pois possibilita desenvolver os planos de capacidade, de fluxo de caixa, de vendas, de produção e estoques e de mão de obra.

Segundo Corrêa, Giansi e Caon (2014, p.243, 244), um sistema de previsão de vendas é “o conjunto de procedimentos de coleta, tratamento e análise de informações que visa gerar uma estimativa das vendas futuras, medidas em unidades de produtos (ou famílias de produtos) em cada unidade de tempo (semanas, meses etc.)”. Para os autores, devem ser consideradas informações como: dados históricos de vendas; informações relevantes que expliquem comportamentos atípicos das vendas passadas; dados de variáveis correlacionadas às vendas que ajudem a explicar o comportamento das vendas passadas e futuras; conhecimento sobre a conjuntura econômica atual e futura; informações de clientes que possam indicar seu comportamento de compra futuro; informações relevantes sobre a atuação de concorrentes, entre outras.

Existem muitos métodos disponíveis para se obter previsão de demanda, que em princípio podem ser usados em quaisquer situações, dependendo de fatores como a disponibilidade de dados, tempo e recursos (MOREIRA, 2012).

Corrêa e Corrêa (2012) destacam que as técnicas de previsão de demanda podem ser divididas em dois grupos: Qualitativas e Quantitativas. Os métodos qualitativos são mais subjetivos, incorporam mais julgamentos e intuição na análise dos dados disponíveis, como opiniões de especialistas, experiências e julgamentos individuais, entre outros fatores não quantitativos. Alguns desses métodos são:

- a. **Método Delphi:** O processo envolve buscar um consenso entre especialistas sobre uma previsão. Eles respondem anonimamente a uma pergunta específica, as opiniões são coletadas e analisadas estatisticamente pelo coordenador e os resultados são compartilhados com o grupo, que então revisa suas estimativas. Esse ciclo se repete até que as opiniões convergem. Esse método é usado principalmente na ausência de dados históricos ou experiências anteriores para fundamentar projeções (KRAJEWSK, RITZMAN e MALHOTRA, 2008);
- b. **Estimativas de Força de Venda:** são previsões compiladas feitas periodicamente pela equipe de vendas, de início de forma desagregada. Este método exige um cuidado maior para evitar manipulação da parte da equipe de vendas, uma vez que os resultados obtidos, também, possam ser usados para estipular metas futuras (CORRÊA e CORREA, 2012);
- c. **Júri de executivos:** “esse método procura capturar a opinião de pequenos grupos, em geral, de executivos de nível alto sobre alguma variável que se pretende prever” (CORRÊA; CORREA, 2012, p. 250);

- d. **Pesquisa de Mercado:** segundo Corrêa e Corrêa (2012), este método tem como base principal a opinião dos possíveis clientes ou consumidores, através de questionários presenciais ou online;
- e. **Analogia Histórica:** é a previsão baseada na trajetória de um produto similar já existente, é importante no planejamento de novos produtos quando já tem um similar no mercado (DAVIS, AQUILANO e CHASE, 2001).

“Métodos Quantitativo são os métodos de previsão baseados em series de dados históricos nas quais se procura, através de análises, identificar padrões de comportamento para que estes sejam então projetados para o futuro” (CORRÊA e CORREA, 2012, p. 250). Segundo Krajewsk, Ritzman e Malhotra (2008), só é possível utilizar os métodos quantitativos quando se tem disponível os dados históricos adequados. Segue alguns dos métodos mais comuns:

- a. **Análise de Séries Temporais:** tem como objetivo prever o futuro tendo como base os acontecimentos do passado (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001)
- b. **Média Móvel:** esse modelo assume que a melhor forma de prever acontecimentos futuros é tirando a média de n períodos prévios (CORRÊA; CORREA, 2012);
- c. **Média Móvel Ponderada:** diferente da média móvel simples, a média móvel ponderada permite atribuir peso para cada elemento, sendo que a soma de todos os pesos tem que ser igual a 1 (JACOBS, CHASE, 2009);
- d. **Suavização Exponencial:** é um método avançado de média móvel ponderada que calcula a média de uma série temporal, dando mais importância aos dados mais recentes. É o método mais utilizado na previsão, devido à sua simplicidade e ao fato de requerer pequena quantidade de dados (KRAJEWSK; RITZMAN; MALHOTRA, 2008).

2.1 Previsão de demanda em restaurantes

De acordo com Fonseca (2022), Estimativas de vendas são essenciais em planos de negócios de restaurantes, influenciando o planejamento da produção e a avaliação de desempenho. O controle das vendas pode ser pelos seguintes métodos:

- a. **Comanda:** a comanda registra os pedidos dos clientes e é essencial para a distribuição das necessidades de produção e confirmação da venda. Ela permite o registro da venda no caixa, facilitando o débito dos valores dos produtos por mesa e o fechamento da conta. A comanda também ajuda na consolidação dos dados de vendas do período, seja o processo manual ou informatizado;
- b. **Mapa de Vendas:** o fechamento de caixa consolida todas as vendas de um período no restaurante. Estes relatórios, geralmente emitidos por sistemas, são vitais para analisar o desempenho de vendas por produto e auxiliar em

planejamentos. Além disso, fornecem insights sobre o impacto de eventos sociais, condições climáticas, interrupções externas e feriados no desempenho das vendas, desse modo, é possível manter um registro histórico do desempenho de vendas e obter parâmetros comparativos para futuras decisões e análise de desempenho

3 GESTÃO DE ESTOQUES

De acordo com Arnold (2009, p.247), “os estoques são materiais e suprimentos que uma empresa ou instituição mantém, seja para vender ou para fornecer insumos ou suprimentos para o processo de produção”.

Jacobs e Chase (2009) explicam que o estoque é normalmente classificado em matérias-primas, produtos acabados, peças componentes, suprimentos e estoque em processo. Nos serviços, geralmente se refere aos bens tangíveis a serem vendidos e aos suprimentos necessários para administrar o serviço.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), em operações, o estoque surge porque o momento de suprimento nem sempre coincide com o momento de demanda.

Correa e Caon (2002) explicam que o estoque desempenha várias funções essenciais em uma organização, independentemente do setor em que ela opera. Essas funções são necessárias para garantir que a empresa possa atender às demandas dos clientes, manter a eficiência operacional e maximizar seus lucros.

Segundo Gonçalves (2013), o estoque, apesar de indispensáveis para um perfeito funcionamento do processo de produção, implica em custos no seu armazenamento e movimentação, ou seja, envolve os custos dos espaços, das condições de ambientes especiais, da movimentação interna, controles, obsolescência, perdas e extravios. Por outro lado, a falta de estoque poderá resultar em perda de vendas e insatisfação do cliente.

Conforme Dias (2005), para organizar um departamento de controle de estoques, primeiramente deve-se descrever seus objetivos principais, que são: determinar quais e quantos itens devem ser estocados; quando o estoque deve ser reabastecido; solicitar a compra dos itens, receber e armazenar os materiais; controlar os estoques; manter inventários periódicos e identificar e retirar os itens obsoletos e danificados do estoque.

Abaixo, serão apresentadas algumas ferramentas que auxiliam na tomada de decisão quanto ao dimensionamento dos estoques:

- a. **Ponto de Pedido:** segundo Pozo (2010), é o nível de estoque que aciona a reordenação de um item para evitar interrupções na produção. O cálculo leva em conta o consumo do item, o tempo de reposição do fornecedor e um nível mínimo de estoque para segurança;

- b. **Estoque Mínimo:** de acordo com Dias (2005), o estoque mínimo também é chamado de estoque de segurança, sendo a quantidade mínima que deve existir no almoxarifado, que se destina a cobrir eventuais atrasos no ressuprimento, objetivando a garantia do funcionamento ininterrupto e eficiente do processo produtivo;
- c. **Lote Econômico de Compras:** para Moura (1997), lote econômico é a quantidade a ser comprada de um determinado item procurando-se minimizar o custo ou maximizar a rentabilidade do capital (máxima rentabilidade);
- d. **Classificação ABC:** segundo Corrêa e Caon (2002), a técnica ABC é uma forma de classificar todos os itens de estoque de determinado sistema de operações em três grupos, com base em seu valor total anual de uso.

3.1 Sistemas de controle de estoque

De acordo com Pozo (2010), um problema importante é a determinação do nível de estoque mais econômico possível para a organização.

Gonçalves (2013, p.150) destaca que “as análises destinadas a avaliar a operação de um sistema de controle de estoques levam à procura de respostas para duas questões básicas que envolvem o gerenciamento de materiais: Quando repor? Quanto repor?”.

A primeira questão reflete a necessidade de saber o momento exato para renovar os estoques de cada item em particular, a fim de manter o suprimento desses materiais visando atender aos requisitos operacionais da organização. Isso resulta na determinação de certos parâmetros que, devidamente mensurados, nos permitiram responder adequadamente a essa questão. A segunda questão refere-se à necessidade de definir a quantidade que deverá ser reposta sempre que for detectada uma exigência de renovação do estoque de cada item em articular (GONÇALVES, 2013).

Existem dois sistemas aplicados às atividades de gerenciamento de estoque. Um sistema determina o momento adequado de reabastecimento, chamado Máximo-Mínimos. O segundo determina a periodicidade do estoque sob revisão e determina a quantidade necessária para reabastecer o estoque, com base nos níveis de estoque na data do relatório (Revisão Periódica) (GONÇALVES, 2013).

De acordo com Dias (2005), pelas dificuldades na definição do consumo e pelas oscilações do tempo de reposição é que se usa o sistema de Máximos e Mínimos, também chamado de sistema de quantidades fixas. O sistema consiste em determinar os consumos previstos para o item desejado; fixar o período de consumo previsto; calcular o ponto de pedido em função do tempo de reposição do item pelo fornecedor; calcular os estoques mínimos e máximos e o lote de compras.

Já no sistema de Revisões Periódicas, são programadas as datas em que deverão ser realizadas as reposições de material e os intervalos são iguais. A análise deverá ser feita considerando o estoque físico existente, o consumo no período, o tempo de reposição e o saldo de pedido no fornecedor do item. A dificuldade desse método é a determinação do período entre revisões, sendo que: uma periodicidade baixa entre as revisões acarreta um estoque médio alto e um aumento no custo de estocagem, uma periodicidade alta entre as revisões acarreta um baixo estoque médio e, como consequência, um aumento no custo de pedido e risco de ruptura (DIAS, 2005).

Ainda para Dias (2005), para reduzir esses riscos devem ser calculadas revisões para cada material armazenado ou para cada classe de materiais, de acordo com os objetivos da organização.

3.2 Gestão de estoques de produtos alimentícios

Segundo Ninemeier (apud Fonseca, 2022, p.70,71), “deve-se atentar para três aspectos na estocagem de produtos alimentícios: aspectos de segurança, operacionais e condições de armazenagem”.

Quanto aos aspectos de segurança, deve atentar para o acesso limitado, a possibilidade de isolamento, atenção especial a itens com alto valor unitário ou com maior grau de atratividade (bebidas, cigarros ou carnes); controles efetivos, centralização de estoques (por exemplo alimentos pré-preparados e porcionados); layout que facilite a circulação de pessoas, de materiais e do ar, a visualização dos itens e a limpeza das áreas; iluminação e monitoramento.

Já em relação aos aspectos operacionais, deve-se buscar a compra adequada de produtos, sendo que os volumes de compras devem ser calculados com base na análise de consumo. Compras excessivas podem causar um acúmulo de materiais que estejam acima da capacidade de armazenamento, o que poderia causar uma diminuição do tempo de vida útil dos alimentos, podendo até ser perdidos, aumentando-se o custo da operação. A rotatividade de estoque também é um fator a ser considerado, sendo que os itens devem seguir o princípio do Primeiro que Entra Primeiro que sai – PEPS, para minimizar o tempo de armazenamento dos produtos.

As condições de armazenagem adequadas ao grau de perecibilidade dos produtos também faz parte dos aspectos operacionais importantes. Estes são divididos em três grupos: produtos perecíveis (frescos in natura e que deterioram rapidamente), semiperecíveis (alimentos que receberam algum tipo de tratamento ou que possuem nível médio de água) e não perecíveis (produtos com baixo nível de água e maior vida útil).

De acordo com Fonseca (2022), a documentação do processo de estocagem é de extrema importância, porque determina a alocação de custos de materiais para os variados centros de custo. Além de que, deste setor sairá as informações de consumo

de matérias-primas que serão utilizadas para verificar o desempenho operacional e de informações relativas a outras partes processo. O almoxarifado deverá trabalhar com a seguinte documentação:

- a. **Ficha de prateleira ou ficha Kardex:** instrumento básico de anotação de estoque. Deve ser preenchido a cada alteração nos volumes de estoque, ou seja, a cada entrada e saída de mercadoria;
- b. **Ficha de estoque:** é um documento permanente, que descreve toda a história da movimentação do produto. Esse controle é de grande importância para detectar históricos de consumo, movimentações de entrada, saída e destinos, bem como sua evolução de preços. Utiliza-se também para fazer a comparação de consumos;
- c. **Inventário periódico ou apuração de consumo real:** trata-se da pesagem e contagem de todos os itens em estoque, promove a apuração de consumo real pela diferença entre estoques iniciais, estoques finais e volume de compras;
- d. **Identificação de mercadoria:** todo alimento deverá indicar de maneira clara o nome do produtor, seus números de registro nos órgãos competentes, como estado (inscrição estadual), prefeitura (CCM), federação (CNPJ), bem como seu registro no órgão fiscalizador sanitário (Ministério da Saúde e Vigilância Sanitária), data de fabricação ou processamento e data de validade e descritivo dos ingredientes. Nos casos em que o produto não venha identificado com esse rótulo ou em que seja de fabricação própria, o estabelecimento tem a obrigação de identificá-lo, com os dados acima citados, para produtos adquiridos de terceiros. Os produtos fabricados no próprio restaurante deverão conter a identificação de produção própria, a data de produção e o prazo de validade.

4 METODOLOGIA

A metodologia usada é estudo de caso. A natureza da pesquisa é qualitativa e descritiva, utilizando inicialmente o método de pesquisa bibliográfica e, posteriormente, estudo de caso. Para o estudo de caso, os dados foram adquiridos através da técnica de entrevista estruturada junto ao responsável pela empresa, que respondeu a 30 (trinta) questões previamente elaboradas.

Gil (2007) explica que a pesquisa qualitativa é subjetiva ao objeto de estudo, se constroem sobre a dinâmica e abordagem do problema pesquisado e busca descrever e decodificar de forma interpretativa os componentes de um sistema complexo de significados, sem se preocupar com a mensuração dos fenômenos, pois transpõe a compreensão do contexto no qual ocorre o fenômeno.

De acordo com Martins Junior (2011), uma pesquisa descritiva busca descobrir e observar fenômenos existentes, situações presentes e eventos, procurando descrevê-los, classificá-los, compará-los, interpretá-los e avaliá-los, a fim de aclarar situações para idealizar futuros planos e decisões.

Fonseca (2002) explica que o estudo de caso visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico.

Entrevistas estruturadas são aquelas em que as questões são orientadas e antecipadamente estabelecidas, com determinada articulação interna. Aproxima-se mais do questionário, embora sem a impessoalidade deste. Com questões bem diretivas, obtém, do universo de sujeitos, respostas também mais facilmente categorizáveis, portanto, muito útil para o desenvolvimento de levantamentos sociais (SEVERINO, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O restaurante em foco neste estudo de caso é um negócio familiar fundado em agosto de 1980 no interior do Estado de São Paulo que tem prosperado no mercado gastronômico desde então. O estabelecimento emprega um total de 60 funcionários que operam em dois turnos diferenciados: almoço e jantar. O jantar é especialmente popular, atraindo um fluxo de clientes significativamente maior em comparação com o almoço. O cardápio é extenso, apresentando aproximadamente 180 itens variados que vão de pratos à lá carte, porções e bebidas.

No processo de atendimento a empresa faz uso de um sistema de comanda eletrônica, que não apenas ajuda na eficiência operacional, mas também serve como um repositório rico para dados analíticos. Este sistema é configurado para separar e distribuir pedidos na cozinha, que é equipada com quatro impressoras específicas. Cada impressora é designada para uma categoria de produtos: pratos à la carte e porções, pizzas, sucos e sobremesas, e bebidas prontas como chopp e refrigerante.

Este sistema produz várias métricas operacionais, como a quantidade de produtos vendidos, o faturamento total e até mesmo o desempenho individual dos garçons e motoboys. Todas essas métricas são depois agregadas à experiência prática e as opiniões das pessoas chave no processo, como cozinheiros, garçons e outros funcionários. Este método híbrido de análise de dados e experiência dos funcionários forma a espinha dorsal da estratégia de previsão de demanda do restaurante, o que faz com que a previsão seja feita utilizando um mix de técnicas qualitativas e quantitativas, sendo a base qualitativa, a opinião e experiência dos gestores, a de maior peso.

Além disso, a previsão desempenha um papel crucial na variação da demanda pelos produtos vendidos. Em dias quentes, a demanda tende a aumentar para pratos

mais leves, como saladas e grelhados, enquanto em dias mais frios aumenta a procura por pratos mais substanciais, como feijoadas e caldos.

Em contrapartida ao emprego de tecnologia no recebimento dos pedidos dos clientes, a gestão de estoque de insumos é realizada de forma bastante tradicional. O sistema de comanda eletrônica tem a capacidade de fornecer dados sobre o uso de insumos, no entanto, essa funcionalidade é subutilizada. Em vez disso, a empresa realiza esse gerenciamento de forma manual, fazendo uso de planilhas e cadernos, que são atualizados semanalmente através da contagem manual dos estoques, baseando na experiência e julgamento dos gestores e funcionários a gestão dos estoques de insumos. Essa decisão é ainda mais surpreendente considerando que os pratos não possuem uma ficha técnica formalizada. A montagem dos pratos é feita com base no conhecimento tácito dos funcionários, conhecimento esse que é passado para mais de um funcionário a fim de não deixar essa informação refém de apenas uma pessoa, o que sugere um alto nível de proficiência e treinamento entre a equipe.

O restaurante adota uma abordagem proativa na estocagem dos insumos. Todos os produtos são armazenados em grandes quantidades, sendo a estratégia da empresa garantir um estoque de insumos suficiente para 15 dias. O estoque mínimo considerado corresponde a 50% deste patamar, ou seja, suficiente para atender a oferta por 7 dias.

Cada tipo de produto tem um tempo de reposição. Produtos como carnes são abastecidos semanalmente, produtos de mercearia (arroz, feijão, óleo) quinzenalmente, legumes e verduras são abastecidos diariamente por conta da fragilidade e a facilidade em que perdem o frescor e bebidas são abastecidas semanalmente. Dentro do processo de estocagem, alguns produtos como carne e bacalhau, são estrategicamente armazenados em porções e etiquetados com datas de validade e a data em que foram porcionados, facilitando e acelerando o processo de preparação.

O restaurante está bem equipado com instalações de armazenamento, incluindo uma câmara de congelamento e duas câmaras de resfriamento. Produtos como queijos e presuntos, que devem ficar a baixa temperatura, mas não podem ser congelados, são armazenados nas câmaras de resfriamento, juntamente com produtos que serão utilizados no dia, enquanto itens sem uso iminente são armazenados na câmara de congelamento. Além disso, bebidas populares são armazenadas tanto em geladeiras quanto em câmaras de resfriamento para atender à alta demanda. Na retirada dos produtos do estoque é utilizado o princípio do Primeiro que Entra Primeiro que sai – PEPS, para minimizar o tempo de armazenamento dos produtos.

A empresa conta com aproximadamente 30 fornecedores selecionados com base na qualidade dos produtos e na facilidade de pagamento. As decisões de compras de insumos são tomadas pelo gestor com base em sua experiência e vivência no negócio, decisões essas que não são baseadas apenas pela demanda prevista, mas também pelas promoções oferecidas pelos fornecedores.

A empresa não apenas mantém um registro meticuloso de suas vendas através de seu sistema de comanda eletrônica, mas também realiza análises anuais para avaliar o crescimento e identificar áreas de melhoria. Este processo é facilitado pelo sistema de registro e controle de vendas que a empresa utiliza há 23 anos, garantindo que as decisões sejam feitas com base em informações confiáveis e precisas.

Portanto, diante do exposto, foi possível verificar, no que concerne a previsão de demanda, que a empresa analisada utiliza métodos quantitativos e qualitativos apresentados nos modelos teóricos para a tomada de decisão, garantindo que as decisões sejam feitas com base em informações confiáveis e precisas. Em relação à análise quantitativa, pode-se dizer que a empresa aplica a análise de Series Temporais, estimando as vendas futuras com base em vendas passadas. Através do processamento detalhado e organizado do pedido do cliente, começando com o recebimento do mesmo através da comanda eletrônica do sistema SmartMenu, os pedidos são direcionados conforme setor de produção. No tocante a análise qualitativa, a prática de previsão de demanda se aproxima dos métodos Delphi e Estimativas de Força de Vendas, à medida que gerentes e garçons, juntos, observam as tendências de consumo e formam estratégias para estimar ou ajustar a previsão de demanda de certos produtos.

No que tange a gestão dos estoques, a empresa não utiliza tecnologias gerenciais, sendo que o processo se dá, principalmente, de forma qualitativa, baseada na experiência do gestor. A conferência dos itens é feita de forma manual (semanalmente), e as informações de quantidade de produtos e insumos e prazo de validade são alimentadas em planilhas. Os gestores utilizam o mapa de vendas do sistema SmartMenu para auxiliar a tomada de decisões sobre o dimensionamento dos estoques, no entanto, de forma empírica decidem manter altos níveis de produtos e insumos estocados. Quanto ao sistema de reposição de estoques, fica evidente que o método utilizado é o de Revisões Periódica, onde para cada tipo de produto há um intervalo de tempo entre as reposições, conforme as características e tempo de entrega do fornecedor.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi mostrar a importância da previsão de demanda e da gestão de estoques em empresas do ramo alimentício, bem como analisar como se dão estes processos em um restaurante localizado no interior do Estado de São Paulo. As informações foram obtidas através de entrevista estruturada junto ao gestor da empresa.

Foi possível verificar que utiliza métodos quantitativos e qualitativos para realizar a previsão de demanda, através da comanda eletrônica do sistema SmartMenu e geração do Mapa de Vendas. Este acompanhamento permite captar variações na demanda ocasionadas por fatores como eventos, feriados e condições climáticas. Esta

análise é complementada pela abordagem qualitativa, que se dá via participação do gerente e dos funcionários, que com suas experiências, ajustam a estimativa de demanda.

Em relação à gestão dos estoques de insumos e produtos, não há o apoio de sistemas gerenciais e nem cálculo formalizado do ponto de pedido e estoque mínimo, conforme apontados na teoria. O nível do estoque é baseado na experiência do gestor, o que aumenta o risco de desabastecimento de insumos para o atendimento dos pedidos ou custo operacional elevado em função de estoques em excessivos. Tal situação é agravada pelo estoque ser, em sua maioria, formado por gêneros alimentícios perecíveis e semi-perecíveis, que podem representar perdas para empresa se não utilizados rapidamente.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. Tony. Administração de materiais: uma introdução. 3.ed. Atlas, 2009.
- CORRÊA, H. L.; CAON, M. Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes–Atlas. São Paulo SP, 2002.
- CORREA, Henrique L, CORREA, Carlos A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu GN; CAON, Mauro. Planejamento, programação e controle da produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DIAS, Marco Aurelio Pereira. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- FONSECA, João José Saraiva. Apostila de metodologia da pesquisa científica. João José Saraiva da Fonseca, 2002.
- FONSECA, Marcelo Traldi. Tecnologias gerenciais de restaurantes. 8 ed. rev. atual. - São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2022.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. Administração da produção e operações. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GONÇALVES, Paulo Sérgio. Administração de materiais. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. Administração da produção e de operações: o essencial. Porto Alegre: Bookman, 2009.

- KRAJEWSKI, Lee J; RITZMAN, Larry P; MALHOTRA, Manoj K. Administração de produção e operações. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice-hall, 2008.
- MARTINS JUNIOR, Joaquim. Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- MOURA, Reinaldo A. Manual de logística, v.2: armazenagem: do recebimento à expedição em almoxarifados ou centros de distribuição. 9. ed. São Paulo: Instituto Imam, 1997.
- NOVAES, Antonio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- POZO, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. São Paulo: Cortez, 2007.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 2 ed. São Paulo Atlas, 2009

A impressão 3D como ferramenta na obtenção de peças para projeto de cidade inteligente

Thiago Glissoi; Daniel Roberto Pereira; Eliane Andreoti; Gustavo Schiavon Marin;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

thiago.lobes33@fatec.sp.gov.br; daniel.pereira48@fatec.sp.gov.br;
eliane.andreoti@fatec.sp.gov.br; maringustavo94@gmail.com;

Resumo. *Este estudo investiga a aplicabilidade da Fabricação por Filamento Fundido (FFF) em projetos de cidades inteligentes. A pesquisa cobriu desde a modelagem digital até o produto final, enfatizando a importância do processo de acabamento. Os resultados confirmaram o potencial da tecnologia FFF para desenvolver soluções urbanas personalizadas e eficazes. O estudo conclui que a FFF tem impacto significativo em infraestruturas para cidades inteligentes e sugere foco em otimização de parâmetros e uso de materiais sustentáveis para pesquisas futuras.*

Palavras-Chave: *Fabricação por Filamento Fundido. Cidades Inteligentes. Modelagem Digital. Acabamento. Sustentabilidade.*

Abstract. *This study explores the applicability of Fused Filament Fabrication (FFF) in smart city projects. The research covered the entire cycle from digital modeling to the final product, emphasizing the importance of the finishing process. Results confirmed the technology's potential for developing personalized, effective urban solutions. The study concludes that FFF has a significant impact on smart city infrastructures and suggests a focus on optimizing printing parameters and the use of sustainable materials for future research.*

Keywords: *Fused Filament Fabrication. Smart Cities. Digital Modeling. Finishing Process. Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

O processo denominado como impressão 3D, alinha popular ao processo de Fabricação por Filamento Fundido (FFF), trata da fabricação pela adição de camadas múltiplas de filamento plástico fundido (LOPES, 2021; VOLPATO, 2017). O processo de impressão 3D é costumeiramente associado com o termo prototipagem rápida (rapid prototyping), dado a sua vasta utilização na obtenção de protótipos funcionais a partir de modelos tridimensionais de geometrias em muitas vezes complexa (LOPES et al., 2018).

Os modelos tridimensionais para impressão 3D podem ser obtidos de três formas distintas: através da modelagem 3D em um programa de Desenho Assistido por Computador (CAD), como o Sketchup; por meio do escaneamento tridimensional de um objeto existente utilizando técnicas como a fotogrametria (HIGUERAS; CALERO; COLLADO-MONTERO, 2021); ou a partir de um repositório digital de modelos 3D, como o Thingiverse ou o 3D Warehouse.

De posse do modelo tridimensional que representa a geometria desejada, a obtenção da peça por impressão 3D impetra que o modelo seja fatiado, obtendo-se como resultado o código G que controla os parâmetros da impressão, tal como a temperatura do extrusor e velocidade de impressão, e a movimentação dos eixos necessária para a deposição do filamento. O processo de fatiamento deve ser realizado em um programa fatiador, tal como o Ultimaker Cura, onde todos os parâmetros de impressão são definidos (GLISSOI LOPES et al., 2021). Os parâmetros de impressão a serem definidos no fatiamento podem variar significativamente em função da matéria prima empregada e de outros fatores, tal como a geometria da peça. Entretanto, é comum que os vendedores de impressoras 3D forneçam perfis de fatiamento otimizados para a fabricação com determinadas matérias primas (LOPES et al., 2023). Desta forma, o usuário necessita apenas inserir o perfil de fatiamento apropriado para a matéria prima que pretende se utilizar na obtenção da peça, e obtém-se como resultado o código G pronto para a fabricação por impressão 3D (CARMO et al., 2020).

No presente trabalho propõe-se demonstrar como a impressão 3D pode ser usada como ferramenta na obtenção de peças para projeto de cidade inteligente em miniatura. Para tal, será inicialmente explicado o princípio do projeto cidade inteligente e será fornecida uma breve revisão da literatura de trabalhos que estão associados a projetos de cidade inteligente. Após isso, o material e métodos empregados na obtenção de uma fonte para o projeto de cidade inteligente da Fatec Lins “Professor Antônio Seabra” será explanado, com detalhamento em relação a obtenção do modelo, processo de impressão e acabamento. Por fim, os resultados relacionados a obtenção da fonte serão demonstrados.

2 PROJETO CIDADE INTELIGENTE

Uma cidade inteligente é um ecossistema urbano que integra tecnologia avançada para a gestão eficiente de recursos e infraestrutura (KUMAR et al., 2021). O conceito, que surgiu na década de 1990, continua a ganhar tração, com diversas iniciativas e projetos em andamento (MARCU et al., 2020; OOMS et al., 2020).

Um exemplo de tal iniciativa é o projeto de cidade inteligente em miniatura da Faculdade de Tecnologia de Lins (FATEC LINS). O projeto, centrado na participação ativa de alunos e professores, busca simular um ambiente urbano inteligente. O objetivo é explorar tecnologias e estratégias que tornem as cidades mais sustentáveis e habitáveis.

Ao longo dos anos, o projeto tem sido enriquecido por contribuições de diversas turmas acadêmicas. Cada uma delas adiciona, pelo menos, uma nova infraestrutura ou melhoria ao projeto. Além disso, o projeto conta com o apoio de empresas que reconhecem seu potencial inovador (JAVADINASAB HORMOZABAD; GUTIERREZ SOTO; ADELI, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção de modelos

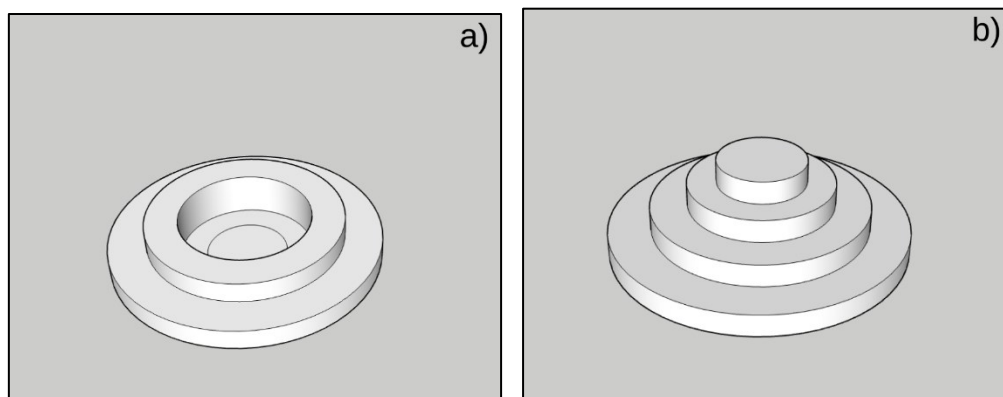
Nesta etapa do projeto da cidade inteligente, surgiu o desafio de criar uma base adequada para os postes. Diante da falta de opções disponíveis no mercado que atendessem às especificações do projeto, decidiu-se por utilizar a impressão 3D como método de fabricação.

Para o projeto, a base precisaria ter um formato circular com um orifício central, onde fixaria a haste do poste. Para se enquadrar na escala da cidade inteligente a base foi definido como tendo 40mm de diâmetro e 12,8mm de altura.

O software escolhido para o desenvolvimento do modelo 3D foi o SketchUp. Essa decisão foi tomada com base na sua facilidade de uso e flexibilidade, bem como na capacidade de exportar modelos em formatos compatíveis com impressoras 3D.

Inicialmente, no SketchUp, definiu-se a unidade de medida para milímetros (mm), com precisão até três casas decimais (0,000). O próximo passo foi criar um esboço bidimensional da base, que serviu como referência para a etapa de modelagem 3D. Utilizando a ferramenta "Círculo", foi desenhado um círculo de 40mm de diâmetro e 64 lados, o que conferiu mais suavidade ao contorno. Dentro desse esboço, foram indicadas as elevações da base com raios de 14,75mm, 9,7mm e 5,9mm a partir do centro.

Figura 3 - A) desenho da base 3D em processo, B) desenho 3D finalizado.

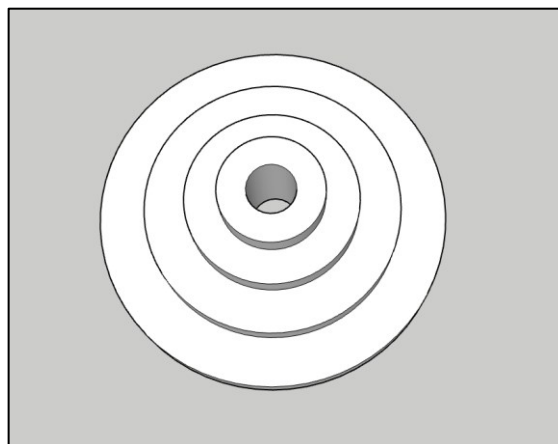


Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A partir de tal esboço bidimensional como guia, foi dado prosseguimento com a modelagem 3D representada na Figura 4. Diversas ferramentas do SketchUp foram empregadas, incluindo extrusão e modelagem de superfícies, para dar volume aos segmentos internos com alturas de 3,2mm, 6,4mm, 9,6mm e 12,8mm, mantendo uma diferença de 3,2mm entre cada uma.

Na sequência, um círculo de 6mm de diâmetro foi inserido no centro da base. Com a ferramenta de extrusão, um furo que atravessa toda a peça foi gerado, estabelecendo assim o espaço para fixação da haste do poste representada na Figura 5. Nesta etapa, diversos testes de impressão foram realizados para assegurar um encaixe firme e sem folga da haste na base. Para finalizar, o modelo foi exportado no formato STL, necessário para a etapa de preparação para impressão 3D.

Figura 4 - Desenho da base com um orifício central, para encaixe da haste.



Fonte: elaborada pelos autores, 2023.

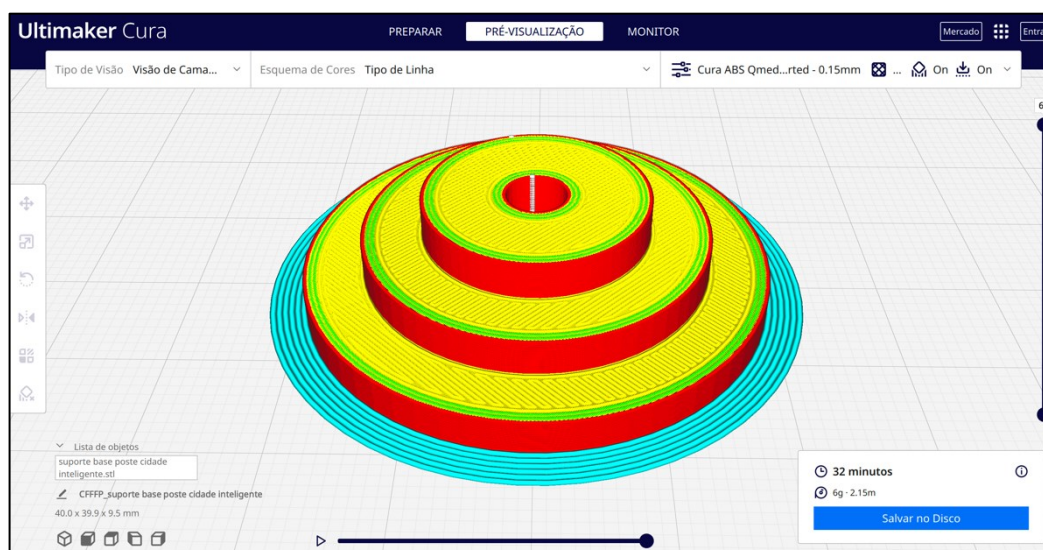
3.2 Procedimentos de impressão

O modelo tridimensional obtido como resultado do item 3.1 foi preparado para impressão. Como matéria prima escolheu-se utilizar filamento de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). A escolha pelo filamento ABS originou-se de sua grande utilização por outros trabalhos que buscavam obter protótipos funcionais.

A impressora 3D utilizada foi uma modelo A2V2, de fabricação GTMax3D. Para o fatiamento, utilizou-se o programa Ultimaker Cura. A escolha pelo programa Ultimaker Cura adveio do fato de este programa ser de uso gratuito. O perfil de fatiamento do Ultimaker Cura para o filamento ABS foi fornecido pela empresa GTMax 3D, fabricante da impressora.

A Figura 5 demonstra o modelo da fonte fatiado pelo programa Ultimaker Cura. Como pode ser observado em análise a Figura 5, a fabricação da base fatiada requer: 6 gramas ou 2,15 metros de filamento, e levará 32 minutos de fabricação. É importante ressaltar que o custo de filamento e o tempo de fabricação são aproximados, pois, como foi observado no trabalho (DAMASCENO et al., 2022; TELES et al., 2022), o algoritmo de previsão do programa fatiador apresenta determinadas divergências, apontando a previsão de maior gasto de filamento e de menor tempo de impressão do que os verificados em fabricações reais.

Figura 5 - Peça fatiada



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

3.3 Procedimentos de acabamento

O procedimento de acabamento das bases impressas em 3D para postes na cidade inteligente envolveu múltiplas etapas e materiais especializados. Inicialmente, o filamento ABS foi usado para a impressão das peças. O primeiro passo crucial para o acabamento foi a aplicação de um fundo preparador, conhecido como Primer, especificamente o da marca Gliart Pro (LUIZA, 2023a; SHOPEE, 2023a). A aplicação foi feita com um pincel chato da marca Tigre nº 815 8 cerda Brasil (LUIZA, 2023b; SHOPEE, 2023b), passando duas demãos do Primer e aguardando um período de 30 minutos para a secagem entre cada aplicação. Não foi necessário lixar as bases, já que a impressão 3D naturalmente deixa mini ranhuras que auxiliam na aderência do Primer.

Em seguida, a tinta "cimento queimado perolizado" da marca Gliart Pro foi aplicada nas peças. O pincel utilizado foi o mesmo da fase de Primer. Foram aplicadas várias demãos até que toda a superfície da peça fosse coberta e alcançasse o aspecto desejado, similar a um poste de energia. Como alternativa para aprimorar a eficiência do processo e o acabamento, foi testada também a utilização de uma tinta aerossol da marca ColorGin Decor na cor grafite metálico (LUIZA, 2023c; SHOPEE, 2023c), que proporcionou secagem rápida e um acabamento mais refinado.

Por fim, além das bases, canudos de suporte para balão foram utilizados para formar o corpo dos postes. Estes foram cortados na medida de 16,5 cm e lixados para melhorar a aderência do Primer. O processo de pintura seguiu os mesmos passos adotados para as bases, finalizando assim o processo de acabamento antes da instalação

no projeto da cidade inteligente. O suporte haste para balão decorativo bexiga pode ser adquirido em casas especializadas para festas e embalagens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Acabamento

Para obter a aparência de um poste de energia, a base foi pintada de cimento queimado. Testes mostraram a necessidade de Primer, representado na Figura 2, para a aderência da tinta (SHOPEE, 2023a).

Figura 6- Primer Gliart e bases impressas em ABS branco



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

4.1.1 Aplicação de Fundo Preparador e Pintura

Duas demãos de Primer Gliart Pro foram aplicadas as peças, representadas na Figura 7, com um pincel Tigre nº 815, esperando 30 minutos entre elas. A tinta cimento queimado perolizado da Gliart Pro foi usada após a secagem, resultando em cor cinza grafite representada na Figura 8.

Figura 7- Tinta Gliart e bases com a tinta já aplicada



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Figura 8 - Tinta Decor Color Gin aplicada nas bases



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

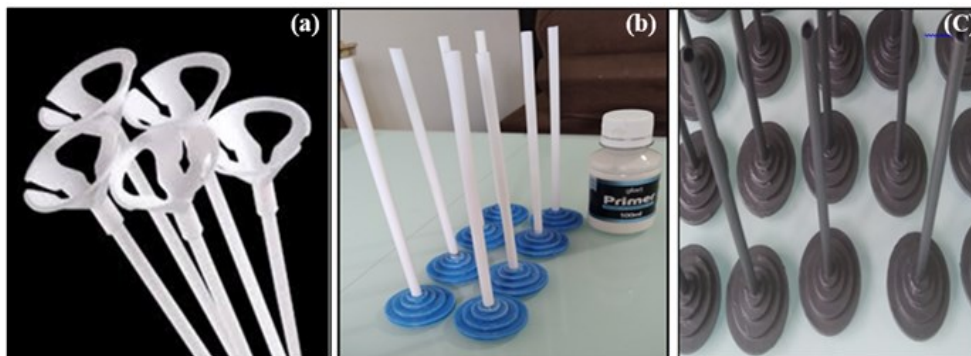
4.1.2 Corpo dos Postes

Além das bases, notou-se a necessidade de produzir o corpo dos postes para que pudessem ser encaixados nas mesmas, para atingir a altura necessária para a colocação e instalação das leds no projeto da cidade inteligente. Para estes corpos foram utilizados canudos de suporte para balão, como pode-se identificar na Figura 9(a), os quais foram medidos e cortados na medida de 16,5 cm, altura ideal para aplicação no projeto. Após isso foram encaixados nas bases, conforme representado na Figura 9(b), e na Figura 9(c) já pintados na mesma cor das bases com a tinta Decor Color Gin grafite metálico.

O processo de pintura foi o mesmo, porém foi necessário lixar os canudos com lixa para madeira folha nº100, com lixamento na vertical, pois devido sua base ser muito lisa o primer não aderiu, e lixando foi conseguido ranhuras na peça obtendo assim a

aderência necessária do Primer sem que depois de seco as camadas se soltassem, e pudessem receber o acabamento definitivo.

Figura 9 - (a) Canudos de balão, (b) canudos já cortados, lixados e com aplicação de Primer, (c) canudos encaixados nas bases e já pintados na cor grafite metálico



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Após todo o processo de acabamento, lixamento, aplicação do fundo preparador, aplicação da tinta e secagem, foi iniciado o processo de instalação das bases no projeto da cidade inteligente. Foram feitas todas as localizações dentro do layout, marcações e furações de onde deveriam ser instaladas cada base.

Após análises de como seria realizada a colocação das bases, vimos que cola de madeira não daria um bom resultado, e optamos por usar a cola e TEKBOND 793 20 ml (adesivo instantâneo) imagem da Figura 10(b) abaixo, onde o resultado foi satisfatório, atingindo o objetivo da instalação que foi conseguir colar as bases com os canudos encaixados em cada área localizada, marcada e perfurada como pode-se verificar na Figura 10(c).

A cola de madeira só dá um resultado satisfatório na madeira crua e rústica, se a madeira estiver lisa (mdf acabado) ou pintada, ela apenas cria uma camada que com o tempo se solta.

Figura 10 - (a) Localização, marcação e furação, (b) cola TEKBOND 793 de 20 ml, (c) bases prontas, canudos pintados, encaixados e já colados no layout do Projeto Cidade Inteligente.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Após os testes realizados com as duas tintas citadas anteriormente, foram notadas as vantagens e desvantagens de cada opção. A tinta Gliart Pro cimento queimado por ser uma tinta mais espessa e sua aplicação ser realizada com pincel, possibilita uma maior quantidade de peças e menos desperdício, porém eleva o tempo de acabamento da peça devido ao fato de que a pintura ocorre em uma peça por vez, seu tempo de secagem não é instantâneo e sua aparência fica mais rústica.

Já a tinta spray Decor Color Gin Grafite Metálico secagem rápida, por ser aerossol sua aplicação é realizada pulverizando sobre as peças, leva-se menos tempo no acabamento, e consegue-se uma maior quantidade de peças pintadas, secagem rápida e um acabamento mais refinado. Com duas latas da Tinta Spray, foi conseguido a pintura de 80 postes (sendo base e corpo) do poste em duas horas.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo se concentrou na aplicabilidade da Fabricação por Filamento Fundido (FFF) em projetos de cidades inteligentes. A pesquisa foi meticulosamente estruturada para abordar todo o ciclo de vida de um projeto de impressão 3D, começando pela modelagem digital e culminando no produto finalizado.

Os resultados demonstraram que a tecnologia de impressão 3D possui muita relevância em projetos de infraestrutura para cidades inteligentes. Por meio do caso prático analisado, confirmou-se que esta tecnologia permite a concepção de soluções personalizadas e eficazes, estabelecendo-se como uma ferramenta inestimável na engenharia contemporânea. O estudo também trouxe à tona a importância do processo de acabamento, uma variável frequentemente negligenciada em pesquisas análogas, mas que agrega uma dimensão extra de realismo e aplicabilidade aos resultados.

Desta forma, a conclusão que se chega é que a tecnologia FFF detém um significativo potencial para influenciar positivamente o desenvolvimento e execução de

projetos de cidades inteligentes. Sugerem-se para trabalhos futuros o foco na otimização de parâmetros de impressão e na experimentação com materiais mais sustentáveis. Também seria relevante realizar um estudo mais detalhado para compreender melhor o impacto dos parâmetros de impressão na qualidade e eficácia dos projetos.

O estudo serve, portanto, como uma contribuição valiosa para acadêmicos e profissionais da área de engenharia e urbanismo, oferecendo insights tanto práticos quanto teóricos que podem orientar pesquisas e aplicações futuras no campo.

REFERÊNCIAS

- CARMO, M. G. F. DO et al. Study of the Defects and Geometric Anomalies on Monolayer Parts Obtained by Fused Deposition Modeling Process. *Proceedings*, v. 69, n. 1, p. 40, 3 nov. 2020.
- DAMASCENO, A. B. et al. O Efeito do Parâmetro Densidade de Preenchimento na Obtenção de Peças pelo Processo FFF. *V Congresso de Inovação e Tecnologia | VII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica. Anais...Lins: Fatec Lins*, nov. 2022.
- GLISSOI LOPES, T. et al. THE INFLUENCE OF PRINTING PARAMETERS ON MONOLAYER PART FEATURES IN FUSED FILAMENT FABRICATION. *Proceedings of the 26th International Congress of Mechanical Engineering. Anais...Florianópolis/SC: ABCM*, 2021. Disponível em: <<http://abcm.org.br/anais-de-eventos/COB2021/0745>>
- HIGUERAS, M.; CALERO, A. I.; COLLADO-MONTERO, F. J. Digital 3D modeling using photogrammetry and 3D printing applied to the restoration of a Hispano-Roman architectural ornament. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, v. 20, p. e00179, mar. 2021.
- JAVADINASAB HORMOZABAD, S.; GUTIERREZ SOTO, M.; ADELI, H. Integrating structural control, health monitoring, and energy harvesting for smart cities. *Expert Systems*, v. 38, n. 8, 12 dez. 2021.
- KUMAR, P. et al. PPSF: A Privacy-Preserving and Secure Framework Using Blockchain-Based Machine-Learning for IoT-Driven Smart Cities. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, v. 8, n. 3, p. 2326–2341, 1 jul. 2021.
- LOPES, T. G. et al. A Utilização de Manufatura Aditiva em Projetos de Pesquisa. (A. Pazin, F. L. Meira, Eds.) *Anais do II Congresso de Inovação e Tecnologia – FATEC Lins. Anais...Lins-SP: Centro Paula Souza*, 2018. Disponível em: <<http://revista.fateclins.edu.br/congresso/edicoes.xhtml>>
- LOPES, T. G. Detecção e classificação de anomalias durante o processo de manufatura aditiva por fusão e deposição por meio de transdutores piezelétricos e

- processamento de sinais. Dissertação—Bauru: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 19 fev. 2021.
- LOPES, T. G. et al. Machine condition monitoring in FDM based on electret microphone, SVM, and neural networks. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 6 out. 2023.
- LUIZA, M. Primer Gliart 100 ml. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/primer-gliart-100-ml-glitter/p/ed436a2dh3/pf/pfma/?seller_id=casaarte>. Acesso em: 7 set. 2023a.
- LUIZA, M. PINCEL CHATO TIGRE 815-8. Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/pincel-chato-tigre-815-8/p/ggejdb34g6/am/paat/>>. Acesso em: 8 set. 2023b.
- LUIZA, M. SPRAY GRAFITE METALICO MULTIUSO COLORGIN DECOR 360 ML. Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/tinta-spray-grafite-metalico-multiuso-colorgin-decor-360ml/p/dh9179j308/cj/tisp/>>. Acesso em: 8 set. 2023c.
- MARCU, I. et al. Arrowhead Technology for Digitalization and Automation Solution: Smart Cities and Smart Agriculture. *Sensors*, v. 20, n. 5, p. 1464, 6 mar. 2020.
- OOMS, W. et al. Ecosystems for smart cities: tracing the evolution of governance structures in a dutch smart city initiative. *International Entrepreneurship and Management Journal*, v. 16, n. 4, p. 1225–1258, 8 dez. 2020.
- SHOPEE. Primer 100 ml Gliart. Disponível em: <<https://shopee.com.br/product/328191492/13077032026?gclid>>. Acesso em: 7 set. 2023a.
- SHOPEE. PINCEL CHATO MARCA TIGRE 815 -8. Disponível em: <<https://shopee.com.br/Pincel-Chato-N.815-8-TIGRE-i>>. Acesso em: 8 set. 2023b.
- SHOPEE. SPRAY - 360 ML - Tinta Decor- Colorgin. Disponível em: <<https://shopee.com.br/Spray-360ml-Tinta-Decor-Colorgin->>. Acesso em: 8 set. 2023c.
- TELES, V. C. F. et al. O efeito do Posicionamento do Modelo Tridimensional para o Fatiamento na Obtenção de Peças pelo Processo FFF. V Congresso de Inovação e Tecnologia | VII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica. Anais...Lins: Fatec Lins, nov. 2022.
- VOLPATO, N. *Manufatura Aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D*. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

Planejamento e Controle da Produção em uma indústria de Laticínios

Wilians da Silva Bassi; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

wilians.bassi@hotmail.com; fabianatanoue@gmail.com;

Resumo: *O planejamento e controle da produção (PCP) é de suma importância para as empresas, pois assegura o cumprimento dos objetivos de desempenho organizacionais a partir da aplicação eficiente dos recursos de produção. O presente artigo tem como objetivo analisar o PCP em uma empresa de laticínios situada no interior do Estado de São Paulo, desde a programação de captação do leite até a finalização do processo de produção. A pesquisa é descritiva, qualitativa e bibliográfica, sendo o método utilizado o estudo de caso e a técnica a entrevista estruturada. Foi possível verificar que o planejamento e controle da empresa desempenha todas as atividades importantes citadas na teoria, sendo o principal desafio deste setor a previsibilidade das vendas, visto que a demanda dos produtos ofertados oscila consideravelmente, podendo gerar falta ou excesso de estoque.*

Palavras-chave: *Planejamento e Controle da Produção. Objetivos de Desempenho. Empresa de Laticínios.*

Abstract: *Production planning and control is extremely important for the company, as it ensures compliance with organizational performance objectives through the efficient application of production resources. This article aims to analyze the production planning and control process in a dairy company located in the interior of the State of São Paulo, from the milk collection schedule to the completion of the production process. The research is descriptive, qualitative and bibliographic, with the method used being a single case study and the technique a structured interview. It was possible to verify that the company's planning and control performs all the important activities mentioned in the theory, with the main challenge of this sector being the predictability of sales, since the demand for the products offered fluctuates considerably, which can generate a lack or excess of stock.*

Keywords: *Production Planning and Control. Performance Objectives. Dairy Company.*

1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento no consumo de produtos e aumento da concorrência, as empresas estão cada vez mais buscando oportunidades para se tornarem mais competitiva no mercado em que atuam. O desafio é atender a alta demanda do mercado e gerar um produto com a melhor qualidade possível, estando dentro dos padrões de preço, verificando oportunidades de reduzir o custo do produto.

Através do planejamento e controle da produção, as empresas buscam otimizar o tempo de produção para atender as demandas no tempo certo, com o menor custo, para que seja possível entregar um produto com um valor acessível ao consumidor.

No segmento de laticínios não é diferente, pois ocorre uma variação muito alta no valor da matéria prima, inclusive o leite. Sendo este o cenário, necessita de um planejamento da produção eficiente de todos os recursos da empresa, mão de obra, consumo de matéria prima e máquinas. São diversos os pontos que precisam de total atenção e planejamento, para que a empresa atinja um resultado positivo e satisfatório.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o processo de planejamento e controle de produção em uma empresa de laticínios situada no interior do Estado de São Paulo, desde a programação de captação do leite (principal matéria prima) até a finalização do processo de produção para cumprimento do plano mestre.

A pesquisa é descritiva, qualitativa e bibliográfica, sendo o método usado o estudo de caso único. A técnica usada para obter as informações para a elaboração do estudo de caso foi a entrevista, com questões elaboradas a partir do referencial teórico realizado.

O presente artigo tem a seguinte estrutura: o primeiro capítulo apresenta a fundamentação teórica da administração da produção o segundo trata da teoria sobre o planejamento e controle da produção. O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada no trabalho e o quinto traz o estudo de caso na empresa.

2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

Com o aumento da competitividade entre as indústrias, a administração da produção vem sendo cada vez mais valorizada, para que se tenha o maior aproveitamento dos recursos e maior produção, a um alto nível de qualidade.

Para Slack, Chambers e Johnston (2000), a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Tudo que se veste, come, usa ou lê chega até nós graças aos gerentes de produção, mas também todos os serviços prestados, seja em um hospital ou em um atendimento de loja.

Gaither e Frazier (2002) destacam que a administração da produção é a administração do sistema de produção da organização que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização.

Já para Correa e Correa (2012), a administração da produção é o gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, visando atender as necessidades do cliente.

Para Slack et al. (1997), as empresas devem buscar atingir cinco objetivos de desempenho na produção, sendo eles: qualidade, rapidez (velocidade), confiabilidade, flexibilidade e custo.

- **Qualidade:** fazer certo as coisas; fornecer bens e serviços isentos de erros, de modo que seus consumidores fiquem satisfeitos;
- **Rapidez:** fazer as coisas com rapidez, minimizando o tempo de processamento de pedidos considerados como o lead time de fornecimento;
- **Confiabilidade:** fazer as coisas no tempo certo, mantendo compromissos de entrega assumidos com os seus clientes;
- **Flexibilidade:** estar preparado para alterar sua programação de produção. A flexibilidade é a capacidade de reagir ao inesperado mantendo tratamento único e individualizado ao consumidor;
- **Custo:** fazer as coisas com a qualidade desejada e com o menor custo possível, assegurando retorno financeiro à organização.

Para Slack et al (2013), os produtos e os serviços são projetados para satisfazer as necessidades do mercado e o processo que produz esses produtos devem ser avaliados em termos do que se espera sobre a qualidade, velocidade, confiança, flexibilidade e o custo.

3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O planejamento e controle da produção contribui para o alcance de vantagem competitiva pelas empresas, visto que, com um melhor planejamento, é possível estabelecer um nível adequado de capacidade produtiva, de estoques e processos adequados, resultando em melhoria na qualidade do produto, maior produtividade e redução dos custos relacionados à produção.

Segundo Tubino (2009), a função do Planejamento e Controle da Produção é controlar os recursos com base na previsão de vendas de longo prazo, monitorando a capacidade para atender a demanda.

Para Corrêa, Gianese e Caon (2014), a importância do planejamento e controle da produção se dá com o objetivo de prestar suporte as demais áreas da produção. Deve ser eficaz nos planejamentos futuros da capacidade produtiva, dos materiais comprados, dos níveis adequados de estoque e das atividades de produção, a fim de atingir as metas, saber informar os recursos, ser capaz de atender aos menores prazos e ter o poder de reação.

Ter o planejamento e controle da produção é de extrema importância para a empresa, visto que ele ficará responsável pelo controle de todo o processo produtivo, desde as atividades de decisão até a utilização dos recursos para a produção, fazendo que seja executado da forma correta, utilizando as quantidades certas de recursos e entregando na quantidade e tempo solicitado.

As principais atividades envolvidas no Planejamento e Controle da Produção nas empresas são: previsão de demanda, planejamento agregado da produção, plano mestre de produção, planejamento da capacidade produtiva, planejamento das necessidades de materiais, sequenciamento da produção, programação e controle da produção.

- Previsão de demanda: segundo Moreira (2015), é um processo que busca informações sobre a quantidade de vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. É a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa, de acordo com Tubino (2009). A previsão de demanda é baseada no ano anterior, ajustando com o setor comercial como serão as vendas do ano atual em questão, podendo variar de acordo com o momento da economia ou algum outro aspecto de mercado que pode causar alterações;
- Planejamento agregado: é o processo de balanceamento da produção com a demanda, a fim de atingir o custo mínimo (MOREIRA, 2015). Davis; Aquilano e Chase (2001) destacam que o planejamento agregado tem o foco de fixar a taxa de produção por grupo de produtos em um prazo determinado, buscando atingir o objetivo de minimizar os custos, aproveitando ao máximo a taxa de produção, a mão-de-obra e a utilização dos estoques.
- Plano-mestre de produção: é um plano mais abrangente e amplo, que é integrado com diversos setores da organização, definindo as quantidades planejadas em materiais e capacidade baseadas na demanda (CORRÊA; GIANESI E CAON, 2014). Segundo Tubino (2009), o planejamento mestre da produção é encarregado de separar os planos produtivos de longo prazo em médio prazo, com o objetivo de direcionar as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa;
- Planejamento da capacidade: Slack; Chambers e Johnston (2009) destacam que o planejamento da capacidade tem o objetivo de determinar a quantidade efetiva da operação produtiva, de forma que ela atenda toda a demanda. A capacidade é a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma empresa, em uma certa quantidade de tempo.
- Planejamento de necessidades de materiais: se baseia na visão de futuro dos materiais, tendo como objetivo calcular o necessário para a produção para que não falte ou sobre para a fabricação (CORRÊA, GIANESI E CAON, 2014).

Para Cavalcanti e Moraes (1998), o MRP (Manufacturing Resources Planning) é uma ferramenta chave para fazer o planejamento da necessidade de todos os materiais, desde o início até o produto acabado;

- Sequenciamento da produção: segundo Slack, Chambers e Johnston (2000), consiste nas regras consideradas para estabelecer a ordem com que os produtos serão produzidos. Moreira (2015) destaca que os parâmetros utilizados para estipular a ordem dos processos são: o tempo de produção de cada um, o tempo de espera entre um processo e outro, o tempo total para se produzir o produto por completo e o prazo para se entregar o produto e os possíveis atrasos entre os processos. Já Slack, Chambers e Johnston (2000) destacam a restrição física dos materiais, a prioridade ao consumidor, data prometida de entrega ao cliente, LIFO (Last In First Out) - o último a entrar é o primeiro a sair, o FIFO (First In First Out) – o primeiro a entrar é o primeiro a sair e a regra da operação mais longa e a operação mais curta, que pode variar dos sistemas adotados de uma empresa para a outra;
- Programação da Produção: tem a função de definir quando e quanto comprar, fabricar ou montar de cada item definido pelo plano mestre. São realizadas ordens de compra e de produção, para que seja possível cumprir o planejamento (TUBINO, 2009). A programação de produção visa mostrar ao chão de fábrica, o que fazer, o momento para fazer e as quantidades que devem ser feitas, de cada item. A programação é feita considerando diversos aspectos, como a urgência do cliente, a velocidade de produção, mão de obra disponível, estoque dos itens e suas validades.

O Controle da Produção tem como o objetivo alinhar o planejamento com a execução das atividades operacionais da empresa. É por meio da análise e coleta de dados que é possível garantir que a programação da produção seja executada com êxito, com os dados obtidos, identificar que está havendo um desvio e agir rapidamente na causa. Em outras palavras, quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas utilizadas, objetivando atingir totalmente a programação (TUBINO, 2009).

Para Moreira (2000), controlar a produção é garantir que as ordens de produção sejam cumpridas da forma certa e na data certa, com a melhor qualidade e menor perda possível.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia são os diversos instrumentos utilizados para realizar a pesquisa científica; é todo o conhecimento adquirido dos métodos e técnicas que ajudam o autor a criação do trabalho em si (BOTELHO; GIMENES, 2013).

O método utilizado neste trabalho foram o estudo de caso único, realizado em uma indústria de laticínios, e a observação sistemática. Tal estudo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa descritiva, qualitativa e, também, bibliográfica. Foram apresentados conceitos e referências teóricas sobre a administração da produção e o planejamento e controle. As informações para o estudo de caso foram obtidas por meio de entrevista com questões estruturadas junto aos gestores das áreas de planejamento e controle da produção.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso é a investigação para identificar as características holísticas, processos organizacionais e administrativos.

Prodanov e Freitas (2013) argumentam que a pesquisa descritiva é quando são descritos os fatos observados sem alterá-los, e descreve as características das variáveis.

A pesquisa qualitativa tem o objetivo de buscar entender algo, com todos os detalhes possíveis, levando em consideração os hábitos, atitudes e opiniões diferentes. Contribui para que o autor entenda mais sobre o assunto, buscando os detalhes de cada etapa (BOTELHO; GIMENES, 2013).

Para Marconi e Lakatos (2007), a entrevista é o encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações através de uma conversa a respeito de determinados assuntos. Para a elaboração do trabalho, foi entrevistado Coordenador de PCP (Planejamento e Controle da Produção) da empresa.

5 RESULTADOS

A empresa escolhida para análise é uma indústria de laticínios que, no ano de 1980, abriu a fábrica, onde trabalhavam apenas 6 funcionários. No início das atividades, a empresa produzia apenas queijo prato e manteiga, sendo a produção de 400 toneladas por ano destinadas à venda na grande São Paulo.

Em 1992, a empresa já contava com quatro fábricas, sendo três em Minas Gerais e uma em Santa Catarina, quando os sócios decidiram expandir as vendas para todo o território nacional. Já em 1999, a empresa passou também a atuar no mercado externo, distribuindo seus produtos para os Estados Unidos e Japão, entre outros países.

Atualmente, a empresa possui cinco unidades de produção, gerando cerca de 1.600 empregos diretos e produzindo mais de 1000 toneladas por mês e em torno de 100 produtos diferentes para diversas ocasiões de consumo.

Para a construção deste estudo de caso foi aplicada uma entrevista junto responsável pelo setor de planejamento e controle de produção. As questões foram desenvolvidas com base nas teorias estudadas e no objetivo do trabalho, de forma a analisar o processo de planejamento e controle da produção na empresa, desde a programação de captação do leite (principal matéria prima) até a finalização do processo de produção para cumprimento do plano mestre.

O setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção) da empresa tem como principais funções definir o que será produzido e a quantidade de cada item das cinco fábricas, sendo elas, duas em São Paulo, duas em Minas Geras e uma em Santa Catarina. As quatro fábricas geram por mês cerca de 3.500 toneladas de produto acabado, variando em mais de 100 tipos de itens diferentes. Além do planejamento da produção, o setor de PCP também é responsável por: acompanhar as metas de produção, a gestão do estoque de produtos acabados no CD (centro de distribuição) e do estoque de segurança (estoque para não ter falta de produtos para os clientes); fazer a gestão dos carregamentos (fábricas - CD e CD - Clientes), dos pedidos sob encomenda (clientes diretos), previsões de vendas, a gestão das matérias primas nas fábricas (leite, manteiga, cremes), entre outras atividades informadas na figura 1:

Figura 1 - Atividades exercidas pelo setor de PCP na empresa.

- Acompanhamento Demanda	- Geração de ordens de produção
- Previsão Vendas	- Simulações
- Validação Plano Produção e Programação Insumos	- Interface com suprimentos
- Reuniões de Planejamento	- Plano Carregamento
- Alterações / Inclusões Itens	- Gestão Frota Transferência
- Rotina de Atendimento ao Pedido / Corte	- Controle Envio de Produtos
- Desdobramento de Metas	- Controle de Reprocesso
- Análise dos indicadores	- Solicitação de Notas
- Acompanhamento Capacidade Fabril	- Controle de Retirada
- Gestão da Programação	Insumos
- Previsão do Leite	- Relatório
- Previsão de Insumos	- Cadastro Produtos
- Controle de Estoques	- Programação de Terceiros
- Carregamentos Fábrica	- Programação Exportação
- Inclusão Demanda (Sistema Gestão)	- Programação Importação
- Controle Volume do Leite	
- Previsão Liberação Produto	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A programação da produção é planejada através da previsão de vendas dos produtos, que é elaborada considerando o histórico de vendas passadas. Além disso, a pesquisa de mercado realizada continuamente possibilita o acompanhamento real do mercado, garantindo um planejamento mais assertivo.

Um dos maiores desafios do PCP na empresa é a previsibilidade das vendas, visto que a demanda oscila muito e, com isso, pode gerar um volume maior de estoque ou a falta de determinado item. Como cerca de 98% da produção é para estoque, e apenas 2% é por encomenda, a previsão de vendas é um fator crucial para o PCP da empresa,

evitando custos elevados de estocagem, ruptura de estoque e comprometimento do atendimento aos clientes.

A previsão de demanda é feita anualmente e detalhada mensalmente, acompanhando as mudanças e fazendo os ajustes necessários. Caso o cenário saia do planejado, é possível alterar o volume conforme necessidade comercial, e isso é feito com base em reuniões de S&OP (Sales and Operation Plan), discutindo quais os volumes de demanda existentes conforme base histórica, pesquisa de mercado e demanda de Marketing, e se for necessário, novos investimentos são realizados para atender a produção.

As programações são passadas semanalmente para as fábricas, baseado na demanda de cada um dos itens. O sequenciamento da produção é definido conforme a demanda e o estoque de cada produto, se o estoque do produto está baixo, devido a alguma venda extra, esse produto é rapidamente produzido para a reposição para não ter o risco de faltar para o cliente, além de buscar evitar o máximo de setups possíveis, melhorando a produtividade das linhas. O acompanhamento das linhas de produção é feito através das fábricas pelos apontamentos diários, e caso seja necessário, são feitos ajustes no planejamento.

Quando ocorrem variações no mercado, o PCP da empresa precisa agir rapidamente. Para ajustar a produção à demanda, é avaliada com o setor comercial a prioridade e urgência de produção do item, para saber se é necessário colocá-lo na frente de outro produto. Por isso, se faz necessário o estoque de segurança dos itens.

O setor de PCP utiliza sistemas para auxiliar no processo de PCP, como o ERP (Enterprise Resource Planning), que com o auxílio das listas dos itens que entram na fabricação dos produtos, faz o cálculo da necessidade de compra dos insumos, levando em consideração o lead-time (tempo de entrega) de cada fornecedor. Além dessa função, este sistema também auxilia na tomada de decisões, através da unificação das informações de vendas, estoques, validade dos produtos e outras informações disponíveis para a gestão.

Para acompanhar o desempenho das fábricas, o setor utiliza dos seguintes indicadores: OEE (Overall Equipment Effectiveness - Eficácia Geral do Equipamento), Planejado X Produzido e volume total produzido. Para avaliar a qualidade dos produtos, são usados os índices de devoluções e reclamações, volume de produtos direcionados e os produtos não conformes. Para a avaliação do desempenho da rapidez do processo produtivo são utilizados os índices de tempo de fabricação do produto, tempo de setup entre os produtos e a OEE das máquinas. Em relação à confiabilidade, são utilizados a porcentagem de pedidos entregues com atraso, o percentual de pedidos entregues dentro do prazo, a porcentagem de produtos em falta no estoque e os cortes de produtos. Para avaliar o nível de flexibilidade no processo produtivo, a empresa utiliza o tempo de mudança de máquina ou processo. Já para a avaliação do desempenho em

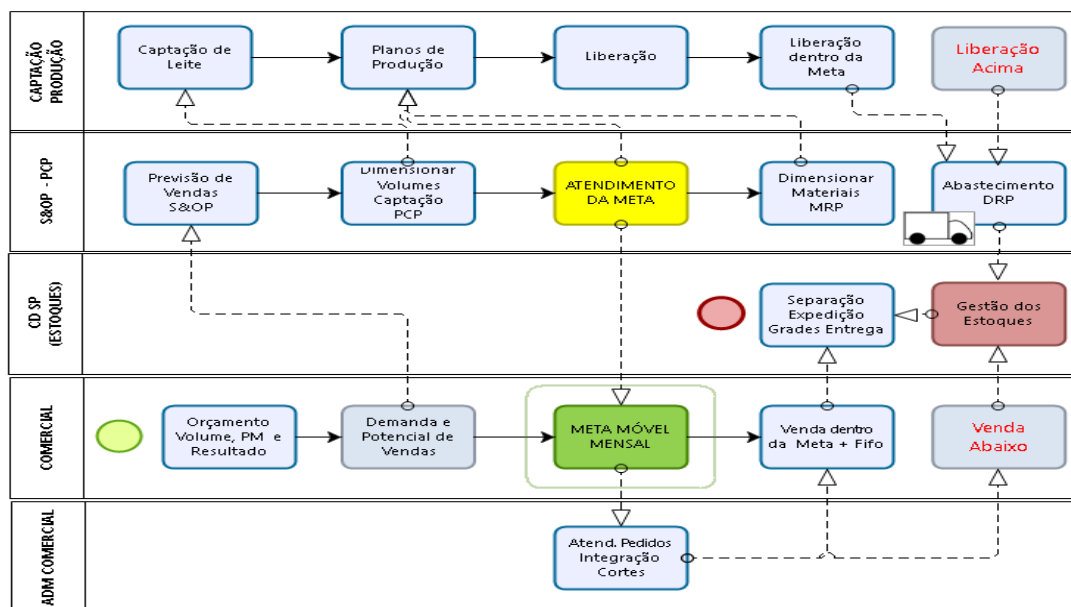
custos, é utilizado o custo por hora de operação, nível de utilização de insumos e o custo total de produção de um item.

Com a utilização destes indicadores, são realizados estudos para melhorias na produtividade, entre os setups e diversos outros itens.

O planejamento e controle da produção também programa a compra do leite conforme a necessidade de cada unidade fabril, com base nas demandas informadas. Nesta compra há um padrão de qualidade do leite exigido e todo novo produtor submete seu leite a teste para confirmar se está dentro dos padrões da empresa.

A figura 2 descreve as principais etapas do PCP na empresa.

Figura 2 - Etapas do Planejamento e Controle de Produção da empresa.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Para a empresa, o PCP é o elo entre todos os setores, pois é ele quem define o que, como e quanto produzir, auxiliando todos os setores e fornecendo a demanda dos produtos para realizar a compra de insumos, volumes a serem descarregados nas fábricas de cada matéria-prima conforme a previsões de estoque e programações da produção. Todas estas são informações de extrema importância para manter a coesão e alinhamento de todos os setores da empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar todas as atividades envolvidas no planejamento, programação e controle da produção de uma indústria de lácteos,

desde a compra da principal matéria prima - o leite, até a distribuição de seu produto acabado para o cliente.

O setor de Planejamento e Controle de Produção da empresa possui muitas funções e é de extrema importância para o sucesso da mesma no mercado concorrido em que atua. Além das funções tradicionais apontadas na teoria (previsão de vendas, plano agregado e mestre de produção, planejamento das necessidades de materiais e capacidade, programação), o setor também é encarregado de acompanhar as metas de produção, a gestão do estoque de produtos acabados no centro de distribuição e do estoque de segurança, fazer a gestão dos carregamentos (fábricas - CD e CD - Clientes), dos pedidos sob encomenda (clientes diretos), a gestão das matérias primas nas fábricas (leite, manteiga, cremes), entre outras atividades.

Foi verificado que a empresa avalia, por meio de indicadores, o desempenho dos cinco objetivos relacionados à produção, quais sejam, a qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custos, o que permite embasar ações de melhoria das atividades produtivas.

Observou-se que o acompanhamento efetivo por parte do PCP das decisões e processos que afetam a produção pode garantir o funcionamento eficiente do sistema produtivo.

Como sugestão de pesquisas futuras, propõe-se a análise do planejamento e controle da produção em outros setores de empresas.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, Joacy; M.; GIMENES, Vilma A. C. Metodologia Científica. 1. Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- CAVALCANTI, E. M. B.; MORAES, W. F. A. de. Programa-mestre de produção: concepção teórica x aplicação prática na indústria de cervejas e refrigerantes. ENANPAD, Florianópolis. Anais, Porto Alegre, Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração - ANPAD, 1998. (CDROM)
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e Operações. 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.
- CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 5. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2014.
- DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. Fundamentos da Administração da Produção. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.
- GAITHER, Normal; FRAZIER, Greg. Administração da Produção e Operações. 8. Ed. Cengage Learning, 2002.

- MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. Fundamentos de Metodologia Científica. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. 2. Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2015.
- PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Emani C. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. Administração da Produção. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 1997.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S. JOHNSTON, R.; BEETS, A. Gerenciamento de operações e de processos. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e controle da produção. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009
- YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANÁLISE QUALITATIVA ENTRE EXCITAÇÃO RANDÔMICA E EXCITAÇÃO DE SHINOZUKA EM SIMULAÇÕES SÍSMICAS COM ISOLAMENTO SÍSMICO

Maiza Maldonado Mancera¹; Roberto Outa¹; Sandro da Silva Pinto¹; Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Fábio Roberto Chavarette²

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

maiza.mancera@fatec.sp.gov.br; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
sandro.pinto@fateclins.edu.br; fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br;
fabio.chavarette@unesp.br

RESUMO. *Este trabalho tem como objetivo geral demonstrar um estudo sobre a qualidade do isolamento sísmico utilizando borracha. Com isso, foram desenvolvidos algoritmos de simulação computacional para investigar o comportamento de um prédio de dois andares sujeito a excitações sísmicas alterando as características técnicas de rigidez e amortecimento da borracha. Foram utilizados dois tipos de excitação: uma excitação randômica e uma excitação baseada no método de Shinozuka. Com isso, foi possível entender o comportamento do sistema shear building de dois andares sob a ação de forças sísmicas compreendendo o comportamento do isolante, as respostas estruturais, e os deslocamentos estruturais. O resultado encontrado foi positivo, considerando a qualidade dos resultados.*

Palavras-Chave: *Simulação Sísmica; Excitação de Shinozuka; Isolamento de Borracha; Shear Building; Vibração.*

ABSTRACT. *This research demonstrates a study on the quality of seismic isolation using rubber. With this, computer simulation algorithms were developed to investigate the behavior of a two-story building subject to seismic excitations by changing the technical characteristics of stiffness and damping of the rubber. Two types of excitation were used: a random excitation and an excitation based on the Shinozuka method. With this, it was possible to understand the behavior of the two-story shear building system under the action of seismic forces by understanding the behavior of the insulator, the structural responses, and the structural displacements. The result found was positive, considering the quality of the results.*

Key words: *Seismic Simulation; Shinozuka's arousal; Rubber Insulation; Shear Building; Vibration.*

1. INTRODUÇÃO

O isolamento sísmico, como conceito e prática, busca minimizar os danos causados pelos terremotos, permitindo que as estruturas se movam de maneira controlada durante os eventos sísmicos, reduzindo assim as forças transmitidas à construção. Uma das abordagens envolve o uso de isoladores de borracha, dispositivos projetados para absorver e dissipar energia sísmica, protegendo as estruturas dos efeitos prejudiciais das vibrações sísmicas. Esses isoladores elastoméricos têm o potencial de revolucionar a resiliência das estruturas diante de terremotos de grande magnitude (KELLY e KONSTANTINIDIS, 2011; SKINNER et al., 2010).

A evolução tecnológica na engenharia civil também se estende à engenharia computacional de terremotos, uma disciplina que combina métodos avançados de modelagem numérica com análises de simulação para entender os padrões de propagação sísmica, as respostas estruturais e os possíveis impactos em diferentes cenários. A aplicação de ferramentas computacionais permite a realização de experimentos virtuais que simulam terremotos, auxiliando os engenheiros a prever o comportamento das estruturas e avaliar a eficácia de diferentes estratégias de mitigação. Isso não apenas aumenta nossa compreensão dos terremotos, mas também proporciona uma base para o desenvolvimento de estruturas mais seguras e resilientes (HORI, 2011, CHOPRA, 2012).

O objetivo deste trabalho é demonstrar um estudo da qualidade do isolamento sísmico utilizando o material borracha. A motivação advém de compreender e aprimorar a capacidade de construções de lidar com terremotos e movimentos sísmicos. O resultado apresenta método de orientação para a solução de efeitos torcionais adicionando rolamentos de borracha (SARITAS et al., 2023). Outro autor busca desenvolver e testar isoladores sísmicos retangulares inovadores, com núcleos de chumbo/borracha, para melhorar o isolamento de estruturas em forma de parede durante eventos sísmicos, cujo resultado foi que o material utilizado em um dispositivo de isolamento afeta sua resistência e propriedades específicas (ALTALABANI e HEJAZI, 2023).

2. ENGENHARIA DE TERREMOTOS: EQUAÇÕES DO MOVIMENTO

Os assuntos ligados a engenharia de terremotos, quando baseados na mecânica computacional, são chamados de engenharia de terremotos computacional, atuante na mecânica estrutural. Desta forma, modelos matemáticos e princípios físicos, podem ser tratados e demonstrados de forma é possível o entendimento de formas simples e complexas do comportamento de estruturas. A importância de se aplicar a ciência da computação a engenharia de terremotos pode antecipar comportamentos à análise de

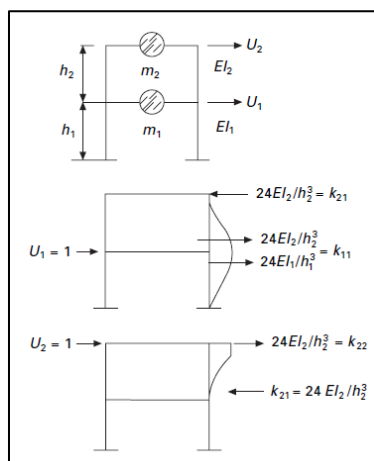
risco e criando soluções e entendimento para a região de contorno investigada (HORI, 2011).

Em um sistema que representa um edifício de dois andares sujeito a cisalhamento é possível representar o modelo físico de comportamento das forças de reação, ao qual, as vigas e o piso são fixos e rígidos a flexão, as deformações axiais nas vigas e colunas são desprezadas, assim, a equação que representa o modelo livre de amortecimento é escrito em forma de matrizes,

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{U}_1 \\ \ddot{U}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

onde, $k_1 = 24EI_1/h_1^3$ e $k_2 = 24EI_2/h_2^3$ representam a constante elástica; $U = A \sin(\omega_n t + \varphi)$ o deslocamento no tempo. A figura 1 mostra a representação de um sistema com 2 graus de liberdade, cujas forças atuam no sistema,

Figura 1 – Diagrama de corpo livre sem amortecimento



Fonte: RAJASEKARAM, 2009. p.285.

A equação do movimento que representa um sistema amortecido pode ser escrita como (BEARDS, 1996; CHOPRA, 2012),

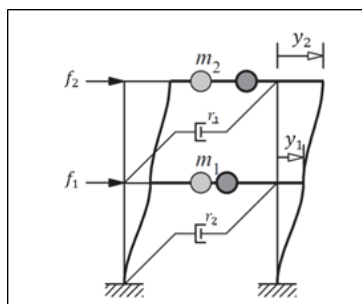
$$m\ddot{y} + r\dot{y} + ky = -m\ddot{y}_g \quad (2)$$

A equação na forma matricial é escrita como,

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} r_1 + r_2 & -r_2 \\ -r_2 & r_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \end{Bmatrix} \quad (3)$$

O diagrama de corpo livre do sistema é mostrado na figura 2.

Figura 2 – Diagrama de corpo livre com amortecimento



Fonte: Adaptado CHOPRA, 2012.

3. ISOLAMENTO SISMICO

O modelo para simular a natureza multivariada e multidimensional do movimento do solo é um método de representação espectral para processos estocásticos univariados unidimensionais estacionários, o qual é conhecida como ondas estocásticas evolutivas. Esse modelo tem o propósito de desenvolver um modelo analítico de ondas sísmicas que possa considerar suas características estocásticas no domínio do tempo e do espaço, o qual permite gerar amostras digitais. O modelo gerado é chamado aqui de simulação digital de aceleração ou deslocamento do solo por Shinozuka (LIN e MINAI, 1987). A equação que representa o modelo de Shinozuka pode ser escrita como, $G(t) = a(t)F(t)$, onde $F(t)$ é um processo randômico estacionário, cuja densidade espectral é representada pelo modelo de Kanai-Tajimi $\Phi(\omega) = \frac{\omega_g^4 (2\zeta_g \omega_g \omega)^2}{(\omega_g^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta_g \omega_g \omega)^2} K$. Já $a(t)$ é uma função não negativa representada por uma função envelope que varia lentamente com $F(t)$ (LIN e MINAI, 1987).

Tabela 1 – Relação de Flexibilidade e Amortecimento de Componentes Isoladores

Propriedade	Linear	Não-Linear
Força Restauradora (fornecendo constante de mola e flexibilidade)	- Rolamento de borracha laminada - Estacas ou colunas flexíveis - Molas - Rolos entre superfícies curvas (gravidade)	- Rolamento de borracha de alto amortecimento - Rolamento de borracha de chumbo - Amortecedores - Degraus (gravidade)
Amortecimento	- Rolamento de borracha laminada - Amortecedor viscoso	- Rolamento de borracha de alto amortecimento - Rolamento de borracha de chumbo - Amortecedor de extrusão de chumbo - Amortecedores de aço - Fricção (por exemplo, PTFE)

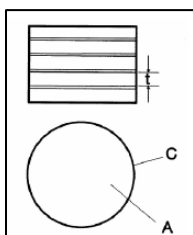
Fonte: Adaptado SKINNER et al., 2010

O sistema de isolamento sísmico pode ser linear, bilinear, como não linear. No caso linear seus componentes possuem flexibilidade e amortecimento linear, e é

idealizado para atender os movimentos de flexibilidade e amortecimento representados na equação 2. O modelo dos sistemas bilineares são laços de força de cisalhamento-deslocamento proposto na forma de um paralelogramo. No caso não linear, a rigidez depende da amplitude e o amortecimento histerético depende da área do laço de histerese, relacionado a amplitude máxima da estrutura (SKINNER et al., 2010). A tabela 1 mostra a relação de flexibilidade e amortecimento de componentes isoladores de forma generalizada.

O método de isolamento sísmico para ser aplicado em pontos e dispositivos isolantes é montando-o com borracha laminada (rolamentos elastoméricos), onde a maior aplicação se encontra para superestruturas de pontes com mudanças dimensionais pela variação da temperatura. As aplicações deste material se estendem também a edifícios. Esses rolamentos são projetados para suportar grandes pesos e contém propriedades de grande resistência a deslocamento horizontal e inclinações moderadas de superfícies superiores dos rolamentos. A figura 3 mostra o rolamento elastomérico laminado.

Figura 3 – Rolamento Elastomérico



Fonte: Skinner et al., 2010. p.66

O item A corresponde a área da circunferência C, e t é a espessura do rolamento (SKINNER et al., 2011). A figura 4 mostra o isolador natural composto de laminados de borracha.

Figura 4 – Isolador Sísmico de Laminado de Borracha



Fonte: Kelly e Konstantinidis, 2011. p.7

A resistência vertical pode ser calculada através da equação, $K_{vv} = \frac{AE_c}{t_r}$, onde A é a área de carregamento; t_r é a espessura total da borracha no rolamento; E_c é o módulo de compressão instantânea do compósito borracha-aço sob o nível especificado da carga vertical (KELLY e KONSTANTINIDIS, 2011).

4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

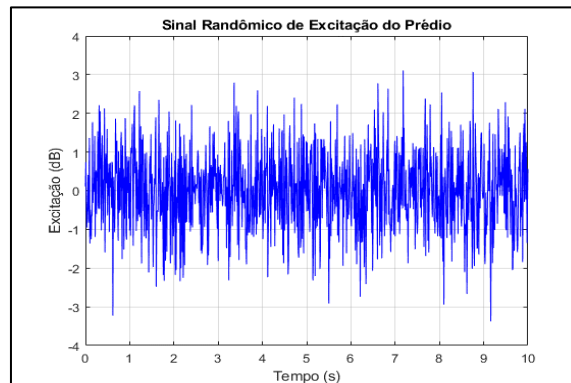
Este trabalho demonstra um estudo sobre o isolamento sísmico utilizando o material borracha, que é uma técnica real utilizada na engenharia para reduzir a transmissão de vibrações e choques sísmicos de um edifício para suas fundações e, assim, proteger a estrutura contra danos. Essa técnica envolve a inserção de dispositivos de isolamento entre a estrutura e suas fundações, que geralmente consistem em camadas de borracha ou materiais elastoméricos. Esses isoladores de borracha são projetados para absorver a energia do terremoto e permitir que o edifício se mova de maneira controlada durante um evento sísmico. Isso ajuda a reduzir as forças transmitidas para a estrutura e minimiza os danos às partes mais sensíveis do edifício, como as colunas e paredes. Os isoladores de borracha podem ser utilizados em diversos tipos de edifícios, como hospitais, pontes, arranha-céus e até mesmo em estruturas de engenharia civil, como viadutos. A borracha é escolhida por suas propriedades elásticas e amortecedoras, que permitem a dissipação de energia e a absorção de impactos, e suas características como a rigidez e o amortecimento, são essenciais para garantir o bom desempenho e a segurança do isolamento sísmico.

A princípio, foram desenvolvidos dois algoritmos para analisar o comportamento de um shear buinding de dois andares com isolamento sísmico, sendo que o algoritmo randômico gera a excitação randômica através de valores aleatórios, representando a ação sísmica no sistema. A excitação é aplicada como uma força externa nos andares do prédio e o algoritmo modela a resposta da estrutura em termos de deslocamento e velocidade dos andares ao longo do tempo. A simulação considera as características físicas do sistema, como massas, rigidez, amortecimento e coeficiente de amortecimento, cujos resultados revelam como a estrutura responde a diferentes níveis de excitação aleatória, resultando em uma ampla gama de respostas possíveis, incluindo comportamentos de alta e baixa frequência. Já a excitação sísmica é gerada com base em características estatísticas de terremotos reais, seguindo a distribuição de Shinozuka, o qual busca simular de maneira mais realista o comportamento estocástico das excitações sísmicas, incluindo variações de frequência e intensidade. A excitação de Shinozuka é aplicada da mesma forma que a excitação randômica nos andares do prédio. A simulação novamente é modelada para a resposta da estrutura, considerando

deslocamento e velocidade dos andares ao longo do tempo. Os resultados obtidos com essa excitação tendem a ser mais realistas em relação à natureza complexa dos terremotos reais.

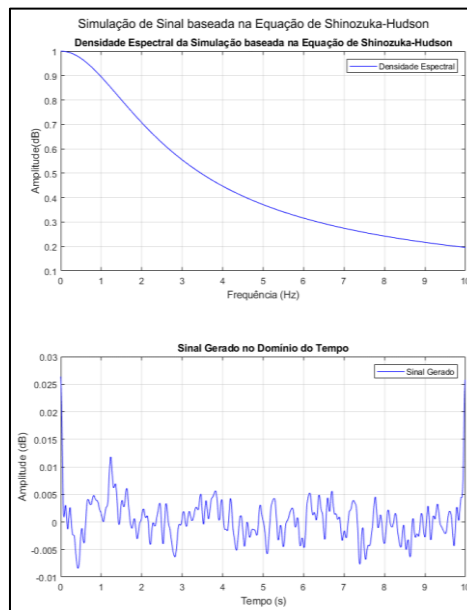
A figura 5 e 6, mostram respectivamente, a excitação randômica e a excitação pelo modelo de Shinozuka.

Figura 5 – Modelo de Excitação Randômica



Fonte: Desenvolvimento Próprio

Figura 6 – Sinal Shinozuka



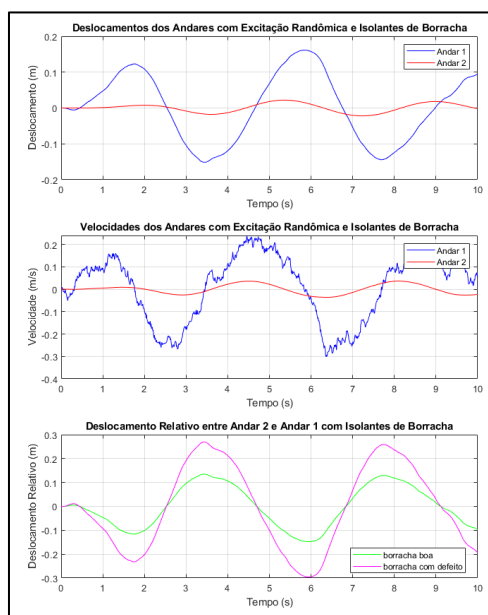
Fonte: Desenvolvimento Próprio

A figura 7 mostra o deslocamento dos andares com a excitação randômica e a condição do isolamento de borracha, os parâmetros de rigidez e amortecimento utilizados para cada condição:

- Condição 1 (borracha boa): Rigidez do isolante de borracha (k_{iso_1}) = 0.5; Amortecimento do isolante de borracha (c_{iso_1}) = 0.05
- Condição 2 (borracha com defeito): Rigidez do isolante de borracha (k_{iso_2}) = 0.1; Amortecimento do isolante de borracha (c_{iso_2}) = 0.1

Esses valores foram escolhidos aleatoriamente para representar um modelo que demonstre a diferença significativa dos resultados de isolamento sísmico, resultando em uma análise qualitativa. Em projetos reais de isolamento sísmico, a determinação dos valores ideais de rigidez e amortecimento para os materiais de borracha envolve uma análise mais abrangente, levando em consideração as características específicas do projeto, as propriedades do material de borracha, as normas de segurança relevantes e os objetivos de desempenho.

Figura 7 – Resultado da Excitação Randômica e Isolamento Sísmico Borracha

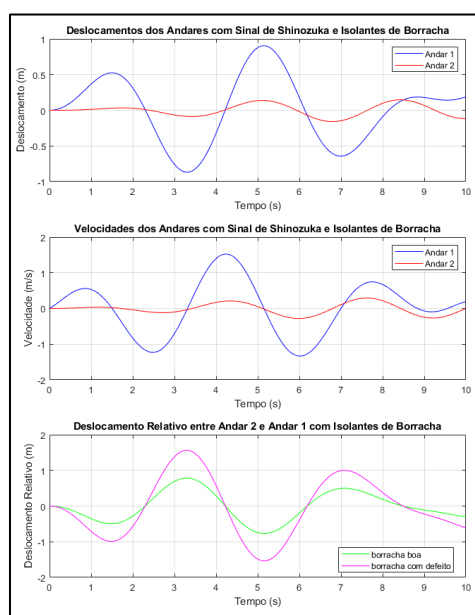


Fonte: Desenvolvimento Próprio

A figura 7 mostra três subplots, cada um contendo dois gráficos sobrepostos. No subplot1, os gráficos em azul e vermelho representam os deslocamentos ao longo do tempo do primeiro e segundo andares de um prédio, respectivamente, devido a excitação sísmica e dinâmica estrutural. No subplot2, os gráficos em azul e vermelho representam as velocidades dos mesmos andares ao longo do tempo. A relação entre deslocamento e velocidade reflete a natureza dinâmica da estrutura. No subplot3, os gráficos em verde e magenta representam o deslocamento relativo entre o segundo e o

primeiro andar do prédio em duas condições de isolamento diferentes, evidenciando uma amplificação do deslocamento relativo na condição com isolamento defeituoso. Esses gráficos mostram como a estrutura responde às variações no isolamento, com o deslocamento relativo sendo mais sensível na condição defeituosa. O objetivo principal do texto é explicar esses gráficos e suas implicações na análise da resposta da estrutura. A figura 8 mostra o resultado da excitação por Shinozuka e o isolamento sísmico do sistema.

Figura 8- Resultado da Excitação Shinozuka e Isolamento Sísmico Borracha



Fonte: Desenvolvimento Próprio

Note que, na figura 8 existem 3 subplots, o qual cada um está relacionado à análise da resposta de um prédio à excitação sísmica. No subplot 1 - Deslocamentos dos Andares: Mostra os deslocamentos ao longo do tempo dos dois andares do prédio (primeiro andar em azul e segundo andar em vermelho), permitindo visualizar como a estrutura responde à excitação sísmica. No subplot 2 - Velocidades dos Andares: Exibe as velocidades dos andares ao longo do tempo (primeiro andar em azul e segundo andar em vermelho), indicando como a estrutura reage à excitação sísmica e como a energia é transferida entre os andares. No subplot 3 - Deslocamento Relativo entre Andar 2 e Andar 1: Mostra o deslocamento relativo entre o segundo e o primeiro andar ao longo do tempo, comparando duas condições de isolamento de borracha (boa em verde e com defeito em magenta), demonstrando como o isolamento afeta o deslocamento relativo entre os andares.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADO

Esta aplicação demonstra a diferença entre excitação randômica e a de Shinozuka. Analisando os resultados, note que, a excitação randômica é mais versátil, permitindo explorar uma ampla gama de cenários, enquanto a excitação de Shinozuka é mais realista, mas requer validação cuidadosa. A qualidade dos resultados dependerá dos objetivos da análise, da validação e da comparação com dados reais sempre que possível.

- **Natureza Aleatória:** A principal diferença é que a excitação randômica é gerada de forma puramente aleatória, enquanto a excitação de Shinozuka é gerada com base em características estatísticas de terremotos reais. Isso significa que a excitação randômica pode não capturar as variações e padrões realistas das excitações sísmicas reais.
- **Realismo da Excitação:** A excitação de Shinozuka tenta reproduzir o comportamento estocástico das excitações sísmicas, incluindo a variação de frequência e intensidade. Portanto, os resultados obtidos com a excitação de Shinozuka podem ser mais realistas em relação à natureza complexa dos terremotos reais.
- **Validação:** Para avaliar a qualidade dos resultados, é importante validar as simulações com excitação de Shinozuka comparando-as com dados reais ou simulações mais detalhadas, quando possível. Isso ajuda a verificar se o modelo está produzindo resultados plausíveis e realistas.
- **Comportamento da Estrutura:** A resposta da estrutura a diferentes tipos de excitação pode variar. Com a excitação randômica, você pode ver uma ampla gama de respostas possíveis, incluindo respostas de alta frequência e baixa frequência. Com a excitação de Shinozuka, você pode observar características mais realistas da resposta da estrutura a terremotos.
- **Sensibilidade a Parâmetros:** A resposta da estrutura pode ser sensível aos parâmetros do modelo, como a rigidez e o amortecimento do sistema. A excitação de Shinozuka pode revelar nuances nessa sensibilidade, permitindo ajustes mais refinados nos parâmetros.
- **Contexto da Análise:** A escolha entre excitação randômica e excitação de Shinozuka depende do contexto da análise. Se o interesse é obter uma compreensão geral do comportamento da estrutura sob diferentes cenários sísmicos realistas, a excitação de Shinozuka pode ser mais apropriada. Se está sendo explorado comportamentos extremos ou quer uma visão mais ampla das possibilidades, a excitação randômica pode ser útil.

6. CONCLUSÃO

Neste estudo foram implementados dois algoritmos para analisar o comportamento de estruturas sob excitações sísmicas. Um algoritmo usou um sinal randômico, permitindo uma análise ampla, enquanto o outro usou um sinal de Shinozuka para simulações mais realistas. A avaliação da qualidade do isolamento de borracha destacou a influência de parâmetros como rigidez e amortecimento nas respostas estruturais. Embora os resultados tenham valor demonstrativo, sua aplicação prática requer investigações mais aprofundadas e validações com dados reais. No geral, o estudo contribuiu para a compreensão das respostas sísmicas e o desempenho de isolantes de borracha em estruturas, podendo ser considerado concluído com base nos resultados obtidos.

REFERÊNCIA

- ALTALABANI, D., HEJAZI, F., Development of Rectangular Vibration Isolators with Double Core Systems for Structures, *International Journal of Civil Engineering*, v.21, n.1, 763–787p., 2023. DOI:<https://doi.org/10.1007/s40999-022-00801-5>.
- BEARDS, C.F., *Structural Vibration: Analysis and Damping*, New York, Halsted Press, 1996. 287p.
- CHOPRA, A.K., *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*, 4ed., One Lake Street, Pearson Education, 2012. 980p.
- HORI, M., *Introduction to Computational Earthquake Engineering*, Imperial College Press: London, 2011. 438p.
- KELLY, J.M., KONSTANTINIDIS, D.A., *Mechanics of Rubber Bearings for Seismic and Vibration Isolation*, John Wiley & Sons: West Sussex, 2011. 229p.
- LIN, Y.K., MINAI, R., *Lecture Notes in Engineering: Stochastic Approaches in Earthquake Engineering*, Springer-Verlag: Heidelberg, 1987. 471p.
- RAJASEKARAN, S., *Structural dynamics of earthquake engineering: Theory and application using MATHEMATICA and MATLAB*, Woodhead Publishing-CRC Press: New Delhi, 2009. 903p.
- SARITAS, F., BEDIRHANOGLU, I., KONAK, A., KESKIN, M.S., Effect of Seismic Isolation on the Performance of High-Rise Buildings with Torsional Instability, *Sustainability*, v.15, n.36, 2023. DOI:<https://doi.org/10.3390/su15010036>.
- SKINNER, R.I., KELLY, T.E., ROBINSON, W.H., *Seismic Isolation for Designers and Structural Engineers*, ed.1, Kanpur, India: NICEE, c2010. ISBN 9788190613064.

WU, M., TIAN, W., HE, J., LIU, F., YANG, J., Seismic isolation effect of rubber-sand mixture cushion under different site classes based on a simplified analysis model., Soil Dynamics and Earthquake Engineering, v.166, n.1, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107738>.

A Logística reversa pós-venda em uma indústria de calçados de segurança

Karen Espanga Trevisan; Kathleen dos Santos Dias; Fabiana Ortiz Tanoue de Mello

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

karen.trevisan@fatec.sp.gov.br; kathleen.dias01@fatec.sp.gov.br;
fabianatanoue@gmail.com;

Resumo: A logística reversa tem se tornado importante para as empresas, diante da maior exigência dos consumidores e dos esforços para criar ou reforçar sua vantagem competitiva. O objetivo deste artigo é analisar, utilizando o método de estudo de caso, o processo de logística reversa pós-venda em uma empresa fabricante de equipamentos de segurança, identificando os motivos das devoluções, os destinos dados aos produtos retornados e as dificuldades enfrentada. Foi possível verificar que a empresa possui um processo organizado, com práticas padronizadas para a gestão de fluxos reversos. O acompanhamento do cliente é feito de forma constante, e se houver necessidade de devolução por problemas de qualidade, avarias no transporte e erros no processamento do pedido, a empresa se responsabiliza pela troca e pelos custos.

Palavras-chave: Logística reversa, Vantagem competitiva, Equipamentos de segurança.

Abstract: Reverse logistics has become important for companies, given greater consumer demands and companies' efforts to create or reinforce their competitive advantage. The objective of this article is to analyze, using the case study method, the post-sales reverse logistics process in a company that manufactures security equipment, identifying the reasons for returns, where do the returned products go to and the difficulties. It was possible to verify that the company has an organized process, with standardized practices for managing reverse flows. Customer shipping is carried out constantly, and there is a need to return due to quality problems, transport variations and errors in order processing, the company is responsible for the exchange and reverse logistics costs.

Keywords: Reverse logistics, Competitive advantage, Safety equipment.

1 INTRODUÇÃO

Quando aplicada em um meio industrial, a logística reversa visa não apenas minimizar os impactos ambientais negativos, mas também aumentar o valor econômico

das operações. Ao implementar práticas que envolvem coleta, reciclagem e reinserção de produtos, embalagens e materiais no ciclo produtivo, as empresas podem obter ganhos significativos em eficiência, redução de custos e responsabilidade corporativa.

A logística reversa pós-venda também pode trazer oportunidades de negócios para as empresas. Com o tratamento adequado dos produtos devolvidos, os materiais e componentes que ainda têm valor podem ser recuperados, podendo ser reutilizados em novos produtos ou mesmo vendidos no mercado secundário. Contudo, há desafios enfrentados na implantação da logística reversa, como a necessidade de investimento em tecnologia, conscientização e treinamento de pessoal e dos clientes, para garantir que os produtos sejam devolvidos corretamente. É fundamental a aplicação de um conjunto de práticas, políticas e tecnologias que buscam gerar valor econômico por meio do retorno e da reintegração de produto ao ciclo produtivo.

Neste contexto, a logística reversa pode ser uma ferramenta estratégica para as empresas, proporcionando vantagem competitiva ao mesmo tempo em que contribui para a conservação dos recursos naturais.

O objetivo deste artigo é analisar, utilizando o método de estudo de caso, o processo de logística reversa pós-venda em uma empresa fabricante de equipamentos de segurança, identificando os principais motivos das devoluções, os destinos dados aos produtos retornados e as dificuldades enfrentadas no processo de logística reversa.

Após esta introdução, o trabalho apresenta a abordagem teórica sobre logística e sobre Logística Reversa. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia utilizada no trabalho e no quarto o estudo de caso na empresa determinada.

2 LOGÍSTICA

A logística pode ser compreendida como uma das práticas mais antigas e sua principal missão é fornecer bens e serviços gerados socialmente onde, quando, em quantidade e qualidade requeridas pelos usuários. Embora historicamente muitas vezes tenha sido decisiva em operações militares, sua introdução como atividade comercial ocorreu gradativamente ao longo da história comercial, passando de uma simples área de armazenamento de suprimentos a uma área estratégica no cenário competitivo atual (LEITE, 2009).

Para Novaes (2001), a intrincada coordenação de bens e serviços orientados por informações desde sua origem até o usuário final, com ênfase em atender às necessidades do consumidor, é conhecida como logística. Isso envolve planejamento, execução e monitoramento eficientes do fluxo e armazenamento desses produtos.

A logística gerencia o fluxo de mercadoria a fim de atender as necessidades do cliente com um baixo custo possível. Portanto, ela concilia todas as ações relacionadas a posse e movimentação de produtos em uma organização (NOVAES, 2001).

Conforme Ballou (2004), a logística pode ser vista como um processo estratégico de implementação e administração de serviços, informações e mercadorias desde seu ponto de origem até seu destino. Na cadeia produtiva esses processos são essenciais para que o produto final atenda aos requisitos e necessidades do cliente dentro do custo e prazo esperados. Sendo assim, é o processo estratégico pelo qual uma empresa organiza e mantém suas atividades, também determina e gerencia os fluxos internos e externos de materiais e informações, procurando adequar a oferta da empresa à demanda do mercado.

Os processos logísticos são caracterizados por agrupar processos sob uma mesma perspectiva, onde todas as funções de deslocamento, movimentação e controle de materiais e pessoas são essenciais para entregar produtos ou serviços aos clientes de maneira apropriada. Quanto mais integrados forem os processos logísticos, menor será a probabilidade de as mesmas atividades se repetirem ao longo da cadeia de abastecimento. Uma das razões logísticas é o nível de serviço, cujo controle é fundamental para manter a estabilidade financeira da empresa (BULGACOV, 2006).

Um ponto chave no processo logístico é olhar o potencial do sistema de forma integrada, para isso é preciso entender quais são as atividades logísticas existentes e tentar relacioná-las com a empresa em estudo, visando sempre a melhoria da capacidade da organização para obter uma melhor compreensão dos concorrentes grande competitividade (BOWERSOX, CLOSS E COOPER, 2007).

De acordo com Meirim (2007), existem diversas atividades logísticas que devem ser realizadas para atingir os objetivos organizacionais. Essas atividades são divididas em atividades principais e atividades de suporte. As principais atividades incluem remessa, gerenciamento de estoque e seguimento de pedidos. Por outro lado, as atividades de suporte incluem armazenamento, manuseio de materiais, embalagem, compras e programação de produtos, como descritas abaixo:

- Transporte: para Bowersox, Closs e Cooper (2007), o transporte trata da realocação e alocação do estoque de uma organização. Vários serviços de transporte atendem às diferentes necessidades dos usuários, abrangendo cinco modais: hidroviário, rodoviário, aéreo, ferroviário e dutoviário. Cada modo vem com suas particularidades que determinam seu desempenho e preço, conforme explicado por (BALLOU, 2001);
- Manutenção de estoques: segundo Ballou (2001), os estoques incluem matérias-primas, insumos, produtos em processo ou acabados que ocorrem em diferentes estágios em todos os canais de logística e produção de uma empresa. O rastreamento do estoque garante que os produtos continuem disponíveis para os clientes;
- Processamento de pedidos: o ciclo do pedido do cliente, conforme Ballou (2001), compreende várias atividades que exemplificam o processamento do pedido;

- Armazenagem: Lambert (1998) relata que a gestão do armazenamento e distribuição de produtos acabados é a principal responsabilidade desta operação de apoio logístico. O emprego do espaço de armazenamento pode minimizar os custos de produção e transporte, simplificar a oferta e a demanda, facilitar os procedimentos de produção e melhorar o processo de comercialização (BALLOU, 1993);
- Manuseio de materiais: é um aspecto crucial do armazenamento de produtos devido ao seu potencial impacto nos custos associados ao transporte e armazenamento (BALLOU, 1993);
- Embalagem: de acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2007), o design da embalagem garante o transporte seguro dos materiais, evitando qualquer quebra. Além disso, as dimensões adequadas da embalagem resultam em fácil manuseio e armazenamento eficiente;
- Obtenção/suprimento: diz respeito à aquisição e movimentação de materiais, peças e produtos acabados de fornecedores para fábricas ou montadoras, armazéns ou lojas de varejo (BOWERSOX, CLOSS E COOPER, 2007).

3 LOGÍSTICA REVERSA

A investigação no campo da logística reversa remonta às décadas de 1970 e 1980. Durante esse período, a ênfase foi na reciclagem e na devolução de materiais. No entanto, na década de 1980, o conceito de logística reversa não era totalmente compreendido como é hoje. Acreditava-se que se restringia à inversão da logística usual (LEITE, 2017).

O processo de logística reversa se inicia logo após a realização da logística de distribuição, marcando a chegada do produto ao seu destino.

Garcia (2006) relatou um estudo conduzido por Rogers, Tibben-Lembke e Muller onde se identificou vários motivos pelos quais as corporações adotam a logística reversa. Os fatores incluem requisitos legais relativos à proteção ambiental que obrigam os negócios a recuperarem seus produtos, o desejo de utilizar materiais reciclados para ganhos econômicos, priorizando a produção sobre os custos de descarte de resíduos, maior consciência do consumidor em relação ao meio ambiente e diferenciação de serviços para uma vantagem competitiva.

Segundo Lacerda (2002), uma mercadoria não tem seu tempo de vida finalizado na entrega ao cliente, pois após isso, eles podem se tornar elementos obsoletos, obter defeitos ou pode acontecer de não funcionar como o esperado. Sendo assim, esse produto necessita retornar a seu ponto inicial com o intuito de ser analisado os direcionamentos finais. Portanto, ele define que a logística reversa é um combo de acompanhamento do planejamento, processo da produção, controle de insumos,

supervisionamento do produto acabado desde seu ponto de origem até o consumo, com a missão de agregar valor a esses bens ou descartar (quando necessário) de forma correta e apropriada diante de cada caso.

Uma das definições de Leite (2005, p.16) é de que a logística reversa “planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo”.

Os objetivos da logística reversa conforme, Willer (2012), estão ligados a administração do retorno de materiais descartados para o ciclo de produção, com a finalidade de reaproveitar matérias primas e trazer valor econômico, ecológicos e vantagens competitivas para a organização. Dentro dela, possui separadamente dois fatores, a logística reversa pós-venda, que é a atividade na qual os produtos retornam para o ciclo de distribuição por motivos comerciais, garantia de qualidade, substituições, e a logística reversa pós-consumo, onde os bens retornam a cadeia de distribuição devido ao estado de uso, limitação da vida útil e resíduos ambientais.

Sávio (2011) diz que a logística de pós-venda focaliza na atuação de receber os produtos novamente e retorná-los a cadeia de produção ou de negócios, para que consiga de alguma maneira reutilizá-los e agregar valor para um novo produto a ser lançado no mercado de vendas. Já a logística reversa pós-consumo tem como maior intuito desmanchar os produtos que tiveram sua validade vencida ou forma obstruídos, dentro dos seus padrões de condições e usufruir das peças para um novo ciclo produtivo.

As empresas necessitam observar que trazer a logística reversa presente em seus processos terá como resultados, além de valor à sua imagem quanto a ecologia, sustentabilidade e valor aos seus serviços, também ao investir nessa maneira de trabalhar, tem como resultado a diminuição de custos, visto que é uma causa que a torna competitiva e traz um diferencial para si (WILLIER, 2012).

3.1 Logística Reversa pós-venda

Para Liva e Oliveira (2003), a logística reversa pós-venda é definida como um fluxo de produtos sem ou com pouco tempo de uso que são devolvidos ao fornecedor de forma direta diante de alguns motivos específicos que serão vistos a frente e tem por objetivo estratégico integrar valor a esses itens de alguma forma.

De acordo com Toledo (2020), com os avanços e almejos de competitividades de conseguir novos clientes e mantê-los, as organizações procuram se especializar na atenção voltada ao pós-venda, e nos canais de recebimento dos retornos desses produtos quando solicitados. Para atingir o sucesso nesta técnica, é preciso investir na logística reversa e focalizar no retorno dos produtos e níveis de atendimento que desejam alcançar, mas também, assegurar os custos baixos e a prevenção da sustentabilidade ao meio ambiente, se destacando de uma forma positiva.

Diante as mudanças e inovações da logística, conforme Mueller (2005), os fornecedores das mercadorias não se importam somente com a venda do produto, e sim com o possível retorno deles, dado a velocidade que se vendem e menor espaço de tempo para serem entregues com qualidade aos clientes, por isso é de extrema necessidade que haja organização e estrutura quando possível retorno da mercadoria. Além disso, ressalta que existe uma lei onde possibilita o consumidor realizar a devolução de determinado produto, se não o agrada em um período de até sete dias. Por isso, se a empresa não souber lidar com essas causas e agir rapidamente para a substituição deles, pode ocorrer a perda desses clientes e afetar seu diferencial competitivo no mercado de trabalho.

Os produtos logísticos de pós-venda, segundo Leite (2009), são classificados em três: natureza durável, semiduráveis e descartáveis. Geralmente são devolvidos sem terem sido utilizados ou com pouco uso, por variáveis motivos (que serão citados a seguir), pelo canal de distribuição direto ou até mesmo pelo próprio consumidor.

Como aponta Leite (2009), é importante ressaltar que mercadorias de logística reversa pós-venda possuem grande probabilidade de diminuição de seu ciclo de vida ou descarte, e isso pode causar um impacto ruim no giro de estoques e ocasionar alta quantidade de produtos obsoletos de diferentes modelos, acumulando essas mercadorias em armazenamento. As empresas necessitam se atentar ao seu tempo de recebimento e utilizar estratégias para evitar o aumento desse volume como também, a perda.

Ao contrário dos bens de pós-consumo, os bens de pós-venda têm características que os diferem. São produtos que geralmente apresentam pouco uso, ou muitas vezes nem foram utilizados. Estas mercadorias são classificadas nos canais reversos de pós-venda de acordo com a quantidade dos produtos e suas características, como por exemplo: giro de estoques, condições tecnológicas, obsolescência, ciclo de vida comercial e muitos outros, as quais baseadas nessas definições, é possível saber o impacto que podem causar no andamento da logística reversa, e assim, ter um direcionamento adequado (LEITE, 2009).

Além disso, Rodrigues (2014), cita alguns motivos de devoluções:

- Comercial: são aqueles produtos entregues diferentes do que foi prometido, que estavam em exposição ou até mesmo emprestados, como também, a saturação de estoques. Eles podem ser transferidos para outras lojas de varejos (como outlets) e reaproveitados conforme o bom estado do produto, onde colocam a venda com um preço reduzido do que seria vendido originalmente gerando benefício para o varejista.
- Garantia de qualidade: são os produtos próximos ao vencimento, vencidos, com má qualidade de fabricação ou avarias ocasionados por meios de transportes, onde a troca é realizada por um novo produto que esteja de acordo com as qualificações apropriadas.

Substituição: é um caso temporário que retorna ao fabricante para ser realizado algum reparo ou troca de peças e, sucessivamente, devolvidas ao consumidor final, mas caso não haja essa possibilidade, é feita a substituição do produto para aquele que irá atender as necessidades do cliente e suprir pelo preço que ele pagou.

Segundo Leite (2009, p.10), “pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Reino Unido e Brasil mostram níveis de devoluções médios variando de 5 a 60% entre setores de atividade econômicas diferentes.” Isso impacta da estratégia empresarial e na economia, que conforme os dados, geram grandes preocupações a respeito da alta quantidade de produtos em devolução, na qual a tendência é aumentar em poucos anos. Tal fato ocorre, na maioria das vezes, por problemas com a qualidade do produto e devoluções em período de garantia. Contudo, sabe-se através de estudos que todo material está sujeito a passar pelo processo de logística reversa, onde serão devolvidos para serem analisados se há possibilidades de passar por um processamento de reutilização ou até mesmo ir para descarte. Requer uma abordagem integrada, envolvendo a colaboração entre fabricantes, varejistas e fornecedores de serviços (LEITE, 2009).

Segundo Leite (2009), assim que as organizações recebem os bens e após a decisão do direcionamento de cada um deles através da logística reversa, há três aspectos primordiais para serem seguidos, sendo eles: a revalorização econômica, o segmento das normas ecológicas e a busca pelo diferencial na competitividade.

Para Oliveira e Raimundini (2005), do ponto de vista estratégico a logística reversa de pós-venda tem como objetivo agregar valor ao produto, reinserindo-o na cadeia produtiva. Os valores agregados são de ordem econômica, ambientais, social, legal e de imagem corporativa. Tem como foco viabilizar operacionalmente o retorno de produtos aos centros produtivos, agregando neste processo valor aos mesmos.

O objetivo econômico, segundo Leite (2009), diz respeito à importância de desenvolver a revalorização de valor da mercadoria retornada pelos canais de distribuição, porém, é preciso agir de maneira ágil e eficiente, pois o passar do tempo pode trazer prejuízos e falhas nesse procedimento. Como bens mais comuns que passam por esta análise ao decorrer do tempo, têm os produtos que sobram por excesso de estoques, ultrapassados (inovações, novos modelos, alterações de épocas) e produtos que são oferecidos em promoções por possuir algum dano ou defeito.

Tem-se como referência, conforme Leite (2009), os casos citados abaixo:

- Revenda no mercado primário: são aqueles que são redistribuídos para áreas diferentes e geralmente estão em perfeito estado, com as mesmas características e embalagens, possibilitando vender, em alguns casos, no mesmo preço que uma mercadoria nova;
- Venda no mercado secundário: têm nesse quesito as mercadorias devolvidas diretamente do canal de distribuição e que não podem ser encaminhadas ao mercado primário, por variados motivos, mas entre os mais comuns, tem-se

a revalorização econômica para produtos que saíram de linha, ou aqueles que tiveram que passar por alguma manutenção ou reforma, sendo seu destino o mercado de peças ou secundário;

- Competitividade: é um fator que as empresas buscam estar sempre em alta, disputando com seus concorrentes, e o que torna um diferencial para si é a qualidade do produto, a eficiência, a disponibilidade de mercadoria estocadas, um prazo de entrega considerável, agilidade ao atendimento, entre outros motivos que agregam preferência ao cliente.

Contudo, a logística reversa não fica de fora desse envolvimento e é uma das maneiras mais eficazes que podem colocar a organização em destaque, e engajando ela à competitividade. Com uma boa gestão é possível diminuir a demanda de produtos pós-venda, e os que voltarem serem substituídos em menor tempo possível, ocorrendo o giro de estoque, satisfação do cliente e disponibilidade de espaço no armazenamento, otimizando o processo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Rodrigues (2007), a pesquisa tem como objetivo conseguir respostas de um determinado caso solicitado ou escolhido com o auxílio de métodos científicos e um bom planejamento de estratégias e investigações, que nos leva a ter sucesso na solução dele através do raciocínio lógico e conhecimento adquirido ao longo da trajetória.

O método qualitativo, que foi aplicado nesse estudo, de acordo com Pereira (2018), é o modo que necessita do entendimento do pesquisador de determinado assunto e sua opinião a respeito dele. Ele consegue alcançar esse objetivo através de pesquisas e questionários realizados com quem tem conhecimento e prática sobre o tema escolhido.

O presente trabalho foi realizado através de um estudo de caso único em uma indústria de calçados de segurança. De acordo com Pereira (2018), usa-se o estudo de caso para tornar a pesquisa completa e focalizar no enredo principal, aprofundando conhecimentos e informações, deixando-o mais preciso possível. Ressalta, ainda, que este meio de pesquisa possibilita adquirir informações importantes que podem agregar conhecimentos e facilidades para determinado assunto.

Foi utilizada, também, a pesquisa bibliográfica, que de acordo com Fontelles (2009), é um método na qual os pesquisadores se aprofundam em trabalhos já divulgados, e por meio deles, obtém melhor entendimento para explicar suas objeções e propósitos sem que fique de forma repetitiva e maçante. Esta pesquisa é feita através dos acessos de leitura em livros, sites da internet, jornais ou até mesmo com o auxílio de uma pessoa que possui grande conhecimento do assunto a ser investigado.

Para obter as informações da empresa analisada foi utilizada técnica de entrevista semi-estruturada, que nas palavras de Boni e Quaresma (2005), é um tipo de

entrevista onde mescla perguntas abertas e fechadas, na qual o entrevistador tem a oportunidade durante o andamento da conversa, de acrescentar perguntas além das que já haviam sido definidas e tirar dúvidas ao informante de forma que fique mais completa o colhimento de informações e de melhor entendimento para que a pessoa entrevistada possa responder com clareza e facilidade. Como vantagens, esta técnica tem a possibilidade a aproximação do entrevistador e entrevistado, fazendo com que tenha respostas espontâneas e pode-se abordar assuntos mais críticos e complicados para serem tratados. Já como desvantagens, pode ocorrer do entrevistado ter receio ao repassar certas informações e acaba deixando de pontuar alguns detalhes, por isso, é necessário que o pesquisador monte questões bem estruturadas e elaboradas.

5 ESTUDO DE CASO

A empresa escolhida para realizar o estudo de caso foi uma indústria de calçados de segurança que está no mercado há mais de trinta anos. Ela produz aproximadamente 700 mil calçados por mês, exportando entre 5 e 10% do seu faturamento bruto para destinos como Castanhal (Paraguai), Estados Unidos, Equador e Peru. O objetivo estratégico da Logística Reversa para a empresa é a satisfação do cliente, e para obter um trabalho eficiente nesta área, a organização possui procedimentos específicos e segue uma padronização para o gerenciamento desses fluxos reversos.

Considerando o total de produtos vendidos por mês, os casos que retornam é aproximadamente cerca de 1% e as causas em gerais são devidos aos defeitos de fabricação, avarias de transportes, erros de expedição e no processamento de pedidos dos clientes, sendo mais comum retornar dentre eles, os calçados com defeitos de fabricação.

A comunicação com o comprador é realizada através do sistema de CRM (Customer Relationship Management) que faz a análise do pós-venda para avaliar a satisfação dos clientes no processo de atendimento do pedido. Em uma escala de avaliação entre “ótimo, bom, regular e ruim”, a empresa relata que seus clientes avaliam como “bom” seu serviço de logística reversa. Eles buscam informar antecipadamente os clientes sobre os procedimentos realizados no caso do retorno da mercadoria, especificando no contrato de compra e venda este processo. O contrato torna-se importante por permitir que o cliente devolva o produto caso necessário. Os setores responsáveis pela gestão dos produtos retornados são o departamento de relacionamento com o cliente e a inspeção de qualidade interna, sendo que a empresa só não aceita devoluções em situações em que ficam evidenciados abusos por parte dos compradores.

No caso de ocorrer a confirmação da necessidade de substituir o produto por um novo, a empresa realiza a troca através de transporte terceirizado, sendo que nunca aconteceu de precisar promover recall de algum lote ou linhas de produtos. Não é

estipulado um prazo para os clientes realizarem a solicitação de troca, a empresa só exige que ele comprove que realmente é necessário. A partir daí a solicitação é analisada pelo departamento de garantia da qualidade, onde é validado se há alguma ocorrência cabível de troca ou ressarcimento ao cliente, através da checagem e inspeção do calçado.

Quando os produtos são devolvidos pelos clientes por problemas de qualidade, a empresa dá seguimento no recebimento, realiza a análise e controle das possíveis causas de devoluções para que possam sanar os problemas no processo produtivo e nos desenvolvimentos futuros. Nos casos em que o calçado é devolvido com defeitos como riscos e pequenos cortes, ele retorna à produção para ser realizado os devidos reparos e, após finalizado, é encaminhado para o setor da qualidade avaliar o retrabalho. Quando o sapato ainda estiver em condições de uso, é revendido na loja interna a um preço mais acessível para funcionários ou qualquer outra pessoa que tenha interesse nesse item. Em casos de defeitos mais graves como por exemplo o desalinhamento do calçado, faz-se o descarte do produto e a reciclagem da embalagem, podendo em algumas situações reaproveitar partes do produto para a composição de um novo.

Quanto a devolução do produto pelo motivo de erro no processamento de pedido ou avaria no transporte, o procedimento é o mesmo. Nestes casos, a política de devolução envolve receber o produto e entregar um novo ao cliente, podendo retrabalhar a mercadoria devolvida para atender as necessidades de uma nova demanda solicitada.

Por obter o setor da qualidade, dificilmente passa despercebido produtos com defeitos, são sempre conferidos e etiquetados, entretanto, já ocorreu de retornar lotes devido haver avarias nas caixas (embalagens). Essas avarias ocorrem durante o transporte, pois quando enviado em pequenas quantidades, acaba sobrando espaço no caminhão (baú) e ocasionando o movimento dos produtos causando o amassamento das caixas. Neste caso, a empresa recebe a demanda novamente, substitui por novas embalagens (mantendo o produto que está em perfeito estado, mas em todo caso é reavaliado pelo setor da qualidade) e devolvido ao comprador em condições apropriadas após dar a baixa no plano de devolução via sistema. A caixa danificada é encaminhada a ambiental de forma que eles consigam revender o papelão e não obter prejuízos.

Recentemente, houve um acontecimento de retornar um lote devido o nome fantasia de a indústria ter sido alterado, causando uma divergência nas etiquetas dos calçados que possui identificações como a logo e numeração, tendo a necessidade de corrigir essas etiquetas com a nova logo utilizada e ser reenviados ao comprador com o reparo realizado.

Para reduzir o percentual de produtos devolvidos, a empresa emite e acompanha relatórios de não conformidades e, com base nestes, estabelece planos de ações com o objetivo de evitar problemas semelhantes no futuro. Atualmente, o

principal desafio e obstáculo que a empresa encontra no processo da logística reversa é o custo operacional em todo o processo de reposição do produto com defeito, devido aos gastos com reprocesso ou troca por um novo.

A empresa conta com o setor ambiental onde trabalha com o direcionamento dos produtos recebidos para descartes. Eles dividem de acordo com suas características. Referente aos materiais que possam ser reciclados envolve o reaproveitamento para fazer novas matérias primas, tais como plásticos, papelões, espuma, contraforte, venda de tambores para fazer a reutilização a fim de criar novos itens. E em outros casos tem a destinação (de acordo com sua periculosidade) que envolve resíduos as quais não consegue agregar valores e reaproveitamento, então é encaminhado para aterramento na Estre, localizado em Piratininga, um exemplo é o couro que tem a classificação de classe 1 por ter a presença de cromo acima do que é permitido na NBR 2004, no qual é realizado o descarte corretamente.

Assim como está propício a acontecer em todo local o retorno de produtos em boas condições no pós-venda, empresa possui lotes de sapatos ultrapassados e antigos (obsoletos) que não conseguiram bater a meta de venda, mas se encontram em perfeitas condições. Para melhor organizar estes produtos, foi alugado um galpão para armazená-los. Em alguns casos, é vendido para fornecedores quando solicitado, mas na maioria das vezes, é direcionado para vender na loja interna da indústria de Lins e nas lojas internas das demais filiais (Paraguai, Castanhal/PA e Eldorado/MS) para realizar a queima de estoque.

A indústria mensura os custos relativos aos retornos dos produtos em geral, mas não pode informar os gastos nas operações de logística reversa. Em relação ao custo total da empresa com transporte, a devolução de produtos e entrega de novos giram em torno de 2%. Este percentual está relacionado ao fato das transportadoras, conforme negociação em tabela, cobrarem normalmente o mesmo valor de frete de ida no frete de retorno, o que acaba se tornando um custo logístico elevado. A empresa também apura os custos com devoluções de mercadorias via sistema, seja o custo de logística reversa, de reposição e de ressarcimento do cliente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar o processo de logística reversa pós-venda em uma empresa fabricante de equipamentos de segurança e identificar os principais motivos das devoluções, os destinos dados aos produtos retornados e as dificuldades enfrentadas no processo de logística reversa pós-venda.

Comparando a pesquisa bibliográfica realizada no decorrer deste trabalho com o estudo de caso aplicado na indústria de calçados, podemos analisar através das informações obtidas pelo responsável entrevistado, que a empresa tem um controle eficiente dos produtos retornados e seus direcionamentos.

O intuito era identificar os desafios que ela encontra e opinar melhorias, entretanto, podemos ver que a execução da ferramenta da logística reversa no pós-venda funciona adequadamente diante dos contratempos que podem ocorrer diariamente, e a organização encontra-se bem estruturada para os imprevistos que podem acontecer.

A equipe conta com a realização de feedbacks, dando importância a satisfação do cliente, está preparada para receber as mercadorias no retorno do pós-venda, independente do motivo do retorno, gerando competitividade no mercado como diferencial. Procura sempre agir de forma versátil para solucionar as adversidades o mais rápido possível além de buscar o reaproveitamento dos produtos obsoletos ou que retornam aos estoques vendendo por preços mais acessíveis em suas lojas para realizar o giro. Destaca-se, também, a busca pela lucratividade com a reciclagem, que além de trazer sustentabilidade ambiental, contribui para a redução de custos.

Pode-se notar, que, atualmente, as maiores dificuldades da empresa estão nos custos de transporte e aluguel do galpão para o armazenamento dos produtos obsoletos e retornados no pós-venda, visto que, quando há a necessidade de realizar o processo de retorno e devolução no pós-venda, é a empresa que arca com o frete. Entretanto, mantendo-se a comunicação entre a equipe, a qualidade dos produtos através da melhoria nos processos e inspeção da qualidade, pode-se reduzir o número de produtos retornados. Para alavancar as vendas dos calçados obsoletos a empresa poderia intensificar as liquidações e ampliar as vendas desses sapatos, atingindo a diminuição deste estoque com mais rapidez e reduzindo significativamente os custos.

Para concluir esta linha de raciocínio, é possível verificar que a empresa coloca em prática basicamente todos os processos da logística reversa no pós-venda conforme as teorias estudadas pelos autores citados no decorrer desta pesquisa. Além de ter procedimentos determinados para os processos, a empresa se preocupa em manter os clientes informados do andamento, saber suas opiniões, sugestões e críticas. A organização adota métodos para preservar o meio ambiente e tenta aproveitar ao máximo os produtos e matérias primas, com o objetivo de reduzir custos, agregar valor aos calçados e obter competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS

- BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais: entrevista semi-estruturadas. [S.l.]: Tese, 2005. 80 p. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027>. Acesso em: 09 jul. 2023.
- BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física, São Paulo: Editora Atlas, 1993.

- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial. 5. ed. [S.l]: Artmed, 2004.
- BOWERSOX, D; CLOSS, D; COOPER, M. Gestão da cadeia de suprimentos e logística. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BULGACOV, S. Manual de gestão empresarial. 2ed. São Paulo, Atlas, 2006.
- FONTELLES, Mauro José (Org.). Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa: revisão da literatura (pesquisa bibliográfica). Belém: Unama, 2009. 8 p. (1). Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf. Acesso em: 04 jun. 2023.
- GARCIA, Manuel. Logística reversa: uma alternativa para reduzir custos e criar valor. XIII SIMPEP, Bauru, SP, nov. 2006. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1146.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.
- LACERDA, Leonardo. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: Coppea, 2002. 9 p. Disponível em: https://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.
- LAMBERT, D. M. Administração estratégica da logística. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio ambiente e Competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009. 240 p.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio ambiente e Competitividade. São Paulo: Saraiva, 2017.
- LIVA, Patrícia Beaumord Gomes; PONTELO, Viviane Santos Lacerda; OLIVEIRA, Wedson Souza. Logística reversa - I: logística reversa de pós-venda. [S.L.]: Ietec, 2003. 10 p. Disponível em: https://newlogistica.webnode.com.br/_files/200000049-b55e4b5db5/LOGISTICA%20REVERSA%2001.pdf. Acesso em: 04 jun. 2023.
- MEIRIM, H. As atividades primárias da logística, 2007. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/as-atividades-primarias-da-logistica>. Acesso em: 09 mar. 2023.

- MUELLER, Carla Fernanda. Logística reversa: meio-ambiente e produtividade. 2005. 6 f. Monografia (Especialização) - Curso de Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005. Disponível em: <http://www.tecspace.com.br/paginas/aula/faccamp/Rev/Artigo01.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.
- NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- OLIVEIRA, E.B; RAIMUNIDINI, S.L. Aplicação da logística reversa: estudo de casos em uma indústria fotográfica e em uma indústria de fécula de mandioca. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 8., São Paulo: FGV-EAESP 2005.
- PEREIRA, Adriana Soares (Org.). Metodologia da pesquisa científica: estudo de caso: o que é, onde é empregado e características dessa metodologia de investigação. Santa Maria - RS: Nte, 2018. 119 p. (1). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 maio 2023.
- RODRIGUES, Marcia Lima. Logística reversa: produto logístico reverso de pós-venda. Cuiabá: Ufmt, 2014. 51 p. Disponível em: <https://efivest.com.br/wp-content/uploads/2019/10/LogisticaReversa.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- RODRIGUES, William Costa. Metodologia científica: conceitos e definições. Paracambi, 2007. 49 slides, P&B. Disponível em: https://www.academia.edu/11590616/Metodologia_Cient%C3%ADfica_Prof_William_Costa_Rodrigues_FAETEC_IST_Paracambi_2007. Acesso em: 24 maio 2023.
- SÁVIO, Luciano Kamimura et al. A importância da logística reversa no pós-venda e pós-consumo: logística reversa pós-venda. Taubaté: Univap, 2011. 4 p. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0543_0993_01.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.
- TOLEDO, Marçal Pontes de. Logística Reversa: uma análise a cerca dos canais de pós-venda no processo de recall: logística reversa de pós-venda. 2020. 133 f. TCC (Doutorado) - Curso de Logística, Faculdade Anhanguera de Osasco, Osasco, 2020.
- WILLER, Mariana Muller. Logística reversa: conceitos, legislação e sistema de custeio aplicável: importância e utilização da logística reversa. 2012. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Faculdade Opet, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/pdf/n8/LOGISTICA-REVERSA.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

Estudo e análise de ruídos em ambientes fechados: reverberação em indústrias e salas

Leticia de Souza Jacintho¹; Roberto Outa¹; Sandro da Silva Pinto¹; Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Fábio Roberto Chavarette²

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

maiza.mancera@fatec.sp.gov.br; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
sandro.pinto@fateclins.edu.br; fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br;
fabio.chavarette@unesp.br

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo explorar a aplicação da simulação computacional na engenharia acústica, com foco na qualidade sonora e na propagação de ondas acústicas, isso será feito através da simulação de dois algoritmos que envolvem a variação do tempo de reverberação em relação ao coeficiente de absorção e a reflexões e atrasos sonoros. Com isso é possível demonstrar a utilidade da simulação computacional na análise da engenharia acústica, permitindo a compreensão de como variáveis como coeficientes de absorção e reflexões impactam a qualidade sonora em ambientes internos. O resultado pode demonstrar insights valiosos para a concepção e otimização de espaços acústicos, contribuindo para uma compreensão aprofundada dos fenômenos relacionados à propagação de ondas acústicas em diferentes ambientes.*

Palavras-Chave: *Simulação computacional; Engenharia acústica; Qualidade sonora; Propagação de ondas acústicas; Coeficiente de absorção.*

Abstract. *This work aims to explore the application of computer simulation in acoustic engineering, focusing on sound quality and the propagation of acoustic waves. This will be done through the simulation of two algorithms that involve the variation of the reverberation time in relation to the absorption coefficient and the reflections and sound delays. With this it is possible to demonstrate the usefulness of computer simulation in the analysis of acoustic engineering, allowing the understanding of how variables such as absorption coefficients and reflections impact the sound quality in indoor environments. The result can demonstrate valuable insights for the design and optimization of acoustic spaces, contributing to an in-depth understanding of the phenomena related to the propagation of acoustic waves in different environments.*

Keywords: *Computer simulation; Acoustic engineering; Sound quality; Propagation of acoustic waves; Absorption coefficient.*

1 INTRODUÇÃO

A simulação por computador, uma técnica que utiliza modelos matemáticos para antecipar eventos no mundo real, teve seu início em larga escala durante a Segunda Guerra Mundial e, à medida que a tecnologia de computadores evoluiu, transformou-se em uma ferramenta indispensável em uma ampla gama de setores industriais. Desde então, tem sido amplamente empregada na previsão e análise de ambientes de construção. Isso engloba áreas como iluminação, sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC), fluxo de ar e acústica, permitindo uma compreensão aprofundada e o aprimoramento do design e funcionamento de edifícios e estruturas. A maioria desses métodos de simulação foi desenvolvida nas décadas de 1960 e 1970, marcando um período significativo de avanços na capacidade de modelagem computacional (WANG e KANG, 2022)

Na acústica, a decisão crucial reside na escolha entre a descrição dos fenômenos por meio de partículas ou ondas. Isso implica que modelos de ondas, como o Método dos Elementos Finitos (FEM) e o Método dos Elementos de Contorno (BEM), são empregados para resolver a equação de onda de forma mais ou menos eficaz. Outra possibilidade é descrever a propagação do som por partículas de som se movendo ao longo de raios sonoros. Um modelo geométrico é adequado para o som em altas frequências e o estudo de interferências com estruturas grandes e complexas (RINDEL, 1995).

O propósito deste estudo é investigar o uso da simulação por computador no campo da engenharia acústica, especialmente no que diz respeito à avaliação da qualidade do som e à análise da propagação de ondas acústicas. Para atingir esse objetivo, este trabalho se concentrará na simulação de dois algoritmos relacionados à variação do tempo de reverberação em relação ao coeficiente de absorção, bem como às reflexões e atrasos sonoros. A motivação para este estudo surge da importância da qualidade sonora em ambientes arquitetônicos e da necessidade de compreender a propagação das ondas acústicas. A simulação computacional oferece uma abordagem importante para analisar esses fenômenos de forma precisa e eficaz. Sendo assim o objetivo é explorar e aplicar algoritmos de simulação que permitam compreender como variações no tempo de reverberação, coeficiente de absorção e reflexões sonoras afetam a experiência auditiva em diferentes ambientes.

2 ACUSTICA: CONCEITO E DEFINIÇÕES

2.1 Definição de som e ruído

Segundo Enflo e Hedberg (2009), a ciência do som é representada pela palavra acústica, que possui origem etimológica na palavra grega akouein, que consiste em ouvir. A ciência acústica aborda conteúdos relacionados à produção, transmissão e recepção sonora, e a percepção do som.

Primeiramente uma maneira de facilitar a compreensão é associar o som a audição humana, para ser considerado um som é necessário que tenha uma sensação melodiosa e harmônica, em contrapartida o ruído é um som que não possui harmonia, normalmente com sentido negativo, podendo ser indesejável, no entanto o ruído é utilizado para transmitir informações importantes, que podem salvar vidas, como por exemplo um alarme (BISTAFA, 2018).

A origem do som pode ser definida com a inconstância da pressão ambiente que é absorvida pelo ser humano, sendo proveniente da pressão sonora em uma frequência de 20Hz a 20KHz. Na área da acústica é de extrema importância compreender a fonte de emissão sonora e classificar a qualidade destes sons ou ruídos emitidos, para que possam ser tratados e até mesmo isolados. Há diferentes tipos de fontes sonoras, proveniente da natureza, do homem, de máquinas e equipamentos criados pelo ser humano e meios excitados propositadamente, entre os demais.

2.2 Propagação do som e pressão sonora

Autores como Gerges (2000), Kinsler (1996) e Crocker (2007), apontam o som como um movimento oscilante das partículas, sendo resultado da variação da pressão em um meio fluente, tendo através da representação gráfica o resultado da aplicação de uma equação senoidal no tempo. Em um meio fluente, as variações das pressões máximas e mínimas, são denominadas de picos e vales, ou compressões e rarefações, respectivamente.

Sendo assim, o som é exposto como uma onda sonora ou onda acústica, constituída de velocidade e deslocamento, cuja a disseminação é o resultado do deslocamento do choque sucessivo entre as partículas no meio fluente, alterando a sua densidade. A onda sonora ou onda acústica possuem relação direta com as leis de Newton, podendo assim ser consideradas uma onda mecânica. Considerando os atritos referente ao trajeto, esta energia se propaga ao longo do tempo, confinando a propagação da onda a um determinado comprimento.

A onda sonora esférica irradia-se em seu curso e em vários sentidos, cujo o apontamento do sentido de propagação da onda sonora é a fonte irradiadora sonora até o fim da distância da onda. No entanto as ondas sonoras que se propagam no interior

dos tubos, estas são denominadas como ondas sonoras planas unidimensionais, pois o sentido e direção de propagação das ondas são os mesmos.

Os impedimentos podem ser definidos como uma não uniformidade no meio, provocada por ventos e/ou gradientes de temperaturas, barreiras sonoras variadas com diferentes tipos de materiais, variação de densidade do meio, e variações de volume, entre outros.

É possível citar diversos exemplos de propagação do som, como a utilização do diapasão e o de um ambiente excitado acusticamente por uma fonte qualquer.

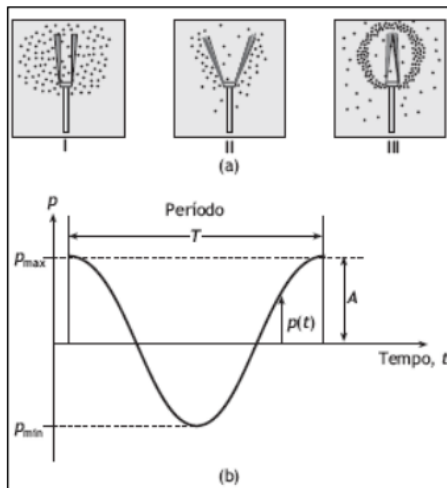
Na figura 1 será representado a utilização do diapasão, cuja a separação é efetuada pelas fases do movimento do diapasão (a) e pela exibição gráfica do resultado do movimento do diapasão no ar (b).

As fases do movimento do diapasão na figura 2 estão reproduzidas em três (3) pontos distintos na parte superior, apresentada no quadro I, II e III. Nesta circunstância as moléculas do meio (ar) se tocam, transmitindo a energia uma as outras, propagando o som.

A fase I, o diapasão está sem movimento, e a pressão observada é a própria pressão do ambiente de exposição. Entretanto na fase II e fase III, o diapasão está se movimentando e existe uma variação de pressão no movimento do ar.

A representação gráfica da variação da pressão resultante do movimento das partículas do ar, causado pelo diapasão é representada na figura 2b. Há neste caso uma condição em que a pressão sonora tem amplitude máxima (P_{max}) e mínima (P_{min}) para um período determinado T , sendo $P(t)$ a pressão dada a um instante qualquer.

Figura 1 – Variação das pressões no ar através da oscilação do diapasão.

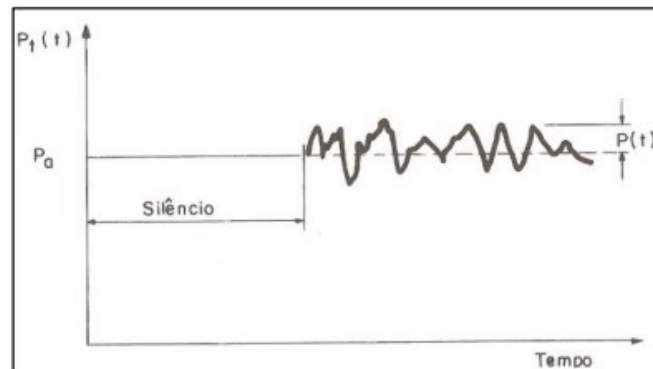


Fonte: Bistafa (2011, p. 19)

A figura 2 demonstra um ambiente sendo excitado por uma fonte qualquer a um dado tempo (t). Em um período qualquer, um ambiente encontra-se em silêncio e após

um tempo, no mesmo ambiente é incorporado um ruído qualquer por um determinado período. Nota-se que a pressão acústica $P(t)$, flutua sobre a pressão ambiente P_a , cuja a pressão total é igual a $P_t(t)$ é a junção da pressão acústica mais a pressão ambiente, sendo assim, $P(t) = P_t(t) + P_a$. A equação da pressão acústica é igual a $P(t) = P_t(t) - P_a$.

Figura 2 – Ambiente sendo excitado por uma fonte qualquer a um dado instante (t).



Fonte: Gerges (2007, p. 3)

2.3 Reflexão e transmissão de um meio

A onda acústica ao se movimentar em uma direção pode colidir com algum obstáculo. Nesta colisão da onda acústica com o obstáculo, sucede situações diversas no material podendo ocorrer a refração da onda sem transpassar o material; a refração da onda e uma parte atravessando o material; sem refração da onda com transpasse e uma parte da energia retida no material, entre outras. É possível observar que existem dois meios de propagação de onda, o meio incidente ou refletido e o meio transmitido, cuja a união satisfaz a condição de limites ou região de contorno de dois meios.

No meio I, a onda acústica pode ser denominada de onda acústica incidente e onda acústica refletida e tem a característica de impedância acústica $r_1 = p_1 c_1$, porém no meio II, a onda acústica é chamada de onda acústica transmitida cuja característica de impedância acústica é $r_2 = p_2 c_2$.

Conceitua-se que a amplitude da onda incidente é P_{ia} e a refletida é P_{ra} , e a transmitida é P_{ta} .

A pressão incidente P_i é descrita através de uma equação matemática, sendo representada como,

$$P_i = P_{ia} e^{j(\omega t - k_1 x)} \quad (1)$$

A pressão refletida P_r é descrita através de uma equação matemática, sendo representada como,

$$P_r = P_{ra} e^{j(\omega t - k_1 x)} \quad (2)$$

A pressão transmitida P_t é descrita através de uma equação matemática, sendo representada como,

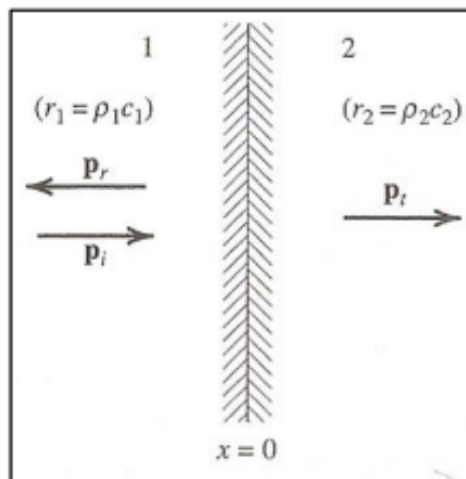
$$P_t = P_{ta} e^{j(\omega t - k_2 x)} \quad (3)$$

O número de ondas no meio I é igual a $k_1 = \frac{\omega}{c_1}$ e no meio II é igual a $k_2 = \frac{\omega}{c_2}$.

As condições de limite são a conformidade da pressão acústica em ambas as vertentes dos limites, e o integrante da força normal da velocidade da partícula e ambos os recursos não pode possuir nenhuma força resultante do plano que os separem, sendo assim não existindo a perda da massa (KINSLER, 1996)

A figura 3 descreve a transmissão e reflexão do meio I e meio II, de maneira que a região de contorno apresenta a condições de limites em $x = 0$.

Figura 3 – Pressões incidentes e refletidas no meio I, e a pressão transmitida no meio II, de maneira que a impedância é diferente nos dois meios.



Fonte: KINSLER et al. (1976, p. 151)

A velocidade e a pressão normal da partícula no meio I são descritas como $P_i + P_r$ e $(u_i + u_r)$ sendo assim os limites são,

$$P_i + P_r = p_t, \quad \text{para } x = 0 \quad (4)$$

$$u_i + u_r = u_t, \quad \text{para } x = 0 \quad (5)$$

A impedância acústica exclusiva no limite é representada pela equação,

$$\frac{P_i + P_r}{u_i + u_r} = \frac{p_t}{u_t}, \quad \text{para } x = 0 \quad (6)$$

A coeficiente de transmissão R_{coef} e coeficiente de reflexão T_{coef} pode ser descrita como,

$$R_{coef} = \left(\frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} \right)^2 = \left(\frac{\frac{r_2}{r_1} - 1}{\frac{r_2}{r_1} + 1} \right)^2 \quad (7)$$

$$T_{coef} = \frac{4 r_2 r_1}{(r_2 r_1)^2} = \frac{4 \frac{r_2}{r_1}}{\left(\frac{r_2}{r_1} + 1\right)^2} \quad (8)$$

2.4 Absorção e atenuação sonora

Segundo Cheeke (2002), Bistafa (2011), Gerges (2000) e Kinsler et al. (1996) a atenuação sonora sucede durante o percurso e meio de propagação da onda sonora, de maneira que a atenuação sonora é a perda ou absorção de energia acústica. Essas perdas são concedidas através da viscosidade e condutividade térmica, sendo denominada, a combinação das duas, de atenuação sonora clássica.

Os modos de dissipações de energia são fragmentados da seguinte forma, as dissipações de energia associadas com os limites do meio e as dissipações de energia que compõem o meio. Sendo assim as dissipações de energia internas ao meio subdivididas em três tipos básicos:

Perda por viscosidade – Sucede no cisalhamento da deformação de compressão e amplificação durante o deslocamento da onda sonora;

Perda por transporte de calor – Advém quando a onda sonora perde energia pelo transporte de energia térmica de altas temperaturas, e condensações à baixas temperaturas densas;

Perda associada por processos moleculares - Surge (1) no armazenamento da energia potencial; na (2) energia rotacional ou vibracional das moléculas poliatômicas; na (3) energia de agregação e desagregação entre os diversos tipos de iônicos e complexos de soluções iônicas, como sulfeto de magnésio e o ácido bórico da água do mar.

2.5 O coeficiente de absorção sonora

Segundo Gerges (2000) e Kinsler (1976) o coeficiente de absorção sonora α pode ser apontada como a relação entre quantidade de energia acústica que é absorvida pelo material e a energia incidente, $\alpha = \frac{E_{abc}}{E_{inc}} = \frac{E_{inc} - E_{refl}}{E_{inc}} = 1 - \frac{E_{refl}}{E_{inc}}$, e pode diversificar entre 0 e 1. O coeficiente de reflexão sonora α_{refl} é a fonte entre a energia acústica refletida e a energia incidente, $\alpha_{refl} = \frac{E_{refl}}{E_{inc}}$. A associação entre o coeficiente de absorção α e o coeficiente de reflexão sonora α_{refl} , é $\alpha = 1 - \alpha_{refl}$, e o coeficiente de transferência sonora é $\alpha_{trans} = \frac{E_{transm}}{E_{inc}}$.

O valor de α é a todo momento positivo de acordo com a frequência, ângulo de incidência do som, tipo da área sonora, densidade, espessura, e estrutura interna do material. O coeficiente de absorção sonora também é calculado pela razão da intensidade sonora absorvida I_a , fracionada pela intensidade sonora incidente I_i , ou um

menos a razão entre a intensidade sonora refletida I_r e a intensidade sonora incidente, e pode ser representada como,

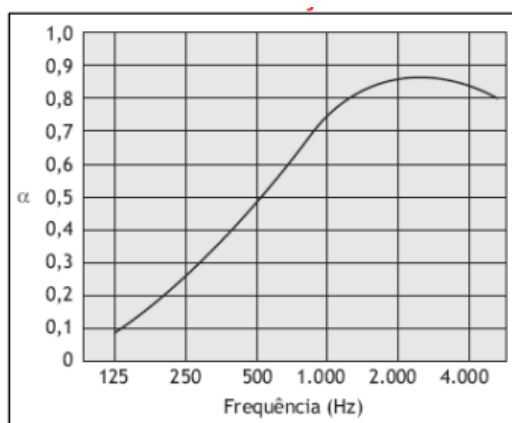
$$\alpha = \frac{I_a}{I_i} = 1 - \frac{I_r}{I_i} \quad (9)$$

De acordo com Gerges (2000) define que se a intensidade acústica corresponde a amplitude quadrática da pressão da onda, e o coeficiente de absorção sonora é representado como,

$$\alpha = 1 - \left(\frac{P_i}{P_r} \right)^2 = \frac{4 \cdot ROE}{(ROE + 1)^2} \quad (10)$$

ROE trata se dá razão das ondas estacionárias, sendo o encontro de duas ondas idênticas com movimentos na mesma rota em sentidos opostos. Bistafa (2011) descreve que o comportamento gráfico do coeficiente de absorção sonora para materiais porosos e fibrosos sobreposto em uma superfície sólida pode ser exposto graficamente na figura 4.

Figura 4 – Comportamento do coeficiente de absorção sonora relacionado com a frequência.



Fonte: BISTAFA (2011, p. 244)

Amostras de coeficientes de absorção sonoras adquiridos nas frequências de bandas de oitava para diversos materiais e para materiais comuns nomeados através da porcentagem média medida de um som captado por um material em quatro frequências distintas, sendo elas: 250, 500, 1000 e 2000Hz (NRC), e são representados na tabela 1 e na tabela 2.

Tabela 1 – Tabela com descrição dos valores de coeficiente de absorção sonora de diferentes materiais.

Tabela de Coeficiente de Absorção Sonora para variados materiais e para materiais comum NRC							
Material	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC Hz
fibra de vidro (64 kg/m ³) 25mm	0,07	0,23	0,48	0,83	0,88	0,8	0,61
fibra de vidro (64 kg/m ³) 50mm	0,2	0,55	0,89	0,97	0,83	0,79	0,81
fibra de vidro (64 kg/m ³) 100mm	0,39	0,91	0,99	0,97	0,94	0,89	0,95
espuma de poliuretano (celula aberta) 6mm espessura	0,05	0,07	0,1	0,2	0,45	0,81	0,21
espuma de poliuretano (celula aberta) 12mm espessura	0,05	0,12	0,25	0,57	0,89	0,98	0,46
espuma de poliuretano (celula aberta) 25mm espessura	0,14	0,3	0,63	0,91	0,98	0,91	0,71
espuma de poliuretano (celula aberta) 50mm espessura	0,35	0,51	0,82	0,98	0,97	0,95	0,82
feltro de pelo bovino 12mm espessura	0,05	0,07	0,29	0,63	0,83	0,87	0,46
feltro de pelo bovino 25mm espessura	0,06	0,31	0,8	0,88	0,87	0,87	0,72
tijolo fosco	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
pinturas	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
bloco de concreto pintado	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,03	0,07
concreto	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
madeira	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07	0,09
vidro	0,35	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,16
placa de gesso	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09	0,07
placa de madeira 10mm	0,28	0,22	0,17	0,09	0,1	0,11	0,15
bloco de concreto pintado soundblox tipo A (encaixados), 15	0,62	0,84	0,36	0,43	0,27	0,5	0,48
bloco de concreto pintado soundblox tipo B , 150mm	0,31	0,97	0,56	0,47	0,51	0,53	0,63
Jateamento Acustico (sobre o gesso - placa de parede)	0,15	0,47	0,88	0,92	0,87	0,88	0,79
Gesso acústico (25mm espessura)	0,25	0,45	0,78	0,92	0,89	0,87	0,76
Carpete em espuma de borracha	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	0,55
Carpete em concreto	0,02	0,06	0,14	0,37	0,6	0,66	0,29

Fonte: Adaptado de Crocker (2007, p. 708)

Tabela 2 – Coeficiente de absorção sonora utilizando materiais fibrosos e porosos disponibilizados em mercados.

TABELA 10.1 Coeficientes de absorção sonora de materiais porosos/fibrosos*												
Material					Frequência central da banda de oitava (Hz)						NRC	
					125	250	500	1.000	2.000	4.000		
Fibroso	Isover – Santa Marina Placa de lã de vidro aglomerado	Densidade (kg/m³)	30	Espessura (mm)	25	0,08	0,27	0,50	0,87	0,98	1,04	0,66
			60		50	0,17	0,62	0,90	1,08	1,07	0,97	0,92
					25	0,05	0,27	0,68	0,94	1,03	1,05	0,73
					50	0,13	0,75	0,96	1,03	0,88	0,96	0,91
	Thermax – RockFibras Manta de lã de rocha basáltica	Densidade (kg/m³)	32	Espessura (mm)	50	0,35	0,48	0,74	0,88	0,91	0,96	0,75
			64		100	0,85	0,98	1,10	1,11	1,09	1,18	1,07
					50	0,50	0,59	0,91	1,05	1,06	1,06	0,90
					100	0,87	1,23	1,19	1,15	1,12	1,10	1,17
Poroso	Espumex – Acústica São Luiz Espuma flexível de poliuretano poliéster incombustível			Espessura (mm)	40	0,06	0,19	0,38	0,52	0,48	0,65	0,39
					60	0,10	0,28	0,49	0,53	0,47	0,82	0,44
					70	0,15	0,42	0,75	0,74	0,66	0,95	0,64
					75	0,15	0,50	0,90	0,99	1,00	1,00	0,85
	Sonex – Illbruck Espuma flexível de poliuretano poliéster (com retardadores de chama) densidade: 32 kg/m³			Espessura (mm)	20	0,04	0,12	0,28	0,44	0,60	0,73	0,36
					35	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89	0,58
					50	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01	0,72
					75	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00	0,89

*Valores indicativos. Utilizar sempre o coeficiente de absorção sonora fornecido pelo fabricante.

*Valores indicativos. Utilizar sempre o coeficiente de absorção sonora fornecido pelo fabricante.

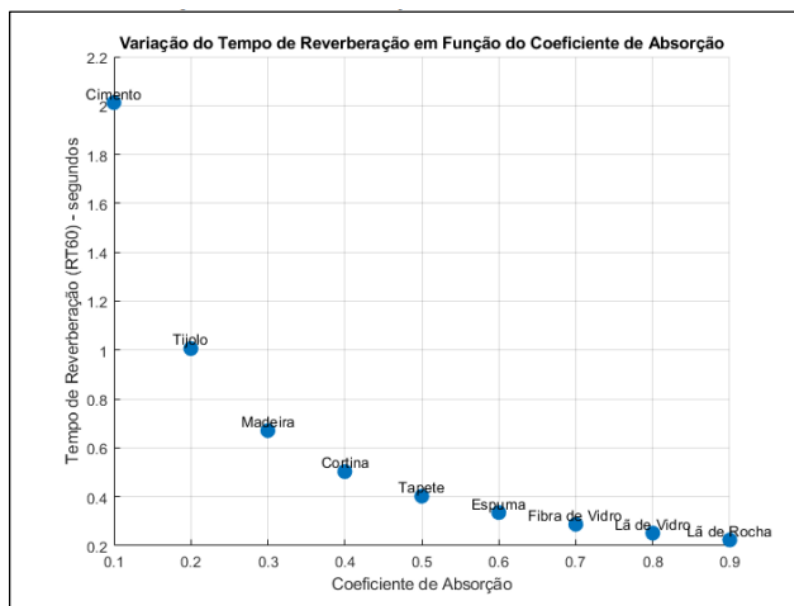
Fonte: Bistafa (2011, p. 247)

A tabela 2 apresenta o coeficiente de absorção sonora utilizando materiais fibrosos e porosos.

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste trabalho será utilizado a simulação computacional, que é uma técnica utilizada para modelar e estudar o comportamento de sistemas ou processos através de programas específicos, envolvendo a criação de um modelo virtual que representa o sistema ou fenômeno real, permitindo a análise de como ele se comporta sob diferentes condições, o algoritmo foi desenvolvido utilizando um software de código aberto Otacve.org. Neste caso, o código não será apresentado, pois não é o objeto de estudo deste projeto. A simulação computacional é uma ferramenta essencial na engenharia acústica, capacitando a compreensão e a concepção do comportamento sonoro em variados 11 ambientes. Ela viabiliza a análise de cenários virtuais de maneira mais econômica e ágil em comparação a experimentos físicos. No entanto, a precisão das simulações está intrinsecamente ligada à qualidade dos modelos e à escolha criteriosa dos parâmetros empregados.

Figura 5 – Reverberação da Pressão Sonora.



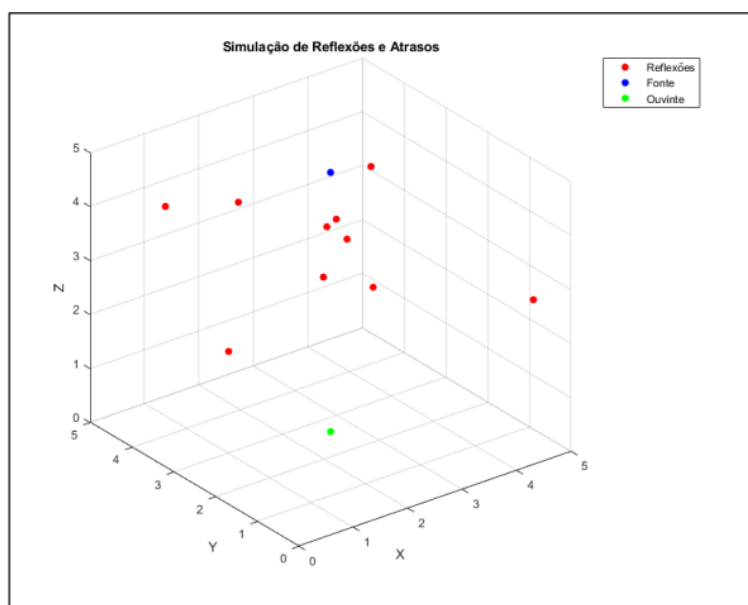
Fonte: Desenvolvimento Próprio.

O primeiro código desenvolvido neste trabalho de pesquisa, variação do tempo de reverberação com o coeficiente de absorção, explora as flutuações do tempo de reverberação (RT60) conforme os coeficientes de absorção dos materiais são alterados. O RT60 é um parâmetro fundamental na engenharia acústica, pois reflete a duração

necessária para que o som reduza em 60 dB após a cessação da fonte sonora. Basicamente é definido no código uma lista de coeficientes de absorção para diferentes materiais e é calculado o tempo de reverberação para cada coeficiente de absorção, considerando a equação que a compõe $RT60 = 0.161V/A$, o qual V é o volume da sala, A corresponde a área das superfícies de absorção da pressão sonora das 4 paredes. A figura 1 mostra o coeficiente de absorção de uma sala com 4 paredes de diferentes materiais, considerando que não existe obstáculo interno.

Note que, através destes resultados é possível identificar o tempo de reverberação de cada ambiente, considerando o tipo de material.

Figura 6 – Posições de Reflexões da Fonte Sonora e Ouvinte.



Fonte: Desenvolvimento Próprio.

No segundo código, simulação de reflexões em um ambiente, é demonstrado como as reflexões sonoras ocorrem em um ambiente fechado, possibilitando o entendimento de como que o som se propaga e interage com as superfícies em um espaço. O algoritmo gera um conjunto de reflexões aleatórias dentro de uma sala, após é calculado as distâncias entre a fonte sonora, as reflexões e o ouvinte, por fim, são calculados os atrasos das reflexões em relação ao sinal direto. As reflexões são importantes fontes de informação para a modulação da qualidade sonora em um espaço. A análise dessas reflexões permite a detecção de ecos indesejados e permitem o aprimoramento do planejamento acústico de ambientes, assegurando uma experiência sonora de alta qualidade. A figura 6 mostra as posições das reflexões da fonte sonora e do ouvinte.

A tabela 3 mostra a relação numérica das distâncias e atrasos de cada reflexão em relação à fonte e ao ouvinte.

Tabela 3 – Relação Numérica das Distâncias e Atrasos da Reflexão.

Distancia	Atraso
4,800000:	0,013994
66,564000:	0,019406
7,513000:	0,021904
69,458000:	0,020250
70,362000:	0,020514
76,878000:	0,022413
60,792000:	0,017723
6,942000:	0,020239
65,753000:	0,019170
61,243000:	0,017855
49,575000:	0,014453

Fonte: Desenvolvimento Próprio.

O Segundo Código direciona o foco para as reflexões sonoras em ambientes fechados. Através de uma simulação, o código examina como o som se propaga e interage com as superfícies no ambiente. Ao gerar reflexões aleatórias e calcular suas distâncias e atrasos em relação à fonte sonora e ao ouvinte, é demonstrado como as reflexões podem afetar a qualidade sonora em espaços internos. Essa análise mostra a identificação de problemas como ecos indesejados e no aprimoramento do design acústico de ambientes para assegurar uma experiência sonora agradável.

Ambos os códigos exemplificam a abordagem metodológica da simulação computacional na engenharia acústica. Ao permitir a exploração virtual de variados cenários, essa simulação se torna uma ferramenta eficaz para compreender os impactos das seleções de materiais, geometrias de ambiente e posicionamento de fontes sonoras. É importante manter a qualidade dos modelos e parâmetros para assegurar a precisão das simulações e embasar decisões informadas no projeto e otimização de espaços acústicos.

4 CONCLUSÃO

Em resumo, os códigos apresentados enfatizam a relevância da simulação computacional na engenharia da qualidade, engenharia acústica, arquitetura e

engenharia civil. Por meio dessa abordagem, é possível explorar virtualmente uma variedade de cenários, compreendendo o impacto das escolhas de materiais, configurações de ambiente e distribuição de fontes sonoras nos resultados acústicos. A simulação surge como uma ferramenta eficaz para antecipar padrões sonoros complexos, dispensando experimentos dispendiosos. Contudo, a precisão das simulações reside na solidez dos modelos e parâmetros empregados. Por meio desse processo meticuloso, torna-se viável fundamentar escolhas embasadas nas engenharias, contribuindo para a concepção e otimização de espaços acústicos eficazes e tratados com materiais acústicos, tornando os ambientes agradáveis.

Portanto é correto afirmar que este trabalho atende seu objetivo que é investigar como a simulação computacional pode ser aplicada à engenharia acústica, com enfoque na análise da qualidade sonora e na compreensão da propagação das ondas acústicas.

REFERÊNCIAS

- BISTAFÁ, S. R. Acústica aplicada ao controle de ruído. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011. 380 p.
- CHEEKE, D. J. N. Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves. 1. ed. Routledge, 2002.
- CROCKER, M. J. Handbook of noise and vibration control. Hoboken: John Wiley & Sons. 2007. 1569 p.
- ENFLO, B. O.; HEDBERG, C.M. Theory of Nonlinear Acoustics in Fluids. 1. ed. New York: Springer Publishing, 2009.
- GERGES, S. N. Y. Ruído: fundamentos e controles. Florianópolis: NR Editora, 2000. 696 p.
- KINSLER, L. E. et al. Fundamentals of acoustics. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 1996. 548 p.
- RINDEL, J.H., ComputerSimulation Techniques for Acoustical Design of Rooms, Acoustics Australia, v.23, n.3, 81-86p.,1995.
- WANG, C., KANG, J., Development of acoustic computer simulation for performance spaces: A systematic review and meta-analysis, Building Thermal, Lighting, and Acoustics Modeling, v. 15, 1729–1745p., 2022. DOI:10.1007/s12273-022-0901-4.

Otimização de Projetos Estruturais com Simulação Computacional e Excitação de Shinozuka na Engenharia da Qualidade

Julia Namura Cellani¹; Roberto Outa¹; Sandro da Silva Pinto¹; Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Fábio Roberto Chavarette²

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

Julia.cellani@fatec.sp.gov.br; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
sandro.pinto@fateclins.edu.br; fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br;
fabio.chavarette@unesp.br

Resumo. A otimização de projetos estruturais é um processo que utiliza métodos computacionais para encontrar a melhor alternativa para um projeto, levando em conta desempenho, custo, segurança e eficiência. A simulação computacional desempenha um papel crucial, permitindo testar virtualmente diferentes configurações e materiais. A técnica de excitação de Shinozuka gera cargas aleatórias e/ou vibratórias em estruturas durante a simulação, baseando-se em um modelo estatístico de forças externas imprevisíveis. Com a combinação dessas abordagens, é possível que os engenheiros avaliem diversas soluções, considerando variáveis e cenários diferentes, para identificar a configuração mais segura e eficiente. O resultado são projetos estruturais robustos, capazes de resistir a condições adversas e atender a requisitos de qualidade e segurança.

Palavras-Chave: Simulação computacional; Vibração estrutural; Excitação de Shinozuka; Engenharia da qualidade; Otimização de projetos.

Abstract. Structural design optimization is a process that uses computational methods to find the best alternative for a project, taking into account performance, cost, safety, and efficiency. Computer simulation plays a crucial role, allowing you to virtually test different configurations and materials. Shinozuka's excitation technique generates random or vibratory charges on structures during simulation, based on a statistical model of unpredictable external forces. By combining these approaches, engineers can evaluate multiple solutions, considering different variables and scenarios, to identify the safest and most efficient configuration. The result is robust structural designs that are able to withstand harsh conditions and meet quality and safety requirements.

Keywords: *Computer simulation; Structural vibration; Shinozuka's arousal; Quality engineering; Project optimization.*

1 INTRODUÇÃO

A análise e otimização de projetos estruturais criam um grande papel na constante busca por melhoria contínua na área da engenharia. Essa prática é de suma importância nas mais diversas áreas da construção civil, mecânica, aeroespacial e outras disciplinas que são relacionadas à construção e design de estruturas. Uma das razões pelas quais a análise e aperfeiçoamento de projetos são tão importantes é por que permite o uso eficiente de recursos, reduzindo o desperdício e, consequentemente, os custos da produção. Isso é particularmente importante em projetos de grande escala, como edifícios e pontes, onde os materiais representam uma parte significativa do orçamento (SILVA, 1998).

A otimização permite complementar essas áreas, garantindo a segurança de todas as estruturas e a proteção dos seres humanos, em muitos projetos, através da análise e otimização, é possível melhorar continuamente a performance de uma estrutura em termos de firmeza, resistência, estabilidade e capacidade de carga. Isso é fundamental em aplicações onde o desempenho é crítico, como pontes que devem suportar tráfego pesado ou edifícios altos que enfrentam ventos e terremotos. Além disso a otimização de projetos estruturais pode contribuir para a sustentabilidade ambiental, reduzindo o consumo de recursos naturais e minimizando o impacto ambiental durante a construção e a operação das estruturas (SILVA, 1998).

Ao sujeitar uma estrutura a excitações aleatórias, os técnicos podem avaliar a capacidade de uma estrutura de permanecer estável e segura sob diversas condições imprevisíveis, a excitação de Shinozuka é uma ferramenta valiosa para a avaliação da resposta vibratória de estruturas sob cargas aleatórias e imprevisíveis, permitindo que engenheiros e projetistas avaliem a resistência e o desempenho das estruturas em condições do mundo real e projetem estruturas mais seguras e resilientes (ROSSATO, 2017).

O principal objetivo deste trabalho é analisar o comportamento das estruturas como vigas e prédios de inúmeros andares em um modo de vibração, por meio de simulação computacional. A pesquisa visa estudar como essas estruturas respondem a diferentes condições, considerando variações nos materiais e nas forças de excitação, com um foco específico na excitação de Shinozuka. A análise detalhada das oscilações e modos de vibração tem como propósito oferecer insights relevantes para aprimorar o projeto e a eficiência dessas estruturas, contribuindo para a engenharia da qualidade e a tomada de decisões embasadas na concepção e construção de edificações resilientes e adaptáveis (COSTA, 2023).

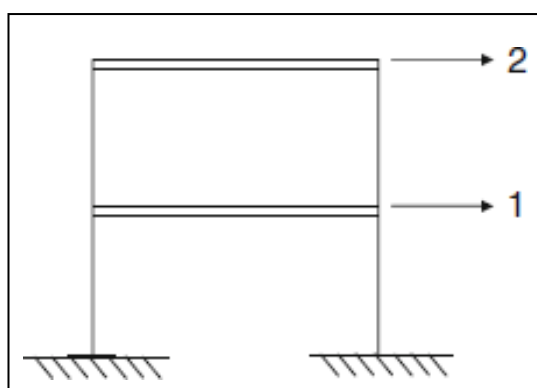
2 SISTEMA DINAMICO ESTRUTURAL

2.1 Modelo Matemático Aplicado a Shear Building - Multi Degree of Freedom (MDOF)

O termo "shear building" refere-se a um modelo simplificado amplamente utilizado na engenharia estrutural para representar o comportamento dinâmico de edifícios em resposta a cargas de cisalhamento ou forças laterais, como as causadas por terremotos ou ventos. O modelo de shear building considera um edifício como uma série de massas interligadas (ou pavimentos) que podem mover-se horizontalmente em relação às outras massas adjacentes. Cada pavimento é considerado como uma massa puntual que pode se deslocar lateralmente e verticalmente (CHOPRA, 2012).

As conexões entre os pavimentos representam a rigidez estrutural, e as molas ou amortecedores modelam a capacidade da estrutura de absorver e dissipar energia. Este modelo simplificado é muito útil para entender como os edifícios reagem a diferentes tipos de carregamentos laterais, como os gerados por terremotos. Ao analisar o comportamento de shear building, os engenheiros podem determinar as frequências naturais da estrutura, as distribuições de deslocamento, velocidade e aceleração durante um evento sísmico e como a estrutura absorve a energia do terremoto (SORIANO, 2014; BANGASH, 2011).

Figura 1 – Shear Building de Dois Andares

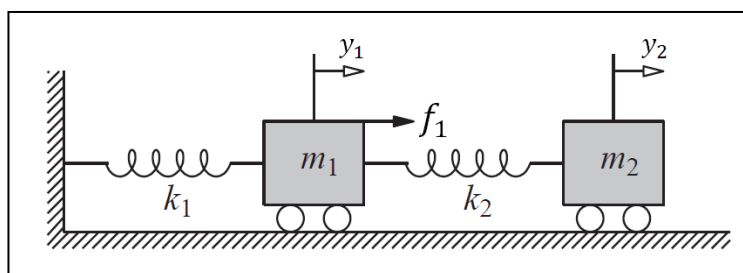


Fonte: Adaptado Bangash, 2011.

Na figura 1 é possível observar que os itens 1 e 2 mostram a direção horizontal do movimento da laje. Já na figura 2 mostra a representação do diagrama de corpo livre do sistema shear building de dois andares.

Na figura 2, o deslocamento das massas, na direção horizontal, demonstra o movimento massa-mola não amortecido, a equação do equilíbrio dinâmico pode ser escrita considerando a força elástica $F_{x1} = k_{1y1}$ e $F_{x2} = k_{2y2}$, com isso, para M_1 e M_2 , as equações são respectivamente (BANGASH, 2011).

Figura 2 – Diagrama de Corpo Livre Shear Building



Fonte: Adaptado Chopra, 2012.

A forma matricial, é uma equação diferencial de segunda ordem que descreve o comportamento de sistemas dinâmicos amortecidos ou oscilatórios (BEARDS, 1996; CHOPRA, 2012; BANGASH, 2011).

$$M\ddot{Y} + R\dot{Y} + CY = 0 \quad (1)$$

O emprego de um modelo destinado a simular os complexos padrões multidimensionais e multivariados dos movimentos do solo se dá por meio de uma abordagem espectral, especificamente desenvolvida para processos estocásticos univariados e estacionários, conhecida como ondas estocásticas evolutivas. O propósito subjacente a esse método é construir um modelo analítico capaz de abranger as características estocásticas das ondas sísmicas tanto no domínio do tempo quanto no do espaço, viabilizando assim a obtenção de amostras digitais. Esse modelo resultante é denominado simulação digital de aceleração ou deslocamento do solo, seguindo a contribuição de Shinozuka (LIN e MINAI, 1987).

O deslocamento do solo por Shinozuka, também conhecido como simulação digital de aceleração ou deslocamento do solo por Shinozuka, é um modelo matemático utilizado na engenharia sísmica para simular as respostas sísmicas do solo a terremotos. Esse modelo é usado para gerar séries temporais de deslocamento ou aceleração do solo que podem ser usadas em análises de estruturas sujeitas a terremotos. Basicamente, cria simulações realistas das acelerações ou deslocamentos do solo que ocorreriam durante um terremoto específico ou em uma determinada região. A equação que representa o modelo de Shinozuka pode ser escrita como, $G(t) = a(t)F(t)$, onde $F(t)$ é um processo randômico estacionário, cuja densidade espectral é representada pelo modelo de Kanai-Tajimi $\Phi(\omega) = \frac{\omega_g^4 = (2\zeta_g \omega_g \omega)^2}{(\omega_g^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta_g \omega_g \omega)^2} K$. Já $a(t)$ é uma função não negativa representada por uma função envelope que varia lentamente com $F(t)$ (LIN e MINAI, 1987).

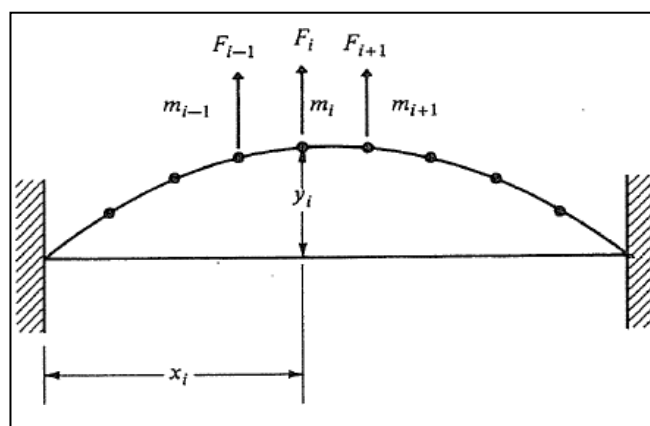
2.2 Sistemas Contínuos: Vibrações Transversais ou Flexão de Vigas e Vibrações Longitudinais de Vigas

Os sistemas distribuídos ou contínuos, são caracterizados pela impossibilidade de identificar massas, amortecimentos e molas em pontos discretos. Em vez disso, esses sistemas requerem a consideração de uma distribuição contínua dessas propriedades, com um número infinito de pontos no sistema capazes de vibrar. Isso resulta em sistemas com infinitos graus de liberdade, quando modelados de forma discreta, as equações diferenciais que governam o sistema são consideradas ordinárias, mas quando modelados de forma contínua, essas equações se tornam equações diferenciais parciais (RAO, 2011).

Os sistemas contínuos têm um espectro infinito de frequências naturais e modos de vibrar, enquanto os sistemas discretos têm um conjunto finito. Além disso, a influência das condições de contorno é mais direta nos sistemas discretos, enquanto nos sistemas contínuos, as condições de contorno são determinantes para caracterizar as propriedades vibracionais do sistema (RAO, 2011).

A teoria elementar de flexão é aplicada quando as deflexões e estresse nas vigas são diretamente proporcionais aos carregamentos aplicados (TIMOSHENKO e GERE, 1963). A teoria da flexão simples é um conceito fundamental na engenharia estrutural. Ela é aplicada principalmente no projeto e análise de vigas e outros elementos estruturais que estão sujeitos a cargas de flexão, como carga concentrada, carga uniformemente distribuída, momentos e outros tipos de carregamentos que induzem flexão em uma viga (MEIROVITCH, 1986).

Figura 3 – Discretização de uma Viga em Sistemas Contínuos



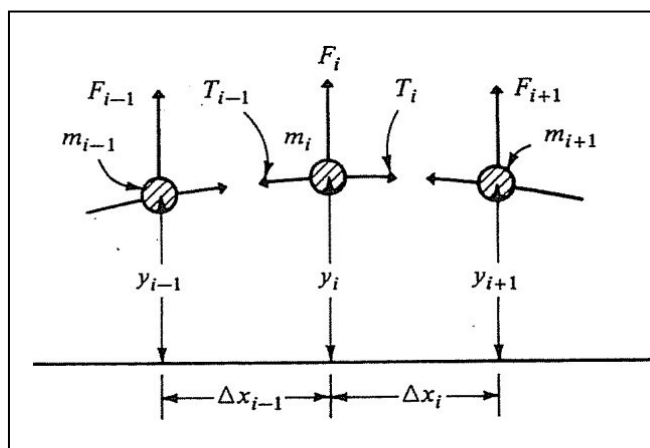
Fonte: MEIROVITCH, 1986, pg 206.

A essência da teoria elementar de flexão é que ela assume que as deflexões (deformações ou curvaturas) e os estresses (tensões internas) em uma viga são diretamente proporcionais aos carregamentos aplicados. Em outras palavras, se você

dobrar ou aplicar uma força em uma viga, a quantidade pela qual a viga se curvará e a tensão interna gerada dentro dela serão proporcionais à intensidade desses carregamentos (MEIROVITCH, 1986). A figura 3 mostra as massas discretizadas m_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) conectadas por uma viga sem massa de extremidade fixa e submetida a uma força externa F_i , respectivamente (MEIROVITCH, 1986).

A figura 4 mostra as tensões do segmento da viga T_{i-1} e T_i conectadas a m_i , entre o ponto x_i , relacionadas as distancias Δx_{i-1} e Δx_i (MEIROVITCH, 1986).

Figura 4 – Distribuições de Tensões da Massa Discretizada no Ponto x_i



Fonte: MEIROVITCH, 1986, pg 206.

A equação do movimento que corresponde a direção vertical da deflexão das massas discretizadas, é definida como (MEIROVITCH, 1986).

$$T_i \frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta x_i} - T_{i-1} \frac{y_i - y_{i-1}}{\Delta x_{i-1}} + F_i = m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} \quad (2)$$

As vibrações longitudinais têm a mesma direção da propagação da onda de vibração (paralela ao eixo). Considerando as condições de região de contorno, cujo o domínio $0 < x < L$, as forças que atuam na seção transversal P e $P + dP$, de área $A(x)$, de uma barra elástica de comprimento l , é descrita como, $P = \sigma A = EA \frac{\partial u}{\partial x}$, onde σ é o coeficiente axial de estresse, E é o módulo de Young, u é o deslocamento axial, e $\frac{\partial u}{\partial x}$ é a deformação axial (RAO, 2011). Quando $f(x, t)$ atua sobre um ponto qualquer, na direção x , a equação do movimento pode ser escrita como, $(P + dP) + f dx - P = \rho A dx \frac{d^2 u}{dt^2}$, o qual ρ é a densidade da massa (RAO, 2011). Considerando que $dP = \frac{\partial P}{\partial x} dx$ a equação do movimento não uniforme é escrita como, $\frac{\partial}{\partial x} \left[EA(x) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right] + f(x, t) = \rho(x) A(x) \frac{d^2 u}{dt^2}(x, t)$, e a equação uniforme é escrita como,

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, t) + f(x, t) = \rho A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}(x, t) \quad (3)$$

nas vibrações livres, quando $f(x, t) = 0$, a equação é reduzida para $c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$, assim, a velocidade de propagação da onda unidimensional é $c = \left(\frac{E}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$ (RAO, 2011).

2.3 Espaço de fases ou espaço de estados

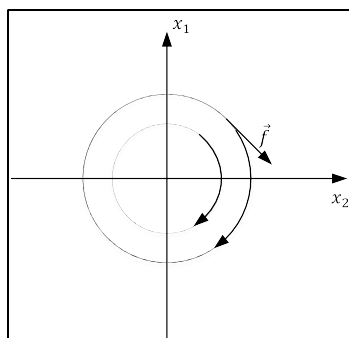
Ogata (2004) define o estado, variáveis de estado, vetor de estado para um sistema dinâmico:

- O estado é o menor conjunto de variáveis quando em um instante qualquer $t = t_0$, se conhecida entrada quando $t \geq t_0$, então é possível se determinar o comportamento do sistema para qualquer tempo $t \geq t_0$.
- A variável de estado são variáveis que constituem um menor conjunto de variáveis que determina um estado dinâmico.
- O vetor de estado determina o estado de um sistema $x(t)$ para qualquer $t \geq t_0$, se $t = t_0$ for determinado na entrada então $u(t)$ é especificado para $t \geq t_0$.

O espaço de fases ou estados pode ser definido como um espaço abstrato no qual se realiza o estudo qualitativo de um sistema dinâmico, ele é composto de n -dimensões, com eixos variando de $ex_1 \dots x_n$, e para cada estado é apresentado um ponto de coordenadas $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ neste espaço, comentam Luenberg (1979) e Ogata (2004).

Considerando a evolução do sistema, esta evolução temporal pode ser representada por uma equação diferencial de primeira ordem, como, $\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{f}(\vec{x}, t)$.

Portanto, sabe-se que a velocidade vetorial $\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \vec{f}(\vec{x}, t)$ as dimensões do espaço de fase equivalem ao número de equações de primeira ordem que descrevem o sistema que é igual ao numero de variáveis de estado. O retrato de fases é o conjunto de curvas obtidas da revolução temporal do sistema a partir das condições iniciais, cujas funções $\vec{f}$ são definidas. A figura 5 mostra a aplicação do retrato de fases das respectivas derivadas $\frac{dx_1}{dt} = x$ e $\frac{dx_2}{dt} = -x$ e a velocidade $v = f(f^1, f^2)$ tangente a trajetória (MONTEIRO, 2011).

Figura 5 – Retrato de fases da relação entre a velocidade e as trajetórias

Fonte: adaptado de Monteiro, 2011, p. 67.

Assim, entende-se que a solução $\vec{X}(t)$ para um sistema $\frac{d\vec{x}}{dt}$ é correspondente a um caminho, cuja trajetória no espaço de fases percorrida com velocidade $\vec{v}$, coincide em cada ponto com o campo de velocidade $\vec{f}(\vec{x}, t)$.

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

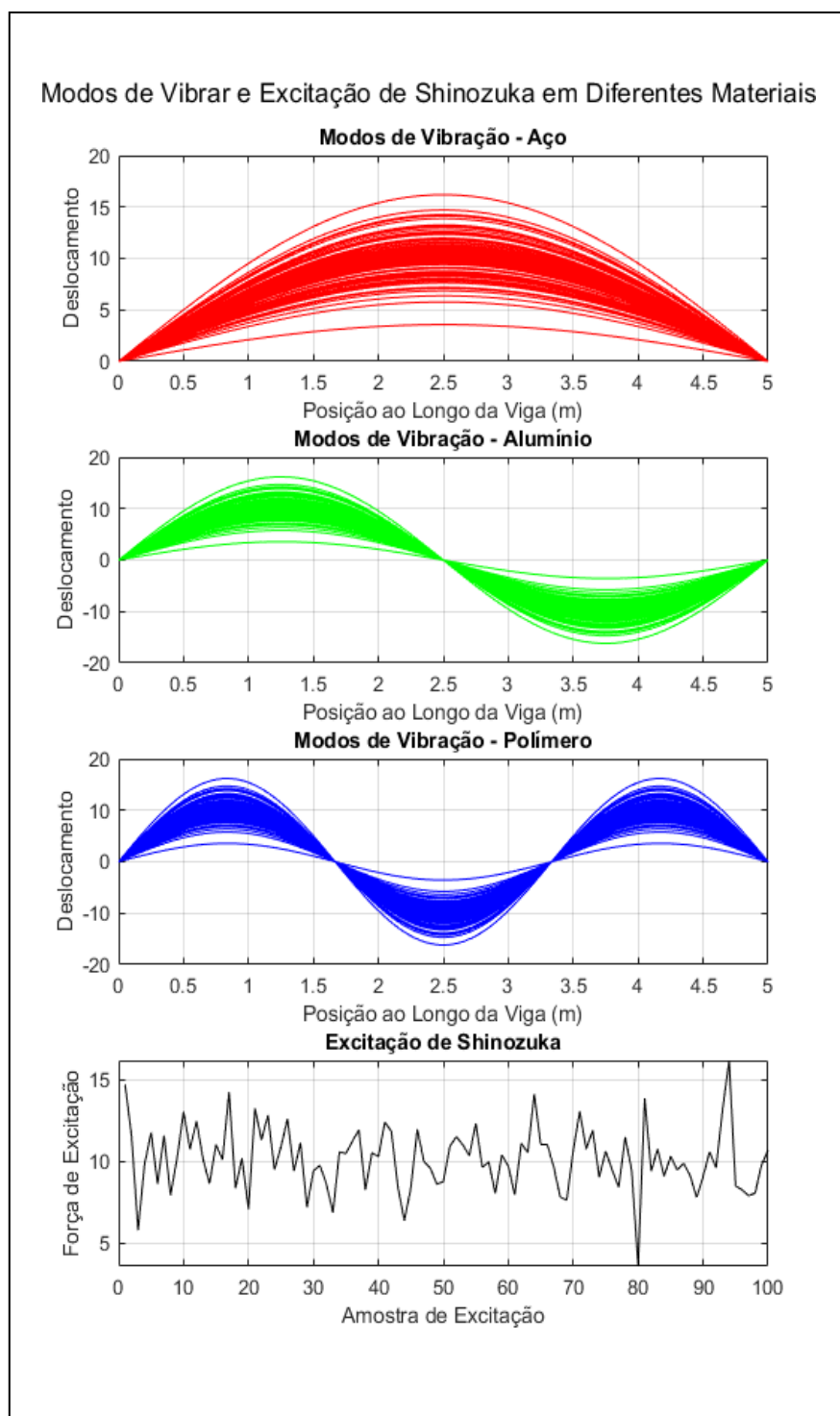
A simulação computacional desempenha um papel na análise de estruturas, mostrando capacidade de oferecer insights detalhados e precisos sobre o comportamento dessas estruturas sob uma variedade de condições. Ele investiga a resposta de vibração da viga sob várias circunstâncias, incorporando variações nos materiais e excitação. Isso proporciona insights sobre os modos de vibração e guia a otimização do design da viga para um desempenho aprimorado em diversas situações.

Nesste trabalho foi utilizado um software de código aberto denominado “Octave”, onde demonstra um estudo sobre a análise de vibração em uma viga para diferentes materiais, usando a excitação de Shinozuka, posteriormente, este conceito é aplicado a um prédio de 2 andares.

No primeiro estudo, são definidas as propriedades geométricas da viga e as propriedades dos materiais, como o módulo de elasticidade, posteriormente, são calculadas as frequências naturais de vibração para os primeiros três modos. A excitação de Shinozuka é modelada por meio de uma força média e um desvio padrão, cujos parâmetros são utilizados para gerar várias amostras de força, usando uma distribuição normal. Com os dados de excitação e as propriedades da viga, o código calcula os modos de vibração para cada material considerado: aço, alumínio e polímero.

A figura 6 mostra as reações da viga à excitação de Shinozuka

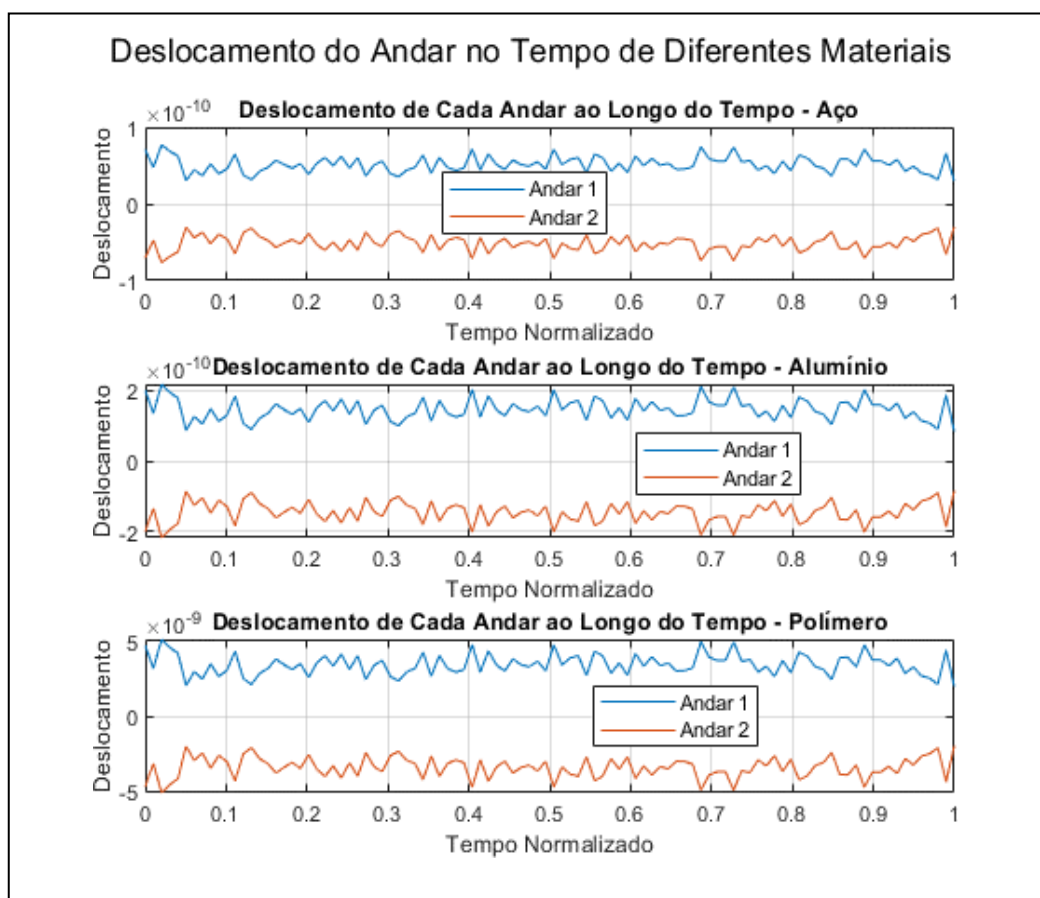
Figura 6 – Reação das Vigas à Shinozuka



Fonte: Desenvolvido pelo Autor Utilizando o Software Octave

Note que, nos três subplots, o gráfico mostra como diferentes materiais (Aço, Alumínio e Polímero) respondem à excitação de Shinozuka, que atua como uma força externa. O eixo horizontal representa a posição ao longo da viga, e o eixo vertical representa o deslocamento da viga de sua posição de equilíbrio. Cada curva colorida representa um modo de vibração característico para o material correspondente. Esses modos de vibração surgem devido à energia armazenada na viga e são comparáveis a oscilações harmônicas simples. Em termos newtonianos, a excitação causa aceleração, resultando em um movimento oscilatório da viga.

Figura 7 – Resposta a Excitação do Andar

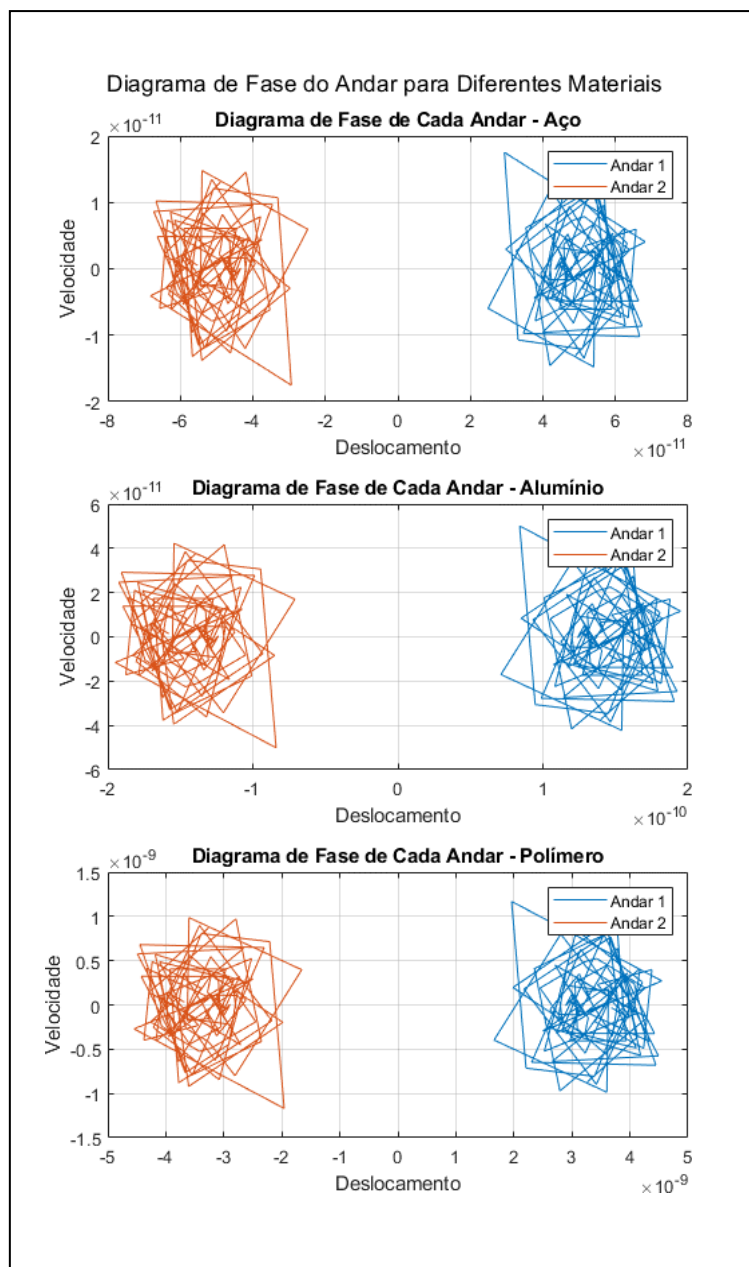


Fonte: Desenvolvido pelo Autor Utilizando o Software Octave

No segundo estudo, são realizadas simulações relacionadas à vibração de um prédio de 2 andares usando diferentes materiais: aço, alumínio e polímero. A princípio são definidas as dimensões do prédio, como altura de cada andar, largura e comprimento. Posteriormente, são geradas amostras de excitação de Shinozuka, que correspondem a valores aleatórios baseados em uma média e um desvio padrão. Após,

são calculadas as frequências naturais de vibração para diferentes modos de vibração para cada material. A figura 7 mostra a resposta a excitação de cada andar.

Figura 8 – Diagrama de Fases da Reação a Shinozuka



Fonte: Desenvolvido pelo Autor Utilizando o Software Octave

As diferentes cores das curvas representam os diferentes andares do prédio, azul para o primeiro andar e alaranjado para o segundo andar, que demonstram como a

amplitude das oscilações variam ao longo do tempo para cada andar e material. O eixo horizontal dos gráficos representa o tempo normalizado, variando de 0 a 1. Isso significa que o início da excitação ocorre em $t = 0$ e o término em $t = 1$. O eixo vertical mostra o deslocamento dos andares do prédio em relação à posição de equilíbrio. A curva resultante mostra como os andares do prédio se movem (oscilam) ao longo do tempo em resposta à excitação. Na figura 8, são mostradas o diagrama de fase de cada reação da viga.

Note que, o diagrama de fases é uma representação gráfica que mostra a relação entre duas variáveis dinâmicas, deslocamento e a velocidade, de um sistema físico ao longo do tempo. Neste caso, ele mostra como os andares de um prédio se comportam em termos de deslocamento e velocidade em resposta à excitação de Shinozuka. O eixo horizontal do diagrama de fases representa o deslocamento do sistema, enquanto o eixo vertical representa a velocidade correspondente. Cada ponto no gráfico representa uma combinação específica de deslocamento e velocidade em um determinado momento. À medida que o sistema oscila, o ponto se move em uma trajetória que reflete a relação entre essas duas variáveis. O comportamento pode ser analisado como quando, as órbitas fechadas: Quando a trajetória forma uma órbita fechada, isso indica que o sistema é periódico e repete seu padrão de movimento. O ponto de equilíbrio: O ponto onde a trajetória se cruza em um único ponto pode representar a posição de equilíbrio do sistema. O comportamento caótico: Se a trajetória parece caótica e não segue um padrão definido, isso pode indicar comportamento complexo e não periódico do sistema.

Observando as trajetórias, é possível notar diferentes comportamentos:

Para o material "Aço", as trajetórias são mais estreitas e próximas de uma linha reta, indicando um comportamento mais regular e periódico.

Para o material "Alumínio", as trajetórias podem ser um pouco mais largas, sugerindo uma oscilação com maior amplitude.

Para o material "Polímero", as trajetórias podem ser mais complexas, mostrando oscilações menos regulares e possivelmente influenciadas por propriedades viscoelásticas.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A simulação computacional desempenha um papel importante na análise de estruturas, permitindo obter insights detalhados e precisos sobre o comportamento dessas estruturas em várias condições. Neste contexto, o estudo concentra-se na análise de vibração de uma viga e de um prédio de 2 andares, utilizando simulações que incorporam variações nos materiais e na excitação, especialmente a excitação de Shinozuka.

No primeiro estudo, as propriedades geométricas da viga são definidas, juntamente com as propriedades dos materiais, incluindo o módulo de elasticidade. As frequências naturais de vibração são calculadas para diferentes modos de vibração e materiais. A excitação de Shinozuka é introduzida como uma força externa modelada por uma média e um desvio padrão, a partir dos quais são geradas várias amostras de força utilizando uma distribuição normal.

No segundo estudo, é desenvolvido uma simulação da vibração de um prédio de 2 andares. As dimensões do prédio são definidas, assim como as propriedades dos materiais. A excitação de Shinozuka é novamente gerada e as frequências naturais de vibração são calculadas para diferentes modos e materiais.

Por fim, o diagrama de fase demonstra que os diferentes materiais resultam em diferentes trajetórias no diagrama de fase, o que reflete comportamentos distintos. Com isso, a análise das trajetórias permite identificar padrões regulares, oscilações com diferentes amplitudes e possíveis comportamentos complexos ou caóticos.

Na engenharia da qualidade, essa abordagem de simulação e análise de vibração é valiosa para entender como diferentes materiais afetam o comportamento das estruturas, identificar pontos críticos que precisam de otimização, prevendo o desempenho das estruturas sob diversas condições. Isso auxilia na tomada de decisões informadas ao projetar estruturas resistentes e eficientes.

5 CONCLUSÃO

A realização destes estudos de análise de vibração através de simulação computacional oferece uma visão aprofundada do comportamento de estruturas sob influência de diferentes materiais e excitações. Através de representações gráficas e diagramas de fase, é possível discernir padrões de comportamento variados e complexos, contribuindo não apenas para a engenharia da qualidade, mas também para a tomada de decisões embasadas no projeto e construção de estruturas resilientes e adaptáveis.

Portanto, é possível afirmar que o objetivo deste trabalho, que é explorar e compreender o comportamento vibracional de estruturas, como vigas e prédios de múltiplos andares utilizando simulação computacional, foi atendido com eficácia.

REFERÊNCIAS

- BANGASH, M.Y.H. Earthquake Resistant Buildings: Dynamic Analyses, Numerical, Computations, Codified Methods, Case Studies and Examples. London, Springer-Verlag, 2011.
- BEARDS, C.F. Structural Vibration: Analysis and Damping. New York, Halsted Press, 1996.

- CHOPRA, A.K. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. 4. ed. One Lake Street, Pearson Education, 2012.
- COSTA, P.O.B. Otimização de Absorvedores Dinâmicos de Vibração Inerter para o Controle de Vibrações de Edifícios Submetidos a Demanda Sísmica. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2023.
- LIN, Y.K., MINAI, R. Lecture Notes in Engineering: Stochastic Approaches in Earthquake Engineering. Springer-Verlag: Heidelberg, 1987.
- MEIROVITCH, L. Elements of Vibration Analysis. 2. ed. Boston, McGraw-Hill, 1986.
- MONTEIRO, L.H.A. Sistemas Dinâmicos. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- OGATA, K. Systems dynamics. 4. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall and Pearson Education, 2004.
- RAO, S.S. Mechanical Vibrations. 5. ed. Laker Street, Pearson Education, 2011. 1105p.
- ROSSATO, L.V. Otimização de Amortecedores de Massa Sintonizados em Estruturas Submetidas a Um Processo Estacionário. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Ministério da Educação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.
- SORIANO, H.L. Introdução a Dinâmica das Estruturas. Rio de Janeiro, Elsevier Editora, 2014.
- SILVA, S.C. Análise de Fadiga em Estruturas Excitadas pela Ação do Vento. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.
- TIMOSHENKO, S.P.; GERE, J.M. Theory of Elastic Stability. 2. ed. McGraw-Hill International Book Company, 1963.

Análise vibracional de mancais em sistemas de rotor: simulação numérica e implicações na manutenção industrial e qualidade

Mayara Cristina Estarque Batista¹; Roberto Outa¹; Sandro da Silva Pinto¹; Fábio Roberto Chavarette²

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

mayara.batista@fatec.sp.gov.br; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
sandro.pinto@fateclins.edu.br; fabio.chavarette@unesp.br

RESUMO. *O objetivo deste trabalho é realizar uma análise detalhada do comportamento vibracional de mancais "bom" e "ruim" em um sistema de rotor, utilizando simulação numérica. Através da modelagem das equações diferenciais que descrevem o deslocamento lateral do eixo, considerando parâmetros como massa, constante de rigidez e coeficiente de amortecimento. A motivação deste trabalho para a manutenção industrial é importante, pois fornece insights sobre o comportamento vibracional de mancais em diferentes estados. Através da análise detalhada, utilizando simulação numérica e modelagem de equações diferenciais, é possível identificar padrões de vibração em mancais "bom" e "ruim", permitindo a detecção precoce de desgaste, falhas iminentes e outras condições adversas. Do ponto de vista da engenharia da qualidade, a capacidade de identificar anomalias precocemente, como desgaste e falhas iminentes, permite compreender as características de funcionamento de um componente, melhorando a capacidade com que a qualidade pode ser estabelecida em operações industriais.*

Palavras-chave: *Vibração; Mancais de Rolamento; Simulação Numérica; Manutenção industrial; Qualidade.*

ABSTRACT. *The objective of this work is to perform a detailed analysis of the vibrational behavior of "good" and "bad" bearings in a rotor system, using numerical simulation. Through the modeling of the differential equations that describe the lateral displacement of the axis, considering parameters such as mass, stiffness constant and damping coefficient. The motivation of this work for industrial maintenance is important as it provides insights into the vibrational behavior of bearings in different states. Through detailed analysis, using numerical simulation and differential equation modeling, it is possible to identify vibration patterns in "good" and "bad" bearings, allowing early detection of wear, impending failures and other adverse conditions. From a quality engineering perspective, the ability to identify anomalies early, such as*

wear and impending failures, allows you to understand the operating characteristics of a component, improving the ability with which quality can be established in industrial operations.

Keywords: *Vibration; Bearing Bearings; Numerical Simulation; Industrial maintenance; Quality.*

1. INTRODUÇÃO

Transformações significativas na economia e sociedade, agravadas pela pandemia de coronavírus, estão tornando o desenvolvimento econômico mais complexo devido aos avanços tecnológicos, incluindo a crescente importância dos robôs em setores como indústria, logística, cuidados de saúde, gestão e educação. Isso é notável, especialmente quando se considera a integração de habilidades humanas e robóticas por meio de interfaces cérebro-máquina e o rápido progresso da inteligência artificial (MAZUR, 2023).

O cenário econômico global está passando por mudanças significativas, indicadas por várias tendências emergentes. A persistente crise econômica e a inadequação das soluções anteriores sinalizam a necessidade de inovações impulsionadas pelo avanço em economias baseadas no conhecimento. Embora tenham surgido novas tecnologias de produção, ainda não foram amplamente adotadas. A modernização técnica busca alcançar um desenvolvimento inovador e vantagens competitivas em um mercado global concorrido. A Indústria 4.0 é considerada a revolução industrial do século XXI, focando em tecnologias avançadas e inovação (POPKOVA et al., 2019).

O diagnóstico de problemas com base em modelos é uma abordagem que tem como objetivo identificar falhas em processos técnicos, como atuadores, componentes e sensores, através da análise de variáveis de entrada e saída. Isso envolve o uso de técnicas de detecção e isolamento de falhas, que incluem observadores de saída, equações de paridade e estimativa de parâmetros. Esses métodos geram resíduos ao comparar as medições reais com as previsões dos modelos matemáticos. Os Métodos orientados por dados são comumente utilizados para diagnosticar falhas, sendo os métodos baseados em observadores particularmente eficazes na detecção de problemas em sensores e processos. Geralmente, a detecção de falhas é apoiada por critérios simples de limite ou testes de hipóteses. O isolamento de falhas costuma ser realizado através de técnicas de classificação (PUIG e SIMANI, 2021).

Este trabalho tem como objetivo analisar de forma detalhada o comportamento vibracional de mancais em dois estados distintos, "bom" e "ruim", dentro de um sistema de rotor. A relevância deste estudo reside na sua aplicabilidade à manutenção industrial, pois oferece insights valiosos sobre os padrões vibracionais associados a diferentes estados dos mancais. Através dessa análise minuciosa, torna-se possível identificar

padrões de vibração distintos entre os estados "bom" e "ruim", permitindo uma detecção precoce de desgastes, falhas iminentes e outras condições adversas. Sob a perspectiva da engenharia de qualidade, essa capacidade de identificar anomalias em estágios iniciais contribui para uma melhor compreensão do funcionamento dos componentes, aprimorando a garantia da qualidade nas operações industriais.

Diversos estudos têm explorado maneiras de identificar falhas em sistemas dinâmicos, especificamente em rotores. Um pesquisador destacou o uso de sistemas imunológicos artificiais (AISs) como uma abordagem eficaz para a detecção de falhas em rotores dinâmicos. Os resultados sugerem que essa aplicação é robusta e pode ser útil na manutenção industrial (OUTA et al., 2020)

Um segundo pesquisador está utilizando o método de otimização Nelder-Mead com base na dinâmica dos fluidos computacional (CFD) para analisar como a otimização da geometria do rotor afeta o desempenho da turbina ORC em diversas condições de operação. Os resultados indicam parâmetros que podem ser usados para aprimorar o projeto (WITANOWSKI et al., 2023).

2. ROTORES DINAMICOS

O rotor de Jeffcott, cujas origens remontam a 1895, desempenhou um papel fundamental na evolução dos estudos relacionados à velocidade crítica e à capacidade de autorrecuperação. Esse rotor permitiu a compreensão do deslocamento lateral e do efeito giroscópio associados a ele (KRAMER, 1993).

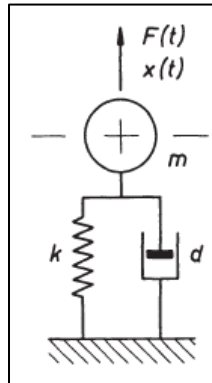
A investigação desses fenômenos, em sua maioria, foi motivada pela necessidade de abordar questões ou problemas que ocorreram em máquinas, onde o conjunto do rotor deveria operar de forma estável e suave em rolamentos (VANCE et al., 2010). O desbalanceamento ocorre quando a massa de um rotor não está uniformemente distribuída em torno de seu eixo de rotação, resultando na transmissão de forças e vibrações aos rolamentos devido à força centrífuga. As vibrações são geralmente causadas pelo desbalanceamento inevitável nas massas dos rotores, o qual pode surgir devido a erros de fabricação, deformação térmica, variações no material, desgaste, corrosão e tolerâncias acumuladas durante a montagem. Mesmo quando um rotor é bem balanceado inicialmente, o desbalanceamento pode ocorrer devido a tolerâncias na montagem (ISHIDA e YAMAMOTO, 2012).

A vibração de um rotor é influenciada pela sua geometria, suportes e forças de excitação. Um rotor vibrando afeta sua base e o conjunto rotor. O comportamento de um rotor de Jeffcott de um grau de liberdade é descrito pela equação

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t) \quad (1)$$

ao qual "m" é a massa, "c" é o amortecimento, "k" é a constante elástica, "x" é o deslocamento, $\ddot{x} = \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$ é a aceleração no tempo, $\dot{x} = \frac{\partial x}{\partial t}$ é a velocidade no tempo e "F(t)" é a força aplicada no sistema no domínio do tempo (KRAMER, 1993).

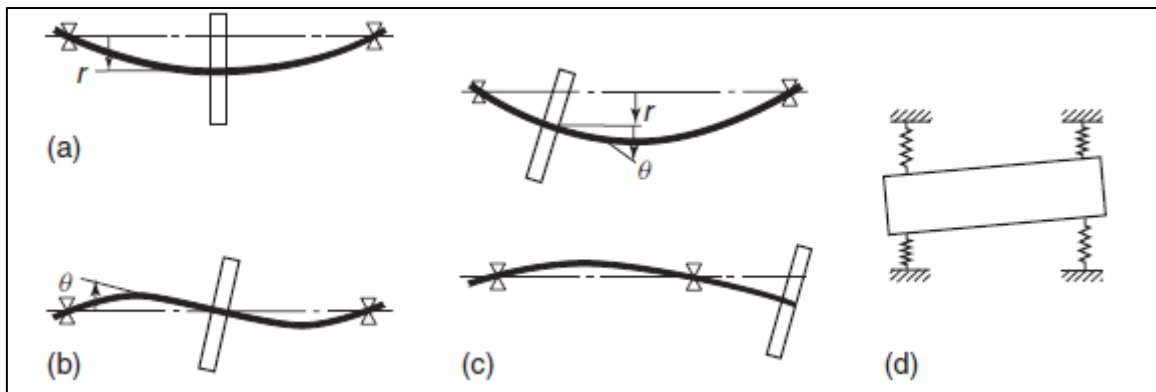
Figura 1 – Desenho Esquemático do Sistema com um Grau de Liberdade



Fonte: Kramer (1993), p.7.

A figura 2 mostra diversos fenômenos de problemas em rotores apoiados em dois eixos, dos quais frequentemente modelos matemáticos são adotados na análise de vibrações de rotores.

Figura 2 – Modelos de Fenômenos em Rotores Dinamicos



Fonte: ISHIDA e YAMAMOTO (2012).

O disco é instalado em um eixo que permite variações em sua posição ao longo do comprimento. Um modelo de 2 graus de liberdade (representado na Figura 2a) é amplamente empregado na análise teórica de rotores e é conhecido como rotor Jeffcott. O modelo de 2 graus de liberdade (Figura 2b) realiza um movimento de inclinação, e à medida que a velocidade de rotação varia, o efeito do momento giroscópico afeta as frequências naturais. Esse modelo, por sua simplicidade, apresenta propriedades únicas

em sistemas de rotores e é mais apropriado para resolver certos problemas de vibração em comparação com o rotor Jeffcott. Por outro lado, modelos com 4 graus de liberdade (Figura 2c) incorporam movimentos de deflexão e inclinação, enquanto a Figura 2d representa um rotor rígido com suporte elástico, regido por equações semelhantes às do modelo com 4 graus de liberdade. A sigla DOF representa "degree of freedom" (ISHIDA e YAMAMOTO, 2012).

A equação geral que descreve o deslocamento lateral pode ser expressa da seguinte forma:

Equação para o eixo x:

$$m\ddot{x}_{xG} + C_{eixo}\dot{x}_{xC} + K_{eixo}x_{xC} = 0 \quad (2)$$

Equação para o eixo y:

$$m\ddot{x}_{yG} + C_{eixo}\dot{x}_{yC} + K_{eixo}x_{yC} = 0 \quad (3)$$

Essas equações foram separadas para descrever dois planos em um sistema cartesiano. Nesse contexto, o eixo x se refere à vertical, o eixo y à horizontal e o eixo z à profundidade, conforme mencionado por YOON et al., 2013.

3. ESTATISTICA APLICADA A ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DE SINAIS

A distribuição normal é uma das distribuições mais essenciais em estatística e probabilidade, devido à sua ampla ocorrência em diversos fenômenos naturais e processos resultantes da atividade humana. O teorema do limite central estipula que, ao somarmos múltiplas variáveis independentes e aleatórias, independentemente de sua distribuição original, a distribuição das somas tende a se assemelhar a uma distribuição normal. Matematicamente, isso é expresso como $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$, em que x representa a variável de interesse, μ é a média da distribuição, σ é o desvio padrão da distribuição, e e é a base do logaritmo natural (aproximadamente 2.71828) (ROE, 2001).

A distribuição exponencial é um modelo estatístico que descreve a probabilidade do tempo necessário para que um evento ocorra em um processo aleatório. Geralmente, ela é aplicada para representar o tempo entre a ocorrência de eventos, como o intervalo entre falhas de um componente ou o tempo entre a chegada de clientes a um sistema de atendimento. Um atributo fundamental da distribuição exponencial é a sua propriedade de "falta de memória", o que implica que a probabilidade de um evento acontecer em um período futuro não é afetada pelo tempo passado. Isso torna essa distribuição apropriada para modelar processos nos quais eventos independentes e aleatórios ocorrem. A função de densidade de probabilidade da distribuição exponencial pode ser expressa matematicamente como, $f\left(\frac{x}{\lambda}\right) =$

$\lambda e^{-\lambda x}$ na qual x representa o tempo decorrido, λ é o parâmetro de taxa que controla a taxa média de ocorrência de eventos, e e é a base do logaritmo natural (WALPOLE et al., 2012).

A distribuição Weibull é uma ferramenta amplamente utilizada na análise de confiabilidade, sendo aplicada para modelar a vida útil de componentes e sistemas. Ela é especialmente útil quando a taxa de falha não se mantém constante ao longo do tempo. Sua versatilidade permite adaptar-se a diferentes padrões de falha, abrangendo desde componentes que tendem a falhar prematuramente, com uma alta taxa inicial de falha, até componentes que falham mais tarde, com uma taxa de falha que aumenta gradualmente ao longo do tempo. A equação que descreve a função de Weibull pode ser matematicamente expressa como $f(x, \lambda, k) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}$, onde " x " representa a variável aleatória (geralmente a vida útil de um componente), " λ " é o parâmetro de escala, determinando o ponto de partida da curva de distribuição, e " k " é o parâmetro de forma, influenciando a inclinação da curva e, consequentemente, a taxa de decaimento da probabilidade à medida que " x " aumenta (WALPOLE et al., 2012).

4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste trabalho foi desenvolvido o conceito da simulação por métodos numéricos, que é um processo computacional que utiliza técnicas matemáticas para aproximar soluções de problemas complexos que não podem ser resolvidos de maneira analítica. Esses métodos são particularmente úteis quando as soluções exatas não podem ser obtidas devido à natureza das equações ou à complexidade dos sistemas envolvidos. Assim, envolve a discretização do problema contínuo em um conjunto de valores discretos ao longo do tempo ou espaço. Isso permite que equações diferenciais, integrais ou outras equações matemáticas sejam aproximadas por meio de cálculos iterativos.

O código desenvolvido realiza a simulação de um sistema mecânico de vibração com um rotor apoiado por dois mancais concêntricos. Ele explora o movimento do rotor ao longo do tempo e compara as respostas vibratórias para mancais com diferentes coeficientes de amortecimento. Estrutura geral do código:

- Parâmetros do Sistema: Define os parâmetros do sistema: a massa do rotor (m), a constante de rigidez (k), e o coeficiente de amortecimento (c).
- Condições Iniciais: Define as condições iniciais do sistema: deslocamento inicial (x_0) e velocidade inicial.
- Tempo de Simulação: Define o intervalo de tempo de simulação.
- Simulação do Deslocamento Lateral do Eixo: Define a equação diferencial do movimento lateral do rotor com amortecimento, considerando os mancais concêntricos. Utiliza um método de solução numérica para resolver a

equação diferencial ao longo do intervalo de tempo especificado. Armazena os resultados de tempo e deslocamento com amortecimento.

- Simulação do Sinal de Vibração dos Mancais: Define coeficientes de amortecimento para mancais "bom" e "ruim". Resolve a equação diferencial do movimento lateral do rotor com os coeficientes de amortecimento correspondentes para os dois tipos de mancais. Armazena os resultados de tempo e deslocamento para ambos os tipos de mancais.
- Plot dos Resultados: Gera um gráfico com três subplots para visualização. Subplot1: Compara o deslocamento do rotor com e sem amortecimento ao longo do tempo. Subplot2: Exibe os sinais de deslocamento para mancais "bom" e "ruim" ao longo do tempo. Subplot3: Mostra a diferença de deslocamento entre os mancais "bom" e "ruim" ao longo do tempo.

Na figura 3 pode ser mostrada o comportamento do sinal de vibração em relação aos mancais e o efeito de deslocamento do eixo.

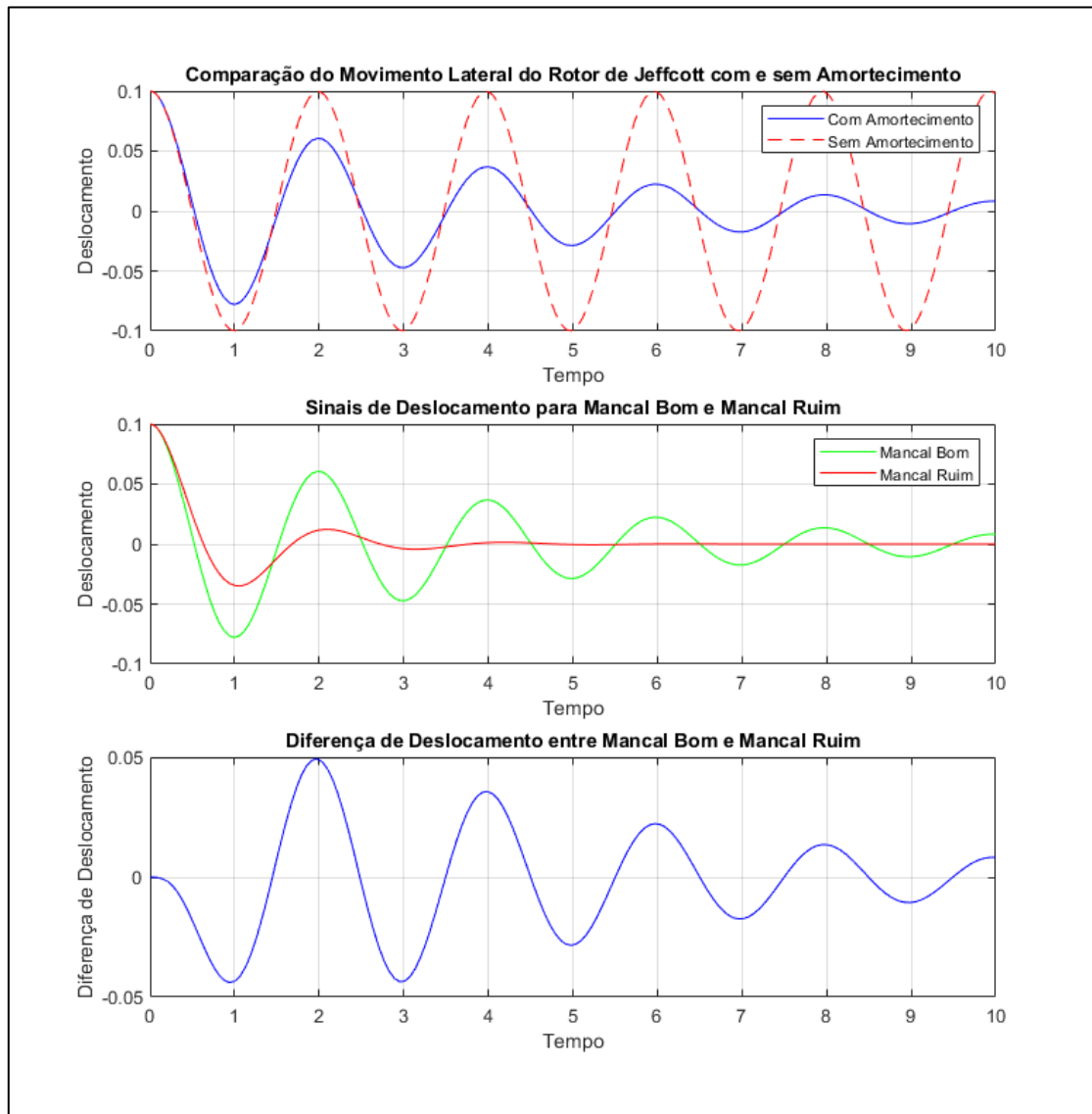
Note que, no subplot 1: Comparação do Movimento Lateral do Rotor com e sem Amortecimento, ocorre a comparação do deslocamento do rotor ao longo do tempo para duas situações: com amortecimento e sem amortecimento. No eixo x, é representado o tempo e, no eixo y, o deslocamento do rotor. A linha azul representa o deslocamento com amortecimento, enquanto, a linha vermelha tracejada representa o deslocamento sem amortecimento. Isso ajuda a observar como o amortecimento afeta o movimento do rotor ao longo do tempo.

No subplot 2: Sinais de Deslocamento para Mancal Bom e Mancal Ruim, é mostrado os sinais de deslocamento do rotor para os dois tipos de mancais: "bom" e "ruim". Sendo que no eixo x, o tempo é representado, e no eixo y, o deslocamento do rotor. A linha verde representa o deslocamento para o mancal "bom", enquanto a linha vermelha representa o deslocamento para o mancal "ruim". Esse gráfico permite comparar diretamente as vibrações do rotor entre os dois tipos de mancais.

No subplot 3: Diferença de Deslocamento entre Mancal Bom e Mancal Ruim, é mostrado a diferença de deslocamento entre o mancal "bom" e o mancal "ruim" ao longo do tempo. No eixo x, é representado o tempo, e no eixo y, a diferença de deslocamento entre os dois mancais. A linha azul representa a diferença de deslocamento. Esse gráfico destaca como a escolha do tipo de mancal afeta a vibração e a resposta do sistema.

Através de um aspecto resumido, os gráficos permitem visualizar e comparar diferentes aspectos do comportamento vibratório do sistema mecânico simulado. Eles permitem uma compreensão mais clara de como as variáveis do sistema, como amortecimento e tipo de mancal, influenciam a resposta ao longo do tempo. Isso é especialmente útil para analisar e tomar decisões informadas sobre o projeto e o desempenho de sistemas mecânicos sujeitos a vibrações.

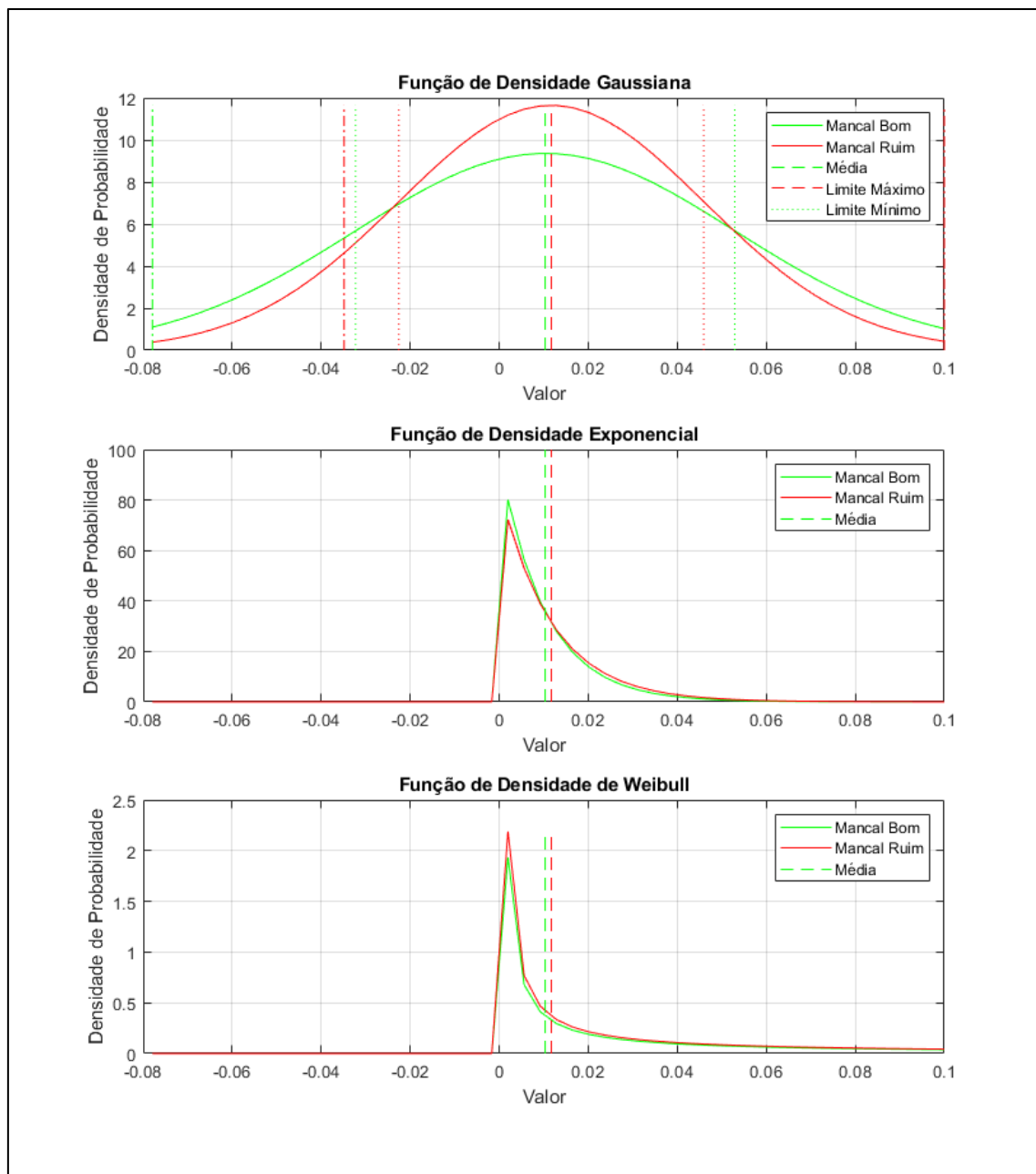
• **Figura 3 – Análise de Comportamento do Eixo e Mancais**



• **Fonte: Desenvolvimento Próprio**

A figura 4 mostra os métodos estatísticos aplicados na análise do sinal, considerando a função de densidade Gaussiana, Exponencial e de Weibull. Note que, o primeiro gráfico (subplot superior) representa a função de densidade gaussiana, também conhecida como distribuição normal, é amplamente utilizada em estatísticas e probabilidade para modelar dados que são simetricamente distribuídos ao redor de uma média.

Figura 4 – Análise do Sinal por Métodos Estatísticos.



Fonte: Desenvolvimento Próprio

No contexto da simulação de vibrações de mancais, a função de densidade gaussiana pode ser aplicada para analisar a distribuição dos deslocamentos vibracionais dos mancais "bom" e "ruim". A linha verde representa a densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "bom". A linha vermelha representa a

densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "ruim". A área sob a curva em um intervalo representa a probabilidade de um deslocamento cair dentro desse intervalo. Esse gráfico permite comparar a distribuição dos deslocamentos vibracionais entre os mancais "bom" e "ruim" e identificar diferenças na forma da distribuição e na variabilidade.

O segundo gráfico (subplot do meio) representa a função de densidade exponencial é frequentemente usada para modelar o tempo entre eventos em processos de decaimento exponencial. No contexto da simulação, essa distribuição pode ser usada para analisar a taxa de ocorrência de eventos. A linha verde representa a densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "bom". A linha vermelha representa a densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "ruim". A área sob a curva em um intervalo representa a probabilidade de um deslocamento estar dentro desse intervalo. Esse gráfico permite comparar a distribuição dos deslocamentos e entender a frequência de diferentes níveis de deslocamentos entre os mancais "bom" e "ruim".

O terceiro gráfico (subplot inferior) representa a função de densidade de Weibull que é comumente usada para modelar a distribuição de tempos de vida de sistemas sujeitos a falhas, degradação ou envelhecimento. Pode ser aplicada para entender a taxa de falha de componentes. A linha verde representa a densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "bom". A linha vermelha representa a densidade de probabilidade estimada para os deslocamentos do mancal "ruim". A área sob a curva em um intervalo representa a probabilidade de um deslocamento estar dentro desse intervalo. Esse gráfico permite comparar a distribuição dos deslocamentos e compreender a taxa de falha relativa entre os mancais "bom" e "ruim".

De uma certa forma os gráficos das funções de densidade proporcionam insights sobre a distribuição, frequência e comportamento dos deslocamentos vibracionais nos mancais "bom" e "ruim". Na ótica da manutenção industrial, os resultados da distribuição gaussiana podem ajudar a identificar padrões de desgaste ou falhas prematuras, possibilitando intervenções de manutenção preditiva. A distribuição exponencial auxilia a estimar a taxa de falha e a planejar ações de manutenção corretiva ou preventiva. A distribuição de Weibull fornecem informações cruciais para estabelecer estratégias de manutenção preventiva, otimizando a disponibilidade e o desempenho de sistemas. Basicamente, estas funções na manutenção industrial demonstram a capacidade de analisar, modelar e prever o comportamento de componentes e peças ao longo do tempo. Essas distribuições permitem uma abordagem mais fundamentada na tomada de decisões relacionadas à manutenção, desde o monitoramento das condições até a implementação de ações para garantir a confiabilidade e eficiência dos equipamentos industriais.

5. DISCUSSÃO GERAL

A simulação numérica de um sistema de rotor, conhecido como "Jeffcott rotor", foi utilizada para conduzir um estudo que analisou o comportamento vibratório de mancais em condições "ideais" e "deterioradas". Neste estudo, o sistema foi modelado por meio de equações diferenciais que descrevem o deslocamento lateral do eixo. Foram considerados parâmetros como massa, constante de rigidez, coeficiente de amortecimento, deslocamento inicial e velocidade inicial.

A simulação foi dividida em duas partes principais. Na primeira parte, o deslocamento lateral do eixo foi simulado tanto com amortecimento quanto sem amortecimento, permitindo uma comparação do comportamento vibratório em ambas as condições. Na segunda parte, a simulação envolveu a vibração dos mancais em condições "ideais" e "deterioradas", com coeficientes de amortecimento diferentes definidos para cada cenário. A simulação resultou em deslocamentos ao longo do tempo para ambos os tipos de mancais, possibilitando a comparação das diferenças vibracionais entre eles.

Adicionalmente, foram calculadas e plotadas funções de densidade para analisar os dados dos deslocamentos. Foram utilizadas funções de densidade gaussiana, exponencial e de Weibull para modelar a distribuição das vibrações dos mancais. Os gráficos gerados permitiram a observação das características das distribuições, incluindo média, desvio padrão, valor máximo e valor mínimo, para ambos os tipos de mancais.

Na perspectiva da manutenção industrial, a simulação numérica de um sistema de rotor desempenha um papel crucial na análise e prevenção de problemas em componentes mecânicos, como os mancais. Esta análise fornece uma visão detalhada do comportamento vibratório dos mancais, que são componentes essenciais para o funcionamento adequado de máquinas e equipamentos industriais.

Os gráficos contendo informações estatísticas, como média, desvio padrão, valor máximo e valor mínimo, para ambos os tipos de mancais, são ferramentas valiosas para a manutenção industrial. Eles permitem a identificação de padrões anormais de vibração nos mancais, indicando desgaste, falhas iminentes ou outras condições adversas. Essa análise fornece às equipes de manutenção industrial uma poderosa ferramenta para monitorar, prever e resolver problemas nos mancais e em outros componentes mecânicos. Ao compreender a dinâmica das vibrações e a distribuição dos deslocamentos, as equipes podem tomar decisões informadas para otimizar a manutenção, prolongar a vida útil dos equipamentos e garantir a operação segura e eficiente das instalações industriais.

6. CONCLUSÃO

Em conclusão, este trabalho de pesquisa proporcionou uma análise valiosa que contribui significativamente para a confiabilidade das operações industriais. Com a capacidade de informar decisões embasadas em dados sólidos, é evidente que este estudo atingiu com sucesso seu objetivo de investigar o comportamento de um eixo apoiado por dois mancais de rolamento por meio de simulação computacional. Essa abordagem oferece uma ferramenta poderosa para a manutenção industrial, permitindo a identificação de padrões de vibração anormais e auxiliando na otimização da confiabilidade e eficiência de equipamentos industriais.

REFERÊNCIA

- ISHIDA, Y., YAMAMOTO, T., Linear and Nonlinear Rotordynamics: A Modern Treatment with Applications, Wiley-VCH: Weinheim, 2012. 454p.
- KRAMER, E., Dynamics of Rotors and Foundations, Springer-Verlag: Berlin, 1993. 377p.
- MAZUR, S., Industrial Revolution 4.0: Economic Foundations and Practical Implications, Routledge: Abingdon, 2023. 261p.
- OUTA, R., CHAVARETTE, F.R., MISHRA, V.N., GONÇALVES, A.C., ROEFERO, L.G.P., MORO, T.C., Prognosis and fail detection in a dynamic rotor using artificial immunological system, Engineering Computations, v.39, n.9, 3127-3145p., 2020. DOI:<https://doi.org/10.1108/EC-08-2019-0351>.
- POPKOVA, E.G., RAGULINA, Y.V., BOGOVIZ, A.V., Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century, Springer International: Switzerland, 2019. 249p.
- PUIG, V., SIMANI, S., Diagnosis and Fault-tolerant Control 1: Data-driven and Model-based Fault Diagnosis Techniques, ISTE: Great Britain, 2021. 269p.
- ROE, B.P., Probability and Statistics In Experimental Physics, Springer-Verlag New York, 2001. 262p.
- VANCE, J., ZEIDAN, F., MURPHY, B., Machinery Vibration And Rotordynamics, John Wiley: Hoboken, 2010. 419p.
- WALPOLE, R.E., MYERS, R.H., MYERS, S.L., Probability & Statistics for Engineers & Scientists, 9 ed., Pearson Education: Boston, 2012. 812p.
- WITANOWSKI, L., KLONOWICZ, P., LAMPART, P., KLIMASZEWSKI, P., SUCHOCKI, T., JĘDRZEJEWSKI, L., ZANIEWSKI, D., ZIÓŁKOWSKI, P., Impact of rotor geometry optimization on the off-design ORC turbine performance, Energy, 2023. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126312>.

YOON, S.Y., LIN, Z., ALLAIRE, P.E., Control Of Surge In Centrifugal Compressors By Active Magnetic Bearings, Theory and Implementation, Springer London Heidelberg New York Dordrecht, Springer-Verlag London 2013. 292. p.

Método qualitativo de imagens de frutas e carne bovina utilizando visão computacional

Luiza Gabrielli da Monção Silva¹; Roberto Outa¹; Sandro da Silva Pinto¹; Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Fábio Roberto Chavarette²

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

luiza.silva15@fatec.sp.gov.br;; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
sandro.pinto@fateclins.edu.br; fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br;
fabio.chavarette@unesp.br

RESUMO: *O objetivo deste trabalho demonstra as etapas de pré-processamento de imagens usando técnicas comuns de processamento de imagens para uma análise qualitativa. A motivação deste trabalho advém da interação em que as inspeções de qualidade industrial podem aplicar métodos da visão computacional para se adequarem ao rastreamento de produtos não conformes, ao qual, melhora-se a condição de padrões industriais. O resultado deste trabalho atende as expectativas iniciais de processamento de imagem abordando as rotinas de redimensionamento de imagens; normalização de imagens; conversão para tons de cinza; suavização com filtro de média.*

Palavras-chave: *Processamento de Imagens; Pré-processamento; Técnicas de Processamento; Visão Computacional; Análise de Imagens*

ABSTRACT: *This paper demonstrates the steps of image pre-processing using common image processing techniques for a qualitative analysis. The motivation of this work comes from the interaction in which industrial quality inspections can apply computer vision methods to adapt to the tracking of non-conforming products, which improves the condition of industrial standards. The result of this work meets the initial expectations of image processing addressing the routines of image resizing; image normalization; conversion to grayscale; Anti-aliasing with averaging filter.*

Keywords: *Image Processing; Preprocessing; Processing Techniques; Computer Vision; Image Analysis*

1 INTRODUÇÃO

A visão computacional (VC) teve início em meados de 1970. “Na época acreditava-se que em pouco tempo seria possível representar o sentido da visão de forma completa em uma máquina” (MILANO; HONORATO, 2010, p.1). Consoante à Milano e Honorato (2010) a visão computacional possibilita que o aparelho enxergue o

mundo e suas características ao extrair informações a partir de imagens e vídeos obtidos de câmeras, scanners e outros meios. Um dos assuntos sobre a visão computacional é demonstrar a capacidade visual semelhante a do ser humano, provando que os computadores através de dados podem ter um olhar como o dos humanos, fornecendo a eles uma base de dados que os permitem analisar, interpretar e compreender imagens (FILHO, 1986).

A tecnologia avançou nos últimos anos, com isso as empresas estão em busca de inovação no mercado de trabalho, se adequando a novos métodos e soluções que permitem a aprendizagem nas organizações (PEREIRA, 2021). E a inteligência artificial passou a ser uma saída vantajosa através da análise de imagens, isso porque, o reconhecimento dos objetos é uma das funções da visão computacional que está diretamente ligado com o reconhecimento de padrões. Dessa forma, sendo um dos métodos para otimização de processos, pois a visão computacional gera análises e interpretações que são extraídas das imagens facilitando a identificação de defeitos e desvios dos padrões, facilitando na tomada de decisões e contribuindo diretamente com a qualidade, já que pode ser utilizada como um método qualitativo dos processos (MARENGONI e STRINGHINI, 2009).

É imprescindível que alguns passos sejam tomados para que a análise da imagem, mediante a visão computacional, seja eficiente. Tendo em vista que, “os processos de visão computacional, muitas vezes, necessitam de uma etapa de pré-processamento envolvendo o processamento de imagens” (MARENGONI E STRINGHINI 2009). Por isso, as fotos ou vídeos devem passar por operações que irão prepará-los para a aplicação de algoritmos de visão computacional, resultando na qualidade da imagem e eficácia nas análises subsequentes. Destarte, este trabalho possui como objetivo compreender a visão computacional e como ela se aplica, visando classificar a qualidade da carne bovina e frutas, utilizando o pré-processamento de imagens. E a motivação do trabalho advém da análise de imagem como ferramenta para otimização de processos, fornecendo uma classificação rápida e objetiva a fim de resultados mais assertivo.

No contexto da visão computacional, as empresas que usam a inteligência artificial, buscam aprofundamento para inspeções de qualidade, visando constatação de falhas. Um outro pesquisador, demonstra em seu trabalho a classificação de imagens termográficas a fim de realizar inspeções em equipamentos elétricos para auxiliar a manutenção de maneira ágil e precisa, de forma que os resultados apontam que os ajustes devem estar alinhados ao banco de dados para que a análise seja precisa. Outro pesquisador estuda a identificação de defeitos em pavimentos através de um software que utiliza imagens e vídeos, onde seus resultados apontam que existe agilidade na resposta da identificação das condições do pavimento, obtendo uma boa performance nos resultados ao encontrar buracos e remendos.

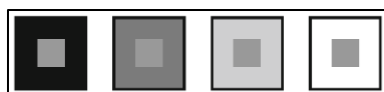
2. VISÃO HUMANA E VISÃO COMPUTACIONAL

O processo de visão humana, utilizado como conceito na visão computacional, é um processo que se inicia da sensação até a percepção, basicamente é a obtenção da imagem pela projeção 2D do mundo 3D até a obtenção do conteúdo e significado do mundo 3D a partir da imagem selecionada em 2D. Através deste conceito a informação adquirida fornece uma explicação e descrição significativa do cenário para o observador, criando um plano de ação da imagem percebida. Este conceito é chamado de visão computacional ou visão artificial utilizada nos computadores (ZHANG, 2023).

A visão computacional tem como objetivo fornecer aos computadores capacidades similares aos dos humanos, baseados na sensação do ambiente, cujos dados permitam a tomada de decisão. O método da visão computacional, utilizam-se métodos de reconhecimento de padrões, processamento de imagens com visão baseada em modelo e conhecimento, métodos de aprendizado de máquina, conhecido como machine learning, das quais são propostas de métodos de otimização robustos. Podemos citar as redes neurais artificiais; algoritmos genéticos, entre outros (SEBE et al., 2005).

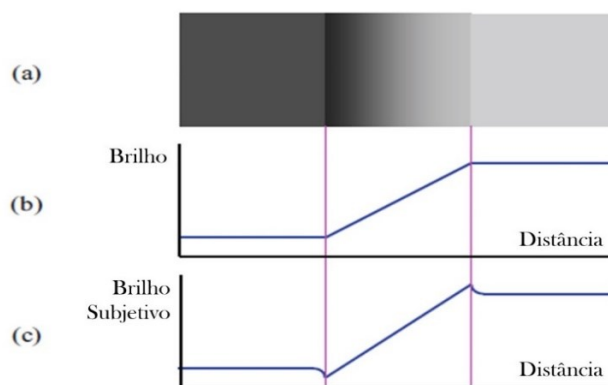
Os seres humanos possuem cinco sentidos: visão, audição, olfato, paladar e tato, sendo que, a visão fornece a maior quantidade de informações na familiarização com o mundo atual, se relacionado a ciência da computação, a visão alcança vários milhões de bits por segundo. Já o cérebro humano possui mais de 10^{10} células por neurônio e mais de 10.000 conexões ou sinapses com outros neurônios. Com isso, estima-se que a informação visual que o cérebro recebe dos olhos equivale a duas ordens de magnitude maior do que todas as informações obtidas de outros órgãos sensoriais (ZHANG, 2023).

A visão computacional envolve a conversão fotoelétrica para a aquisição de imagens e utiliza funções de processamento e análise de sinal para obter dados objetivos, com isso, pode processar o julgamento a ser realizado. O processo da geração da imagem é completamente determinístico e previsível e, se combinado ao processo visual humana, resulta em uma explosão combinatória. Considerando as aplicações sobre o contraste, a visão humana estima o valor do brilho em relação a sua diferença de intensidade, tratado como brilho subjetivo, basicamente o brilho subjetivo trata do brilho observado sob a ótica da retina, conhecido como banda de Mach (ZHANG, 2023). A figura 1 mostra o efeito de banda de Mach.

Figura 1 – Efeito de Banda de Mach

Fonte: ZHANG, 2023. p.4

A figura 1a., primeira figura lado esquerdo, corresponde a uma área uniforme de baixo brilho; a figura 1b., segunda figura subsequente a primeira, corresponde a uma área uniforme de alto brilho; a figura 1c., terceira figura subsequente a primeira, corresponde a transição gradual de baixo brilho para alto brilho; a figura 1d., quarta figura subsequente a primeira, corresponde ao fim da transição gradual (ZHANG, 2023). Utilizando o método gráfico é possível identificar os itens 'a', 'b' e 'c' comentados da figura 1, na figura 2.

Figura 2 – Diagrama de Efeito de Banda Mach

Fonte: ZHANG, 2023. p.5

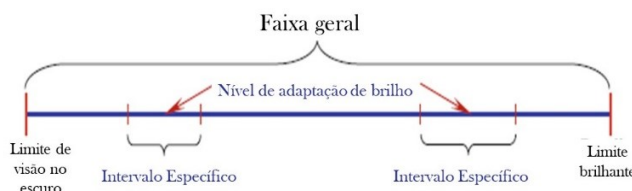
A equação que representa a sensibilidade do contraste pode ser escrita como,

$$M = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{av}} \quad (1)$$

note que, M é o fator de modulação; L_{max} é o brilho máximo; L_{min} é o brilho mínimo; e L_{av} é a média dos valores dos brilhos. A visão humana tem um efeito cumulativo no espaço, que utiliza o estímulo da experiência da intensidade luminosa, representada pela equação $E_c = kAL$; o qual E_c é o limiar absoluto da visão; k é uma constante relacionada a E_cAL ; A é uma área acumulada; L é o brilho. Este efeito cumulativo também utiliza o conceito de frequência espacial que é a velocidade da imagem visual no espaço, por fim, a acuidade visual que é definida como a reciprocidade do valor do ângulo de visualização correspondente ao menor detalhes, distinguível sob certas

condições. A visão humana, quando tratada na linha temporal, pode ser vista com a seguinte consideração, mostrada na figura 3 (ZHANG, 2023).

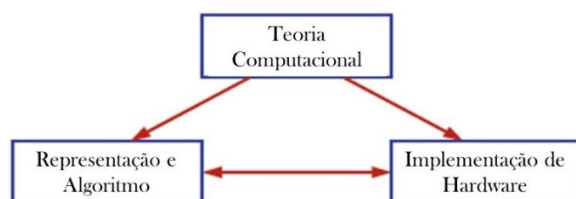
Figura 3 – Sensibilidade a luz dos olhos humanos.



Fonte: Zhang, 2023. p.9

A visão computacional tende a reproduzir a percepção, reconhecimento e compreensão de cenas 3D do mundo real, utilizando computadores. Desta forma, em uma cena é necessário extrair diferentes conteúdos como, identificar, descrever e explicar as propriedades objetivas, o qual, possam ser julgados significativamente com base em cenas reais em imagens percebidas. Assim, é necessário construir a relação de três fatores para gerar o processamento. A figura 4 mostra a relação,

Figura 4 – Relação de Fatores para a Construção da Visão Computacional



Fonte: ZHANG, 2023. p.17

note que a relação do tripé é teoria computacional, um algoritmo que produza a representação das cenas e hardwares, geralmente câmeras e sensores que captem as informações das diferentes cenas em estudo. O processamento de imagem, a análise da imagem e o entendimento da imagem podem ser categorizados conforme a tabela 1 (ZHANG, 2023).

A aprendizagem de máquina ou machine learning é uma das ferramentas que a visão computacional tem utilizado para o desenvolvimento de algoritmos flexíveis e robustos que auxiliam no desempenho de capacidades e generalizações, resultando em um melhor tempo de processamento e desempenho. Resultados da aplicação do aprendizado de máquina podem automatizar a aquisição de modelos visuais, adaptar parâmetros e representações de tarefas, focar a atenção em objetos-alvo e aprender quando aplicar qual algoritmo em um sistema de visão. Uma possível solução para as aplicações de visão computacional está ligada aos classificadores probabilísticos ou métodos probabilísticos, das quais as suposições probabilísticas entre conjunto de dados marginais do classificador aprendido com o conjunto marginal equivalente,

contém distâncias, e essas podem ser resolvidas utilizando o teorema de Navie Bayes para os atributos originais, ou redes Bayesianas para espaços mais complexos (SEBE et al., 2005).

Tabela 1 – Categorização da tecnologia de tratamento de imagem

Três Camadas	Categorias e Nomes de Tecnologia de Imagem
Processamento de Imagem	Aquisição de imagem (incluindo vários métodos de imagem, captura de imagem, representação e armazenamento, calibração da câmera, etc.)
	Reconstrução de imagem (incluindo reconstrução de imagem de projeção, imagem indireta, etc.)
	Aprimoramento/restauração de imagem (incluindo transformação, filtragem, restauração, reparo, substituição, correção, avaliação da qualidade visual, etc.)
	Codificação e compressão de imagem/vídeo (incluindo pesquisa de algoritmos, implementação e melhoria de padrões internacionais relacionados, etc.)
	Segurança de informações de imagem (incluindo marca d'água digital, ocultação de informações, autenticação de imagem e análise forense, etc.)
	Processamento de imagem multi-resolução (incluindo reconstrução de super-resolução, decomposição e interpolação de imagem, conversão de resolução, etc.)
Análise de Imagem	Segmentação de imagem e detecção primitiva (incluindo bordas, cantos, pontos de controle, pontos de interesse, etc.)
	Representação de objeto, descrição de objeto, medição de recursos (incluindo análise de morfologia de imagem binária, etc.)
	Extração e análise de características do objeto (incluindo cor, textura, forma, espaço, estrutura, movimento, saliência, atributos, etc.)
	Detecção e reconhecimento de objetos (incluindo posicionamento 2-D de objetos, rastreamento, extração, identificação e classificação, etc.)
	Extração e verificação de características biológicas do corpo humano (incluindo detecção, posicionamento e reconhecimento do corpo humano, face e órgãos, etc.)
Compreensão de Imagem	Combinação e fusão de imagens (incluindo registro de sequência e imagem estereo, mosaico, etc.)
	Recuperação de cena (incluindo representação de cena 3-D, modelagem, reconstrução, etc.)
	Percepção e interpretação de imagens (incluindo descrição semântica, modelo de cena, aprendizado de máquina, raciocínio cognitivo, etc.)
	Recuperação de imagem/vídeo baseada em conteúdo (incluindo rotulagem correspondente, classificação, etc.)
	Técnicas espaço-temporais (incluindo análise de movimento de alta dimensão, detecção de postura de objeto 3-D, rastreamento espaço-temporal, julgamento de comportamento e compreensão de comportamento, etc.)

Fonte: ZHANG, 2023. p.26

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Este trabalho teve como objetivo desenvolver a aplicação da teoria envolvendo o pré-processamento de imagem, cujo objetivo é preparar as imagens brutas, adquiridas de câmeras, scanners ou outras fontes, para análises posteriores ou para melhorar a qualidade das imagens antes de aplicar algoritmos de visão computacional. É uma etapa

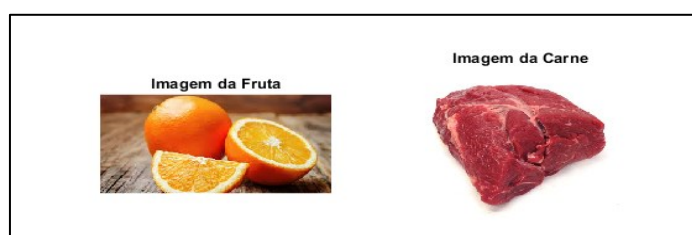
preliminar essencial que visa melhorar a eficácia e a confiabilidade de qualquer processamento ou análise subsequente. O pré-processamento de imagens envolve uma série de operações que podem incluir a,

- **Remoção de Ruído:** Ruídos, como variações aleatórias nos valores dos pixels, podem prejudicar a qualidade da imagem e afetar a precisão de análises subsequentes. Técnicas de filtragem, como filtragem de média, mediana ou filtragem Gaussiana, podem ser aplicadas para suavizar a imagem e reduzir o ruído.
- **Realce de Contraste:** Melhorar o contraste entre as áreas escuras e claras da imagem é essencial para destacar características importantes. Isso pode ser feito ajustando a escala de cinza, aplicando transformações de histograma ou técnicas de realce específicas.
- **Normalização:** Normalizar os valores dos pixels para uma faixa específica (como 0 a 1) pode facilitar a análise e o processamento subsequentes, garantindo que todas as imagens tenham escalas comparáveis.
- **Equalização de Histograma:** A equalização de histograma redistribui os valores dos pixels em todo o intervalo de intensidades, melhorando o contraste global da imagem.
- **Segmentação:** A segmentação divide a imagem em regiões com características semelhantes, facilitando a análise de objetos individuais ou áreas de interesse.
- **Redimensionamento:** O redimensionamento ajusta o tamanho da imagem, permitindo que ela se encaixe em um formato ou tamanho específico.
- **Correção de Iluminação:** A correção de iluminação pode ser necessária para eliminar variações indesejadas de iluminação na imagem, tornando-a mais uniforme.
- **Conversão de Cores:** Converter a imagem para diferentes espaços de cores (como tons de cinza, RGB, LAB) pode ajudar a destacar características específicas ou simplificar a análise.
- **Deteção e Remoção de Bordas:** Em algumas aplicações, a deteção de bordas pode ser útil para destacar contornos e limites entre objetos na imagem.
- **Remoção de Fundo:** Em certos casos, é necessário remover o fundo da imagem para isolar objetos de interesse.
- Em específico, neste trabalho de pesquisa, foram utilizadas as seguintes técnicas:
- **Redimensionamento de Imagens:** As imagens são redimensionadas para um tamanho padrão.

- Normalização de Imagens: As imagens redimensionadas são normalizadas para ter valores de pixel na faixa de 0 a 1, dividindo os valores de pixel por 255.
- Conversão para Tons de Cinza: As imagens normalizadas são convertidas para tons de cinza usando uma combinação ponderada das componentes de cores vermelha, verde e azul.
- Suavização com Filtro de Média: Um filtro de média é aplicado às imagens em tons de cinza para suavizar as texturas e reduzir o ruído.

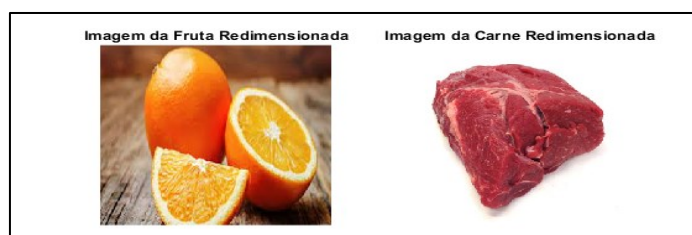
Estas técnicas podem ser mostradas nas figuras de 5 a 9.

Figura 5 – Imagem Original das fotos de laranja e da carne



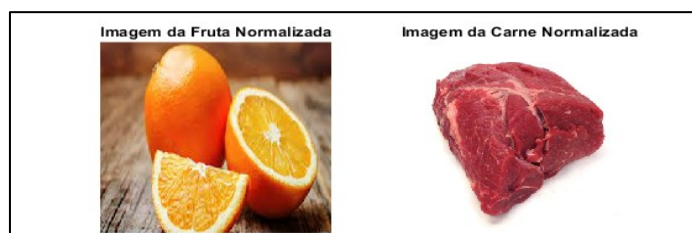
Fonte: Desenvolvimento Próprio

Figura 6 – Imagem das fotos redimensionadas



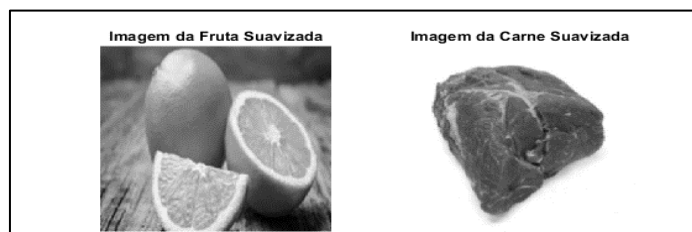
Fonte: Desenvolvimento Próprio

Figura 7 – Imagem de fotos de fruta e carne no aspecto comum



Fonte: Desenvolvimento Próprio

Figura 8 – Imagem da fruta e carne suavizada e com tom de Preto e Branco para aplicação de Contraste



Fonte: Desenvolvimento Próprio

Figura 9 – Imagem da fruta e carne com aplicação de contraste sensibilizando o contraste



Fonte: Desenvolvimento Próprio

4 DISCUSSAO GERAL

O código apresentado ilustra um conjunto de etapas essenciais de pré-processamento de imagens usando técnicas comuns de processamento de imagens. Ao longo das diferentes fases do código, as imagens passam por transformações significativas, refletindo as operações de redimensionamento, normalização, conversão para tons de cinza e suavização com filtro de média.

Através desse processo, o código destaca a importância do pré-processamento na melhoria da qualidade visual das imagens, na preparação para análises mais avançadas e na redução de ruídos. Cada etapa desempenha um papel específico, contribuindo para a preparação adequada das imagens para diferentes aplicações. Enquanto o código serve como uma base introdutória para entender as técnicas de processamento de imagens, também expõe algumas limitações, como a dependência de funções específicas e a falta de tratamento de erros. Uma implementação mais sofisticada poderia incluir técnicas adicionais e abordar essas limitações.

Em suma, o código ilustra a importância do pré-processamento de imagens como um passo crítico de análise de imagens e visão computacional. Ele destaca como operações aparentemente simples que podem ter um impacto significativo na qualidade das imagens e na eficácia de análises subsequentes. Para contextos educacionais ou experimentais, o código fornece um ponto de partida valioso para explorar e compreender as técnicas de pré-processamento de imagens.

5 CONCLUSÃO

Em resumo, o código serve como um exemplo básico de como aplicar várias técnicas de pré-processamento de imagens, preparando-as para aplicações específicas ou análises posteriores em processamento de imagens e visão computacional.

Através da análise destes resultados é possível afirmar que este trabalho atendeu o seu objetivo primário.

REFERENCIA

MARENGONI, M., STRINGHINI, S. Tutorial: Introdução à Visão Computacional usando OpenCV. Revista de Informática Teórica e Aplicada, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 125–160, 2010. DOI: 10.22456/2175-2745.11477. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/rita/article/view/rita_v16_n1_p125. Acesso em: 13 set. 2023.

MILANO, D., HONORATO, L., Visão Computacional, 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/3058305-Visao-computacional-danilo-de-milano-luciano-barrozo-honorato-unicamp-universidade-estadual-de-campinas-ft-faculdade-de-tecnologia.html>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

PEREIRA, K. Um estudo sobre o uso da inteligência artificial nas empresas. Monografia (Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Amazonas. Itacoatiara, 2021. Disponível em <https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/5989/2/TCC_KeithAnnyPereira.pdf> Acesso em: 09 set. 2023.

RIBEIRO FILHO, N.P., Visão Computacional: Um Novo Campo De Pesquisa Em Cognição Visual. Psicologia: Teoria e Pesquisa, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 138–150, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/revistapt/article/view/17018>>. Acesso em: 10 set. 2023.

SEBE, N., COHEN, I., GARG, A., HUANG, T.S., Machine Learning in Computer Vision, Springer: Netherlands, 2005.

ZHANG, Y.J., 3-D Computer Vision: Principles, Algorithms and Applications, Springer Nature: Singapore, 2023. 453p.

Gestão da inspeção de atributos pelo nível de qualidade aceitável

Ana Paula Aparecida Santos Ferreira; Analaura Domingues Cardoso de Freitas; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

ana.ferreira60@fatec.sp.gov.br; analaura.freitas@fatec.sp.gov.br;
elainevhm@gmail.com;moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. *O objetivo do estudo é padronizar normas entre os Inspetores da Garantia da Qualidade e Técnicos de Manutenção Industrial relacionadas ao Nível de Qualidade Aceitável durante a produção de pastilhas de sabonete em uma fábrica de sabonetes no interior de São Paulo. Isso visa otimizar o tempo dedicado a essa atividade, sem comprometer a qualidade do produto final. A solução apresentada propõe implementar formulários de Nível de Qualidade Aceitável e livros de deméritos específicos para cada cliente nas linhas de produção, permitindo que os operadores identifiquem erros imediatamente. Isso evita a necessidade de esperar pelos inspetores e reduz o envio de produtos defeituosos aos clientes.*

Palavras-chave: *Qualidade. Brainstorming. NQA.*

Abstract. *The objective of the study is to standardize standards between Quality Assurance Inspectors and Industrial Maintenance Technicians related to the Acceptable Quality Level during the production of soap tablets in a soap factory in the interior of São Paulo. This aims to optimize the time dedicated to this activity, without compromising the quality of the final product. The solution presented proposes implementing Acceptable Quality Level forms and customer-specific demerits books on production lines, allowing operators to identify errors immediately. This avoids the need to wait for inspectors and reduces defective products being shipped to customers.*

Keywords: *Quality. Brainstorming. NQA.*

1 INTRODUÇÃO

As práticas da gestão da qualidade impactam diretamente no desempenho e são essenciais para a busca e manutenção da vantagem competitiva das organizações. Na medida em que esse relacionamento é percebido, deve-se buscar formas de aprimorar e, consequentemente, potencializar o uso das práticas de gestão da qualidade (SOUZA, 2021). Por sua vez, a inspeção por amostragem é uma das práticas que pode ser alvo

desse aprimoramento, uma vez que exerce um papel importante na gestão da qualidade (RAZ, 1992).

Os planos de amostragem por atributos têm sido investigados por muitos autores; no Brasil a norma que estabelece os procedimentos de inspeção é, segundo a ABNT (1985), a NBR 5427. Essa norma apresenta tabelas e procedimentos para a seleção dos parâmetros do plano por amostragem por atributos para vários níveis de qualidade aceitável (NQA). O NQA é definido como o nível de qualidade aceitável (limite), para propósitos de inspeção por amostragem, sendo a porcentagem máxima de defeituosos que pode ser considerada satisfatória como média de um processo (ABNT, 1985).

O objetivo do estudo de caso é fornecer a uma fábrica de sabonetes, instalada no interior do Estado de São Paulo, um projeto de padronização da inspeção de sabonetes nas linhas de produção. Isso visa tornar o procedimento mais dinâmico e aprimorar o tempo de inspeção realizado pela Garantia da Qualidade, garantindo assim a segurança do processo, a qualidade do produto final e a satisfação dos clientes.

2 INSPEÇÃO DA QUALIDADE

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT a Inspeção é o processo de medir, ensaiar ou examinar a unidade de produto, no sentido de verificar se suas características estão de acordo com as especificações técnicas e contratuais.

Para Paladini (2002), a inspeção da qualidade é um processo que busca identificar se uma peça, amostra ou lote atende a determinadas especificações de qualidade. A atividade de inspeção da qualidade é a mais importante do sistema de avaliação da qualidade de um processo industrial. Ao avaliar a qualidade de um produto ou processo, a inspeção acaba por desempenhar sua função básica: a de detectar defeitos.

A inspeção da qualidade pode ser feita tanto para um produto acabado como para itens desse produto imediatamente após terem sido fabricados. A inspeção pode ainda ser realizada após um lote de produtos ou itens terem sido fabricados (PEREIRA, 2019).

Martins (2015) destaca que a característica de qualidade avaliada pelo inspetor em qualquer tipo de inspeção pode ser um atributo ou uma variável. Um atributo é uma classificação que uma unidade do produto inspecionada resulta em produto conforme, apto para o consumo pelo cliente, ou não conforme, inapto para o consumo.

Existe a possibilidade na inspeção por amostragem de um lote “bom” ser rejeitado e de um lote “ruim” ser aceito. Isso implica em riscos tanto para o produtor (fornecedor) quanto para o comprador (cliente) (DE ALMEIDA, 2019). O risco do produtor é a probabilidade de que um lote “bom” venha a ser rejeitado pelo plano de amostragem. Esse risco é estabelecido em conjunto com o valor máximo de qualidade

(porcentagem de defeitos) que possa passar pelo plano, denominado nível de qualidade aceitável (NQA). (MARTINS, 2015).

A inspeção por atributo é a medição de uma característica ou propriedade do produto do tipo qualitativa, o qual consiste na verificação da presença ou ausência de um determinado defeito ou requisito especificado, destacando-se por ser muito utilizado para encontrar defeitos em aspectos visuais nos produtos (DE ALMEIDA, 2019). Os resultados da inspeção por atributos são dados, portanto, em termos de: passa ou não passa; defeituosa ou não defeituosa; dentro ou fora de tolerância; correta ou incorreta; ok ou não ok. (ABNT, 1985).

A inspeção por amostragem é a inspeção na quais características de qualidade são examinadas a partir de uma amostra constituída por uma ou mais unidades do produto, escolhidas aleatoriamente da população chamada lote (ABNT, 1985).

3 NÍVEL DE QUALIDADE ACEITÁVEL

O plano de NQA de inspeção para aceitação por atributos foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial e publicado pela primeira vez nos Estados Unidos, em 1950, como MIL-STD-105A, e desde então sofreu algumas revisões. Apesar de ser um plano baseado em uma norma militar, existe uma versão civil da norma denominada ANSI/ASQC Z1.4. Esse plano é amplamente adotado no mundo, tornando-se quase como um padrão de inspeção por amostragem de atributos. No Brasil, essa norma foi traduzida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo denominada NBR 5426 (MARTINS, 2015).

O plano de NQA é na realidade um sistema de amostragem por aceitação porque ele tem uma coleção de esquemas de inspeção por amostragem. A norma estabelece três tipos de amostragens com base no NQA:

- Amostragem simples;
- Amostragem dupla;
- Amostragem múltipla.

Para cada um deles, existem três níveis de severidade de operação do plano:

- Normal;
- Severa;
- Atenuada.

Quando se inicia o processo de amostragem seguindo a norma, se adota nível de severidade Normal. Dependendo do histórico de qualidade do fornecedor ou processo, o nível pode ser mudado para Severa (quando há uma deterioração no histórico de qualidade) ou Atenuada (quando o histórico de qualidade vem sendo excepcionalmente bom). Existem critérios para julgar o histórico de qualidade com vistas à troca de nível (PEREIRA, 2019).

Vale observar que o valor de NQA pode ser designado em contrato e podem ser adotados diferentes NQAs dependendo das características da qualidade avaliadas. Todavia, isso pode elevar os custos de administração dos planos. O NQA pode representar a porcentagem de defeitos esperada num lote ou no processo de produção ou o número máximo de defeitos tolerados. Na Tabela de NQA da NBR 54263 estão ilustrados valores de porcentagem de defeitos de até 10%. Depois desse valor, os valores referem-se à quantidade de defeitos tolerados no lote. O tamanho da amostra é determinado a partir do tamanho do lote a ser inspecionado e pela escolha do nível geral de inspeção (MARTINS, 2015).

4 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido em uma fábrica de sabonetes localizada no interior de São Paulo. A fábrica conta com 11 linhas de produção para atender mais de 15 clientes, com a capacidade de produzir mais de 1 bilhão de pastilhas ao ano. Antes da pandemia a empresa produzia apenas para três clientes, após o fim da pandemia recebeu mais de 15 novos clientes de uma só vez. Com isso o aumento de produtos rejeitados por deméritos teve um aumento significativo. Investigando a partir da aplicação de brainstorming quais as possíveis causas de produtos rejeitados, chegou-se a causa raiz de que partia que cada turno tinha uma visão diferente de deméritos que poderiam ser liberados.

Este estudo surge da necessidade de estabelecer e padronizar um conjunto de normas entre os Inspectores da Garantia da Qualidade e Técnicos de Manutenção Industrial em relação ao Nível de Qualidade Aceitável durante a produção de pastilhas de sabonete nas Linhas de Produção. Isso visa otimizar o tempo dedicado a essa atividade, sem comprometer a qualidade do produto final entregue ao cliente.

Ao analisar o processo atual de inspeção das pastilhas de sabonete (nas Linhas de Produção) e a avaliação de falhas, foram identificadas algumas lacunas relacionadas ao tempo gasto na inspeção e no preenchimento do formulário de Nível de Qualidade

Aceitável (NQA) utilizado durante a produção. Além disso, foram observados desafios em relação ao padrão estabelecido para os deméritos encontrados nos sabonetes e o nível de aceitação associado a eles, acarretando a passagem de sabonetes com deméritos, o que compromete a qualidade do produto final. Essas lacunas resultam em dificuldades no controle do tempo de inspeção nas linhas, levando a falhas na eficácia das inspeções e ao risco de envio de pastilhas com deméritos aos clientes.

Foi observado a necessidade de implementar para cada cliente um formulário de NQA e um book de deméritos a ser "aceito" ou "recusado" para deixar nas linhas de produção de forma acessível para estabelecer um padrão a ser seguido em todos os turnos. Assim os próprios operadores conseguem ver na hora os erros de pastilhas a serem tiradas antes de chegar no pallet sem a necessidade de esperar o tempo do inspetor voltar na linha podendo já ter passado grandes quantidades de pastilhas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a NBR 5426-ABNT (1985), o plano de amostragem é o que determina o número de unidades de produto de cada lote a ser inspecionado (tamanho da amostra) e o critério para a aceitação do lote (números de aceitação e de rejeição).

Para determinação do tamanho da amostra a ser inspecionada, inicialmente é necessário saber o tamanho do lote produzido. O tamanho do lote varia de acordo com a velocidade em que a linha de produção trabalha, portanto, leva-se em consideração a capacidade máxima de cada linha por hora, conforme Tabela abaixo.

Tabela 1- Capacidade máxima de produção por linha

Linha	Capacidade máxima de produção por hora
1	33600
2	16800
3	14700
4	22500
5	14700
6	23400
7	14700
8	22500
9	14700 (automática) ou 1800 (Fabrima)
10	3600
11	3600

Fonte: próprio autor, 2023.

Na Tabela 2, é obtido o código da amostragem ao cruzar as informações de tamanho do lote e nível de inspeção. Esse código é representado por letra, podendo ser entre A e R. O nível de inspeção a ser considerado é previamente determinado por cada cliente (Tabela 2).

Tabela 2- Codificação de Amostragem

Tamanho do lote			Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
			S1	S2	S3	S4	I	II	III
2	a	8	A	A	A	A	A	A	B
9		15	A	A	A	A	A	B	C
16		25	A	A	B	B	B	C	D
26		50	A	B	B	C	C	D	E
51		90	B	B	C	C	C	E	F
91		150	B	B	C	D	D	F	G
151		280	B	C	D	E	E	G	H
281		500	B	C	D	E	F	H	J
501		1200	C	C	E	F	G	J	K
1201		3200	C	D	E	G	H	K	L
3201		10000	C	D	F	G	J	L	M
10001		35000	C	D	F	H	K	M	N
35001		150000	D	E	G	J	L	N	P
150001		500000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500001			D	E	H	K	N	Q	R

Fonte: ABNT, 1985

Na Tabela 3 , a letra do código de amostragem determina o tamanho da amostra a ser inspecionada por hora.

Os valores de NQA a serem considerados são previamente determinados no contrato de fornecimento com o cliente (Tabela 2). Se o número de unidades defeituosas encontrado na amostra for igual ou menor ao número de aceitação (Ac), o lote deverá ser considerado aceito. Sendo o número de unidades defeituosas igual ou maior ao número de rejeição (Re), o lote deve ser rejeitado.

Na Tabela 4, é possível consultar o detalhamento da inspeção de atributos que deve ser realizada para cada cliente, conforme as necessidades específicas de cada um.

Tabela 3 – Plano de amostragem simples (Normal)

Código de amostras	Tamanho da amostra	NQA																														
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000					
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re				
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓				
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			

↓ - Usar o primeiro plano abaixo da seta. Se a nova amostragem requerida for igual ou maior do que o número de peças constituintes do lote, inspecionar 100%.

↑ - Usar o primeiro plano acima da seta.

Ac - Número de peças defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote.

Re - Número de peças defeituosas (ou falhas) que implica a rejeição do lote.

Fonte: ABNT, 1985

O Inspetor de Qualidade realizará inspeções de atributos seguindo a classificação dos defeitos, conforme abaixo.

- Defeito Supercrítico - NDA (Nenhum Defeito Aceitável): defeitos que são completamente inaceitáveis, os quais resultam em dano físico ao consumidor e/ou não conformidade regulatória ou comercial significativa que possa ser objeto de recolhimento. Será aplicado o critério de “Nenhum Defeito Aceitável” (NDA) ao invés de Nível de Qualidade Aceitável (NQA);
- Defeito Crítico: defeito que pode expor o consumidor a risco. Pode não atender a legislação vigente. É também o defeito que pode impedir o funcionamento ou o desempenho de uma função importante de um produto mais complexo. É percebido pela maioria dos clientes e/ou consumidores;
- Defeito Maior: defeito que causa inconveniência significativa para o consumidor, reduzindo significativamente ou eliminando a funcionalidade do produto, ou afetando o processo logístico. Também inclui defeitos com potencial para causar não conformidades regulatórias;
- Defeito Moderado: não expõe o consumidor a risco. É percebido pelos consumidores mais observadores;

- Defeito Menor: defeito que reduz levemente a funcionalidade do produto, embora o produto ou componente mantenha-se utilizável. Defeitos estéticos significativos que possam afetar a percepção do consumidor do produto ou da embalagem;
- Defeito Menor: não expõe o consumidor a risco. Não é percebido pelo consumidor e/ou cliente;
- Defeito Submenor: defeitos que não diminuem a funcionalidade do produto. Pequenos defeitos estéticos que possam afetar a percepção do consumidor do produto ou da embalagem.

Tabela 4 – Detalhamento da inspeção de atributos de cada cliente

	BEIERS	DANA	FLOR	GIOVANNA BABY		GRUPO	JEQU	J&J	Demais
	DORF		A			BOTICÁRIO	ITI		clientes
Tamanho do lote (por hora)	10001 a 35000	10001 a 35000	10001 a 35000	Linha grande: 10001 a 35000;	Linha especial: 1201 a 3200	3201 a 10000	3201 a 10000	10001 a 35000	10001 a 35000
Nível de inspeção	S3	S4	S3	II		II	II	S4	S4
Código da amostragem	F	H	F	Linha grande: M;	Linha especial: K	L	L	H	H
Frequência	1 hora	30 minutos	2 horas	30 minutos		30 minutos	30 minutos	1 hora	30 minutos
Tamanho da amostragem	20	25	40	Linha grande: 158;	Linha especial: 63	100	100	50	25
NQA Defeito Crítico	Nenhum defeito aceitável	Nenhum defeito aceitável	0,25%	0,40%		0,40%	0,25%	Nenhum defeito aceitável	Nenhum defeito aceitável
NQA Maior	0,10%	0,25%	-	2,50%		1,50%	1,50%	0,65%	0,65%
NQA Moderado	-	1,00%	1,50%	-		-	-	-	2,50%
NQA Menor	-	4,00%	4,00%	-		4,00%	4,00%	2,50%	4,00%
• NQA Sub Menor	4,00%	-	-	-		-	-	4,00%	-

Fonte: ABNT, 1985

O controle de registros de atributos é realizado através da utilização de formulários para verificar a qualidade e quantidade de deméritos encontrados durante as inspeções, utilizando assim um formulário para cada cliente de acordo com o plano de amostragem da Tabela 4.

Uma das soluções encontradas para que o padrão aceito das pastilhas liberadas fosse alinhado com os turnos, operadores juntamente com a qualidade foi liberar nas linhas de produção os books de deméritos de cada cliente juntamente com as versões para ser realizada a conferência sem que fosse necessário depender apenas da inspeção dos inspetores da qualidade, mas sim que a operação fosse consultando durante o turno e corrigindo os deméritos para que seja mais uma barreira contra os deméritos possíveis de serem identificados. O book surgiu para que o cliente tivesse a confiança de que a garantia da qualidade do produto seria padronizada durante toda a produção das pastilhas.

No gráfico abaixo é possível identificar uma queda no índice de pastilhas rejeitadas por deméritos nas linhas de produção após a implementação dos books para consulta imediata nas linhas de produção. O objetivo é que o índice de rejeitados caia durante a aplicação do estudo com mais análises e corrigindo os objetivos que não foi possível até o momento realizar.

Gráfico 1- Histórico de rejeitados



Fonte: Autoria própria

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inspeção da qualidade desempenha um papel crucial na avaliação de produtos e processos, visando detectar defeitos e garantir que os produtos atendam às especificações técnicas e contratuais. A inspeção por amostragem baseada em atributos é uma abordagem amplamente utilizada para esse fim e depende do Nível de Qualidade Aceitável (NQA) para determinar a aceitação ou rejeição de lotes de produtos.

O NQA, estabelecido em contratos com clientes, desempenha um papel essencial na definição dos critérios de aceitação e rejeição dos produtos inspecionados. A norma NBR 5426 da ABNT oferece diretrizes detalhadas para a realização de inspeções por amostragem em diferentes níveis de severidade e para vários tipos de defeitos. No entanto, a capacidade de produção por hora de cada linha influencia o tamanho da amostra a ser inspecionada, o que é fundamental para determinar a eficácia da inspeção.

No estudo de caso realizado em uma fábrica de sabonetes, identificou-se que o aumento de produtos rejeitados estava relacionado à falta de padronização nas interpretações dos deméritos pelos diferentes turnos de produção. Para abordar esse problema, a implementação de formulários de NQA e books de deméritos específicos para cada cliente nas linhas de produção se mostrou uma solução eficaz.

Essa abordagem permitiu que os operadores identificassem e resolvessem imediatamente os defeitos, sem depender exclusivamente da inspeção dos inspetores de qualidade. Como resultado, observou-se uma redução significativa no número de pastilhas rejeitadas por deméritos nas linhas de produção, evidenciando a eficácia dessa medida. É importante ressaltar que o processo de aprimoramento e a análise contínua devem continuar a fim de otimizar ainda mais a qualidade do produto final.

A padronização e a consulta imediata de informações sobre os deméritos em cada linha de produção foram cruciais para garantir a conformidade com os requisitos do cliente. Isso reforça a importância da comunicação e da colaboração entre os operadores, inspetores de qualidade e demais envolvidos no processo de inspeção. A implementação dessas práticas deve ser incentivada em outras organizações para melhorar a qualidade do produto e aumentar a eficiência da inspeção.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 5425 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade, 1985.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- DE ALMEIDA, Wellinton Mariano; LOOS, Mauricio Johnny. Utilização do plano de amostragem por skip-lote para aumento do índice de roteiros inspecionados em indústria de refrigeração. Revista Exacta, v. 17, n. 3, p. 19-35, 2019.
- MARTINS, R. A.: “Conceitos básicos de controle estatístico da qualidade” 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323704207_Conceitos_basicos_de_controle_estatistico_da_qualidade. acessado em: 29 mar. 2023
- PALADINI, E. P. Avaliação Estratégica Da Qualidade. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2ª Tiragem, 2002
- PEREIRA, Julio Cesar; Mergulhão, Ricardo Coser. Algoritmo para minimização do tamanho de amostra em planos de inspeção por amostragem por atributo. Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, n. 1, p. 56-65, 2019.
- RAZ, T. “Inspection.” In: Quality Engineering Handbook. T. Pyzdek and R. Berger, eds. Milwaukee: ASQC Quality Press; New York: Marcel Dekker, 1992.

SOUZA, Mayara Ohana Alves de. Desenvolvimento e aplicação de um modelo para qualificação de desempenho de processos industriais através do uso de ferramentas estatísticas de controle de processos. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Comparação do pH da carne bovina em diferentes tipos de cortes

Gabriela de Oliveira; Vitória da Silva; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;
Rafael Belitani

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

gabrielaolv001@gmail.com; vitoriadasilva454@gmail.com;
elainevhm@gmail.com;moraes.jlcm@gmail.com;
rafael.belintani@fatec.sp.gov.br;

Resumo. A carne possui grande valor nutricional, pois nela pode-se encontrar diversos nutrientes como água, proteínas, gorduras, sendo estes essenciais para o consumo humano. Este artigo destaca a importância da gestão de qualidade de alimentos, a preocupação com as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) e fornece insights sobre o pH da carne bovina em um contexto de produção específico. O estudo de caso foi conduzido em uma empresa frigorífica no interior do Estado de São Paulo, que produz carne desidratada de bovino. O pH das peças de carne foi medido após a abertura da embalagem à vácuo e classificado em três categorias: pH normal, pH intermediário e pH alto.

Palavras-Chave: pH da Carne. Qualidade. Bovino.

Abstract. Meat has great nutritional value, as it contains various nutrients such as water, proteins, fats, which are essential for human consumption. This article highlights the importance of food quality management, the concern about Foodborne Illnesses (FADs) and provides insights into beef pH in a specific production context. The case study was conducted in a slaughterhouse company in the interior of the State of São Paulo, which produces dehydrated beef. The pH of the meat pieces was measured after opening the vacuum packaging and classified into three categories: normal pH, intermediate pH and high pH.

Keywords: Meat pH. Quality. Bovine.

1 INTRODUÇÃO

A carne bovina é um alimento que possui importantes propriedades nutricionais, proteínas de alto valor biológico principalmente as do complexo B, assim como os minerais, com destaque para o teor de ferro biodisponível, além de todos os aminoácidos essenciais em quantidades suficientes às necessidades do organismo humano (MENDONÇA et al., 2022).

Em virtude do seu elevado valor nutricional e quantidade de água livre, condição estas que favorecem a proliferação microbiana, a carne torna-se um dos alimentos mais suscetíveis à deterioração. Durante as etapas da cadeia produtiva a mesma pode ser exposta a várias fontes de contaminação começando no abate, processamento industrial, transporte, armazenamento e preparo final (FARIAS et al., 2021). Desta forma a carne está mais exposta aos agentes biológicos, sendo estes patogênicos ou não, tornando-se uma fonte de risco à saúde do consumidor, ou apenas agentes de deterioração do alimento.

Entre os fatores que mais influenciam no prazo de vida comercial da carne bovina destacam-se a temperatura de armazenamento e o pH final. O pH torna-se um determinante para a qualidade da carne, pois influencia muitas das suas características, que estão diretamente ligados aos parâmetros da cor, capacidade de retenção de água, textura, suculência e estabilidade microbiológica (MILANNI et al., 2011).

O objetivo do trabalho é realizar monitoramentos sobre um determinado período em uma empresa frigorífica e analisar o pH em vários tipos de cortes bovinos. A partir desses resultados e com a ajuda das ferramentas da qualidade serão traçados parâmetros estatísticos analisando se há alguma diferença significativa entre os cortes, levando em consideração seu tempo de shelf life.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil atingiu seu recorde no volume de carne bovina exportado em um único ano, alcançando a marca de 2,26 milhões de toneladas vendidas para mais de 150 países. Os dados foram levantados pela Secretaria de Comércio Exterior (Secex) e compilados pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2023), estimando-se que desse total, mais de 80% sejam constituídos por bovinos com genótipo *Bos taurus indicus*. São animais criados quase exclusivamente em regime extensivo de pastoreio, e por esse motivo são animais que quando abatidos têm um baixo rendimento de carcaça, pouca cobertura de gordura e uma carne pouco marmoreada, o que pode comprometer a qualidades organoléptica da carne.

O pH da carne é um importante parâmetro de qualidade já que pode influenciar a cor, a capacidade de retenção de água, a maciez, dentre outros fatores. O pH muscular logo após o abate está em torno de 7,0. Com a sangria, não há mais circulação, ou seja, não há mais oxigênio no músculo. O glicogênio muscular, fonte de energia, que antes do abate usava oxigênio e gerava energia na forma de ATP, agora não poderá mais fazer isso. O glicogênio segue a via glicolítica anaeróbica para gerar energia, e tem como produto final o ATP e o ácido lático. A maior parte das bactérias crescem otimamente no pH 7 e apresentam multiplicação reduzida quando presentes em meios com pH abaixo de 4 ou acima de 9 (SILVA, 2017).

No momento da compra pelo consumidor, o atributo que mais impressiona é a cor da carne (THÉRY, 2023). A cor vermelha da carne fresca é um atributo de qualidade importante, utilizado pelos consumidores para avaliar a sua frescura e salubridade, influenciando substancialmente a aceitabilidade e decisão de compra da carne e produtos cárneos. A cor da carne bovina mais aceitável pelos consumidores é vermelha-cereja brilhante. A coloração mais escura inibe a compra, uma vez que o consumidor associa a cor escura a uma possível deterioração ou oriunda de animais mais velhos. Também segundo Parré e Sant (2019), os consumidores julgam as alterações da cor da carne como um indicador de perda de frescura e inocuidade do produto.

Casagrande (2021) concluiu que as composições genéticas (raças puras ou cruzadas) têm efeito sobre a cor da carne que apresentam uma carne com coloração mais intensa, que pode ser atribuída a maior frequência de fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha na composição da sua musculatura. A coloração escura da carne pode ser em virtude do aumento da quantidade de mioglobina com o avançar da idade de abate. Assim, o sistema de acabamento em 29 confinamento pode acelerar o ganho de peso e antecipar a idade ao abate dos animais, melhorando o aspecto visual da carne de bovinos.

A gestão na qualidade de alimentos é subsidiada por várias legislações com a finalidade de oferecer alimentos seguros, além de favorecer a manutenção das empresas no mercado consumidor. As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) encontram-se entre os riscos mais importantes em relação à saúde pública. De acordo com os dados epidemiológicos da Secretaria de Vigilância em Saúde, desde 2009 até 2018 os surtos por DTA já chegaram a 6.809 notificações, com 120.584 doentes, gerando 16.632 hospitalizações e infelizmente 99 óbitos no Brasil (SORAGNI, 2019). Não há dúvidas da importância das bactérias como agentes causadores de doenças de origem alimentar. Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), ou serviços de alimentação (Restaurantes entre outros) são uma das maiores fontes de surtos de doenças veiculadas por alimentos (DE OLIVEIRA VIDAL, 2022).

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em uma empresa frigorífica, localizada no interior do estado de São Paulo, que produz carne desidratada de bovino. Na qual seu processo é usado vários tipos de cortes de carne in natura. O pH foi medido individualmente nas peças após abertura da embalagem primária à vácuo usando um medidor digital portátil de pH (Testo 205), previamente calibrado. Com base nos valores de pH medidos foram criadas as três classes de pH final (pHf): normal (menor que 5,4), intermédio (5,5 e 5,7) e alto (5,8).

O pH foi medido no período de Abril à Agosto de 2023 em matérias primas que ficaram armazenados em temperatura controlada de mínimo de -5°C e máxima de 5°C após retiradas da câmara são levadas ao processo e realizado a coleta de pH durante a desembalagem primária à vácuo, as peças que foram realizadas as coletas foram peças localizadas no quarto traseiro do bovino, sendo elas, Coxão Duro e Lagarto.

As matérias primas retiradas da câmara são armazenadas em temperatura controlada, mínimo de -5°C e máxima de 5°C e levadas para o processo de desembalagem primária à vácuo, onde foi realizada a leitura do pH.

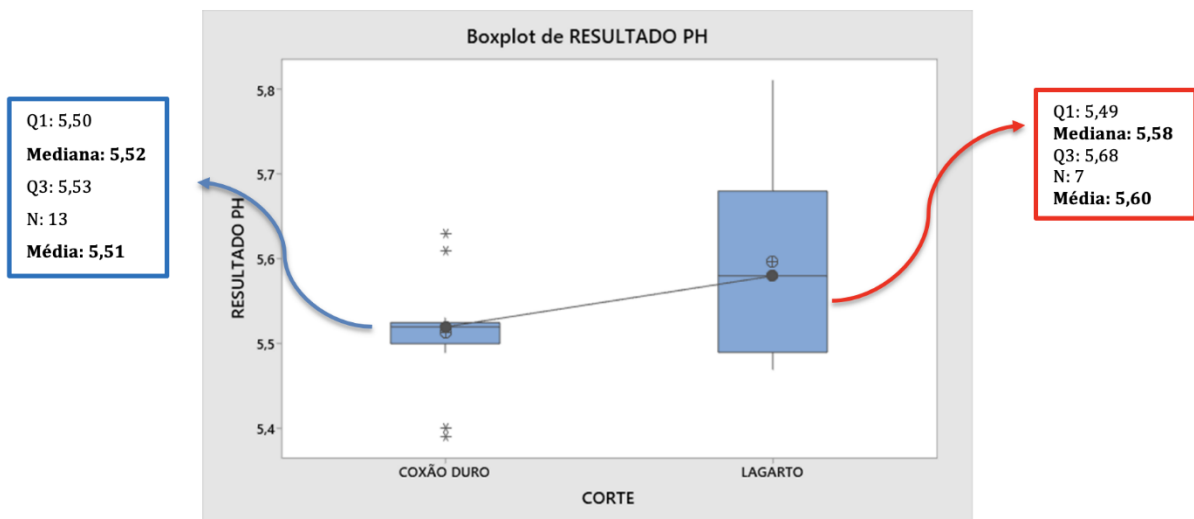
A medição do pH foi realizada de forma individual nas peças após abertura da embalagem primária à vácuo foi utilizado um medidor digital portátil de pH (Testo 2009), previamente calibrado e realizado a medição do pH em 20 amostras, sendo elas em 13 peças de Coxão Duro e 7 de Lagarto.

Foram criadas as três classes de pH final (pHf): normal (menor que 5,4), intermédio (5,5 e 5,7) e alto (5,8) com base nos valores obtidos, utilizando o método blox plot, teste de hipótese e ANOVA.

5 RESULTADOS OBTIDOS

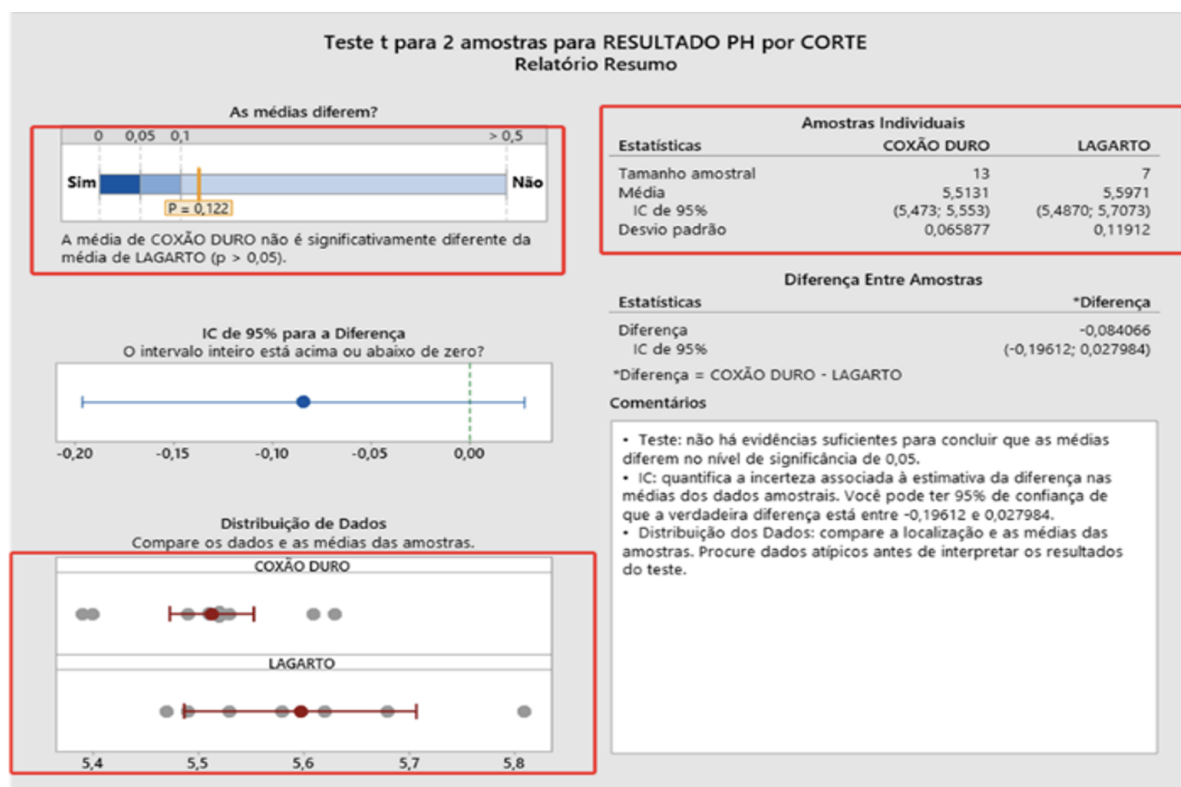
Ao avaliar os dados através de análise estatística, utilizando o Box Plot e cruzando as informações de pH e tipo de MP, nota-se que o Lagarto apresenta uma maior dispersão de resultados de pH, justificado pela composição das fibras musculares serem mais rígidas, não sendo uma característica do Coxão Duro.

Figura 1- Resultados pH Coxão Duro e Lagarto



Fonte: Autores, 2023.

Figura 2 – Teste t de Hipótese

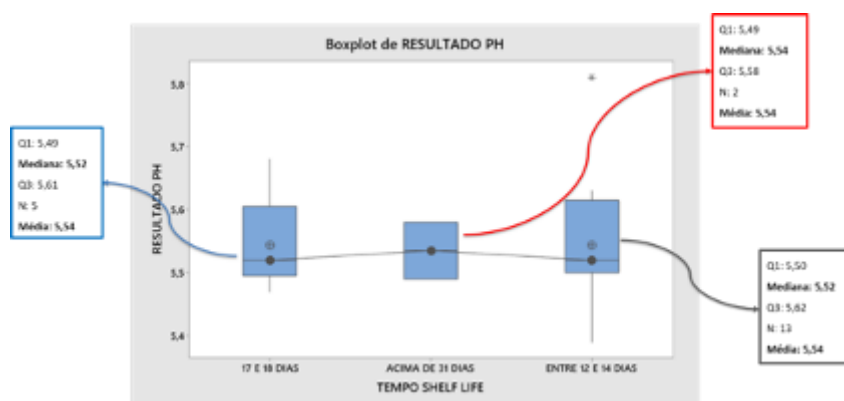


Fonte: Autores, 2023.

Após observar os resultados obtidos na Figura 1, foi realizada uma comparação mais minuciosa usando o teste T (Figura 2), com isso, foi obtido o resultado de que 95% de confiança sobre pH do Coxão Duro não ser significativamente diferente do Lagarto, traçando uma diferença apenas de -0,084066.

Ao avaliar os resultados de pH considerando o tempo de shelf life que varia de 12 à acima de 31 dias, e considerando entre as médias encontradas se igualando à 5,54, é determinado que não houve alteração de pH devido ao tempo de armazenamento.

Figura 3 – Tempo de Shelf Life



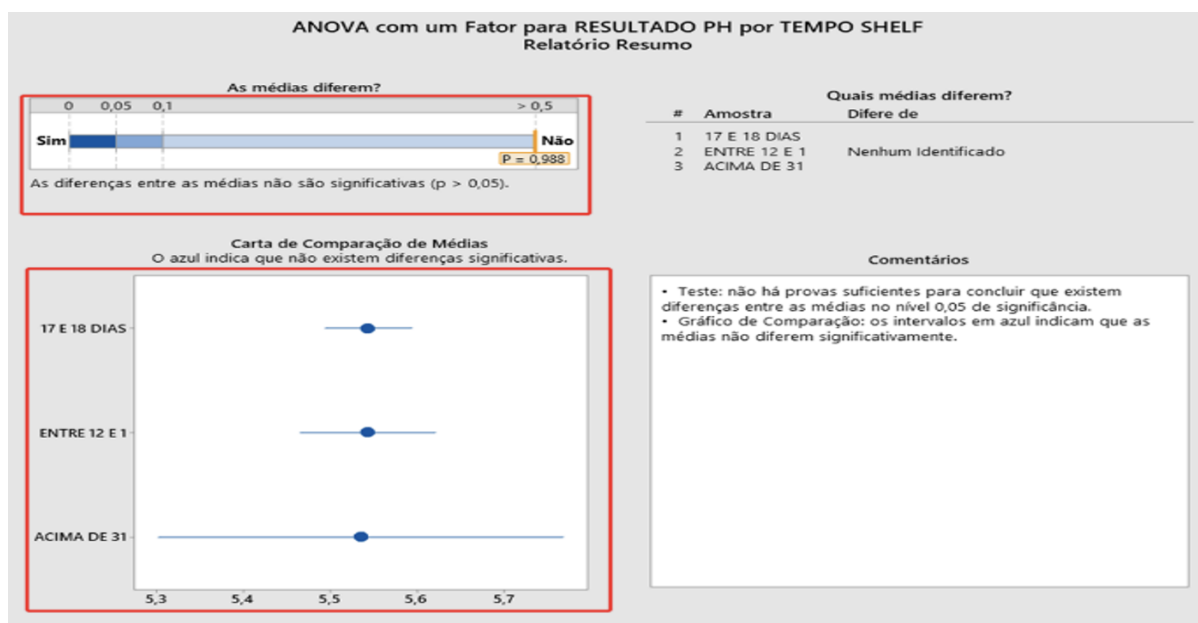
Fonte: Autores, 2023.

Após observar os resultados obtidos na Figura 3, através do ANOVA realizou-se uma análise estatística a fim de traçar resultados mais precisos. Foi observado na carta de comparação que nas médias não existem diferenças significativas entre o resultado de pH por tempo de shelf life.

O trabalho teve como objetivo monitorar o pH de diferentes cortes bovinos em uma empresa frigorífica ao longo de um período específico. Os dados obtidos foram analisados com ferramentas estatísticas para avaliar possíveis diferenças significativas entre os cortes, levando em consideração seu tempo de shelf life.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa frigorífica no interior de São Paulo, que produz carne desidratada de bovino. Medidas de pH foram realizadas em cortes específicos, e as amostras foram agrupadas em três classes de pH final. A análise estatística dos resultados aponta para diferenças significativas entre os grupos de pH final, com implicações na qualidade da carne. Conclui-se que em vista aos resultados obtidos após análises estatísticas realizadas nos mostra que o pH em diferentes cortes bovinos não são significativamente diferentes, e a média do pH entre tempo de shelf life não são significativamente diferentes, não influenciando na qualidade da matéria prima para o processo.

Figura 4 – Resultado pH usando ANOVA



Fonte: Autores, 2023.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, enfatiza-se a importância da carne bovina, ressaltando seu alto valor nutricional, riqueza em proteínas de alto valor biológico, minerais essenciais e aminoácidos. No entanto, devido à sua composição e alto teor de água, a carne é altamente suscetível à deterioração. Durante sua jornada na cadeia produtiva, a carne pode ser exposta a várias fontes de contaminação, o que a torna suscetível a agentes biológicos, sejam patogênicos ou não, representando riscos à saúde do consumidor.

A revisão bibliográfica destacou a importância do pH na qualidade da carne, influenciando características como cor, retenção de água, textura e estabilidade microbiológica. O pH muscular, especialmente após o abate, é um fator crítico, uma vez que a ausência de oxigênio no músculo leva à produção de ácido lático, afetando a qualidade da carne.

Neste artigo foi ressaltada a importância da qualidade da carne bovina, particularmente relacionada ao pH e sua influência em características-chave. Também enfatiza a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da carne para garantir a segurança alimentar e a satisfação do consumidor.

Com base no artigo, alguns trabalhos futuros podem ser considerados, como: realizar pesquisas adicionais sobre métodos eficazes de controle de qualidade ao longo da cadeia produtiva de carne bovina, buscando meios de minimizar a exposição a fatores de risco e garantir padrões consistentes de qualidade; investigar tecnologias de

monitoramento em tempo real do pH da carne durante o processo de produção e armazenamento, possibilitando respostas mais rápidas a qualquer desvio nos parâmetros de qualidade; e acompanhar e se adaptar às regulamentações de segurança alimentar em constante evolução, garantindo que as práticas da indústria atendam aos mais altos padrões de segurança e qualidade.

Esses trabalhos futuros podem contribuir para a melhoria contínua da qualidade da carne bovina, garantindo que os consumidores tenham acesso a produtos seguros, saudáveis e de alta qualidade, ao mesmo tempo em que atendem às demandas do mercado e às regulamentações de segurança alimentar em constante evolução.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Beef Report 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beefreport-2023-capitulo-02/>. Acesso em: 25 de maio de 2023.
- CASAGRANDA, Yasmin Gomes et al. Cadeia produtiva da carne bovina no Brasil. Estudos em Agronegócio: participação brasileira nas cadeias produtivas. Goiânia: Kelps, p. 197-225, 2021.
- DE OLIVEIRA VIDAL, Bruna Thays et al. A importância das boas práticas na prevenção de doenças transmitidas por alimentos (DTAS) em unidades de alimentação e nutrição (UAN). Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 5, p. 39320-39333, 2022.
- FARIAS, Nathália Lima et al. Avaliação da qualidade higienicossanitária da carne de frango comercializada na cidade de Codó-MA. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 5, p. 44489-44514, 2021.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- MENDONÇA, JAÍNE DESSOY et al. CORRELAÇÃO DE UM PROGRAMA DE BEM ESTAR ANIMAL COM O pH DA CARNE PRODUZIDA EM UM FRIGORÍFICO DO RIO GRANDE DO SUL. Salão do Conhecimento, v. 8, n. 8, 2022.
- MILLANI, P. R; POSSAMAI. P. Avaliação microbiológica e físico-química de carnes comercializadas em supermercados de Francisco Beltrão- PR. Universidade Tecnológica do Paraná. Francisco Beltrão-PR, 2011.
- PARRÉ, José Luiz; SANT, Geraldo. Comercialização da carne bovina: margens, custos e subprodutos. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 35, n. 1, p. 67-94, 2019.
- SILVA, Igor Gustavo de Souza. Carne PSE (pale, soft, exudative) e DFD (dark, firm, dry) em abate industrial de bovinos. 2017.

SORAGNI, Larissa; BARNABE, Anderson Sena; DE CAMPOS MELLO, Tatiana Ribeiro. Doenças transmitidas por alimentos e participação da manipulação inadequada para sua ocorrência: uma revisão. *Estação Científica (UNIFAP)*, v. 9, n. 2, p. 19-31, 2019.

THÉRY, Hervé; CARON, Patrick. Circulação, consumo mundial de carne e obesidade: coincidências ou co-incidências?. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, 2023.

Análise de filtros em sinais de áudio: um estudo exploratório dos conceitos de passa-baixa, passa-alta, passa-faixa e rejeita-faixa

Roberto Outa¹; Fábio Roberto Chavarette²; Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Ana Maria Taddei Cardoso de Barros¹

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

roberto.outa@fatec.sp.gov.br; fabio.chavarette@unesp.br
fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br; ana.barros14@fatec.sp.gov.br

RESUMO. *O propósito deste estudo é realizar uma análise comparativa detalhada da aplicação dos conceitos de filtros passa-baixa, passa-alta, passa-faixa e rejeita-faixa em sinais de áudio e vibração originados do mesmo cenário. O principal objetivo é investigar de que maneira esses diversos tipos de filtros impactam os sinais, tanto de forma semelhante quanto distinta. Ao conduzir essa análise, almejamos obter insights significativos sobre como a utilização desses filtros influencia os sinais em cada contexto. Ao expandir nosso entendimento das implicações científicas e práticas dessa abordagem, esperamos contribuir para o enriquecimento do conhecimento sobre as aplicações dos filtros em análises de sinais de áudio e vibração.*

Palavra-chave: *Filtros de Sinais. Análise Comparativa. Áudio e Vibração. Passa-Baixa. Passa-Alta.*

ABSTRACT. *The purpose of this study is to perform a detailed comparative analysis of the application of the concepts of low-pass, high-pass, band-pass and band-reject filters in audio and vibration signals originating from the same scenario. The main goal is to investigate how these various types of filters impact signals, both similarly and distinctly. In conducting this analysis, we aim to gain meaningful insights into how the use of these filters influences signals in each context. By expanding our understanding of the scientific and practical implications of this approach, we hope to contribute to the enrichment of knowledge about the applications of filters in audio and vibration signal analysis.*

Keyword: *Signal Filters. Comparative analysis. Audio and Vibration. Low-Pass. High-Pass.*

1 INTRODUÇÃO

A história e o potencial futuro do processamento de sinais derivam de uma colaboração eficaz entre aplicações avançadas, desenvolvimentos teóricos e inovações em hardware. Essas aplicações abrangem diversos campos, como entretenimento, comunicações, medicina e indústria. Tanto algoritmos quanto hardware de processamento de sinais desempenha um papel vital em uma ampla gama de sistemas, desde dispositivos eletrônicos de consumo até soluções especializadas. O aprimoramento de sistemas multimídia, como vídeo de alta definição e áudio de alta qualidade, está intrinsecamente ligado aos avanços no processamento de sinais. Processadores de sinal digital desempenham um papel central em dispositivos modernos, incluindo telefones celulares, e também são a base para padrões de compressão de dados. À medida que as áreas de comunicação, computação e processamento de sinais convergem, o campo continua a se expandir tanto nos mercados de consumo quanto nas aplicações industriais (OPPENHEIM e SCHAFER, 2014).

O processamento de sinais envolve a manipulação de sinais e suas informações, como separar sinais combinados, realçar componentes específicos e estimar parâmetros de modelos. Isso é essencial em comunicações, onde pré e pós-processamento são necessários. O processamento de sinais em tempo discreto lida com sequências numéricas, usando representações digitais para realizar manipulações. Isso inclui o processamento digital de sinais (DSP), onde sequências de números de precisão finita são processadas por computação digital. O termo amplo "processamento de sinais em tempo discreto" engloba várias tecnologias em tempo discreto para processar sequências de amostras (OPPENHEIM e SCHAFER, 2014).

O objetivo deste trabalho é realizar uma investigação minuciosa e comparativa sobre a utilização dos conceitos inerentes aos filtros de diferentes características, tais como passa-baixa, passa-alta, passa-faixa e rejeita-faixa, em relação aos sinais de áudio e vibração que emergem de um cenário comum. Nesse sentido, busca-se não apenas compreender os princípios subjacentes a esses tipos de filtros, mas também analisar de forma aprofundada como eles podem ser aplicados em contextos práticos. No âmbito desse estudo, será explorada a capacidade de cada tipo de filtro em manipular os sinais de áudio e vibração, com o intuito de elucidar suas respectivas eficácias e limitações.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

O conceito físico de uma onda é amplo e abrange diferentes cenários. Isso inclui perturbações identificáveis, que podem ser localizadas ou não, propagando-se no espaço ao longo do tempo. Também engloba perturbações dependentes do tempo em todo o espaço, que podem ser repetitivas ou não, sem características geométricas

persistentes. Além disso, comportamentos periódicos no espaço, independentes do tempo, também são considerados ondas. A característica fundamental que define uma onda quando o tempo está envolvido é a propagação de algum atributo no espaço a uma velocidade finita. Em situações com dependência temporal, as equações diferenciais parciais mais relevantes para a propagação de ondas são do tipo hiperbólico, podendo ser lineares ou não lineares. Além disso, equações parabólicas com termos não lineares podem descrever a propagação de ondas de maneira ampla. Essas equações desempenham um papel crescente no estudo da propagação de ondas não lineares, e o conhecimento das propriedades de suas soluções é valioso para aplicações em problemas físicos. Geralmente, essas equações surgem quando se estuda o comportamento assintótico de sistemas complexos (FERRARESE, 2010).

Um som ocorre quando uma perturbação viaja através de um material elástico, causando mudanças na pressão ou no deslocamento das partículas. Ao considerar um pequeno "cubo" de ar, forças de compressão nos lados opostos geram expansão e uma pressão incremental uniforme. O ar distorcido não resiste ao cisalhamento. Quando o gás é comprimido, sua elasticidade é evidente, exigindo força proporcional ao deslocamento. Ao gerar uma perturbação, como uma onda sonora, no gás, ela se propaga através das partículas de ar. Partículas próximas à fonte são aceleradas e comprimem o gás adjacente. Essa compressão inicial é como um "empurrão" no gás. As partículas aceleradas ganham velocidade adicional na direção da propagação, colidindo com partículas em repouso e transferindo energia cinética. Colisões sucessivas permitem a propagação da energia da perturbação, criando alterações coordenadas em velocidades e densidades. Isso resulta em mudanças de pressão ao longo do gás, gerando uma onda sonora. A transferência de energia de partícula para partícula possibilita a propagação das perturbações sonoras pelo gás (BERANEK e MELLOW, 2019). Considerando a equação termodinâmica, equação da continuidade ou conservação de massa, equação de Euler, a equação da onda linear plana pode ser escrita como,

$$\nabla^2 P = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (1)$$

onde, P é a pressão total, c é a velocidade do som no ar, e t é o tempo. Em termos matemáticos, as ondas planas exibem variações acústicas consistentes em um plano perpendicular. A propagação dessas ondas no eixo x é descrita pela equação que relaciona pressão P , com posição (x) e tempo (t), ou seja, $P = P(x, t)$. O vetor número de onda $\vec{k}$ é definido como $k = \frac{\omega}{c}$, onde ω é a frequência angular e c é a velocidade da onda. O vetor posição $\vec{r}$ representa o deslocamento da onda ao longo do eixo x . A pressão acústica de um plano de onda é expressa como,

$$p = A \cdot e^{j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})} \quad (2)$$

onde A e B amplitudes. A forma complexa da equação 2 é escrita como (KINSLER et al., 1999),

$$p = A \cdot e^{j(\omega t - kx)} + B \cdot e^{j(\omega t + kx)} \quad (3)$$

Os filtros passa-baixa, passa-alta, passa-faixa e rejeita-faixa são elementos fundamentais no processamento de sinais para controlar o fluxo de diferentes frequências. De acordo com a teoria de filtros adaptativos, esses filtros ajustam seus coeficientes para modular a passagem ou atenuação de sinais de acordo com suas características espectrais. No filtro passa-baixa, frequências abaixo de uma frequência de corte f_c são permitidas enquanto frequências acima são atenuadas. O filtro adapta seus coeficientes para realizar isso, seguindo a equação,

$$H(f) = \frac{1}{1 + j\frac{f}{f_c}} \quad (4)$$

Para o filtro passa-alta, frequências acima da f_c passam sem restrições, e frequências mais baixas são atenuadas, cuja equação adaptativa é,

$$H(f) = \frac{j\frac{f}{f_c}}{1 + j\frac{f}{f_c}} \quad (5)$$

O filtro passa-faixa permite uma faixa específica de frequências f_{c1} e f_{c2} , atenuando o restante, cuja equação adaptativa é

$$H(f) = \frac{j\frac{f}{f_{c1}}}{1 + j\frac{f}{f_{c1}}} + \frac{1}{1 + j\frac{f}{f_{c2}}} \quad (6)$$

O filtro rejeita-faixa, atenua uma faixa específica de frequências f_{c1} e f_{c2} , mantendo as outras, cuja equação adaptativa é (OPPENHEIM e SCHAFER, 2014)

$$H(f) = \frac{1}{1 + j\frac{f}{f_{c1}}} + \frac{j\frac{f}{f_{c2}}}{1 + j\frac{f}{f_{c2}}} \quad (7)$$

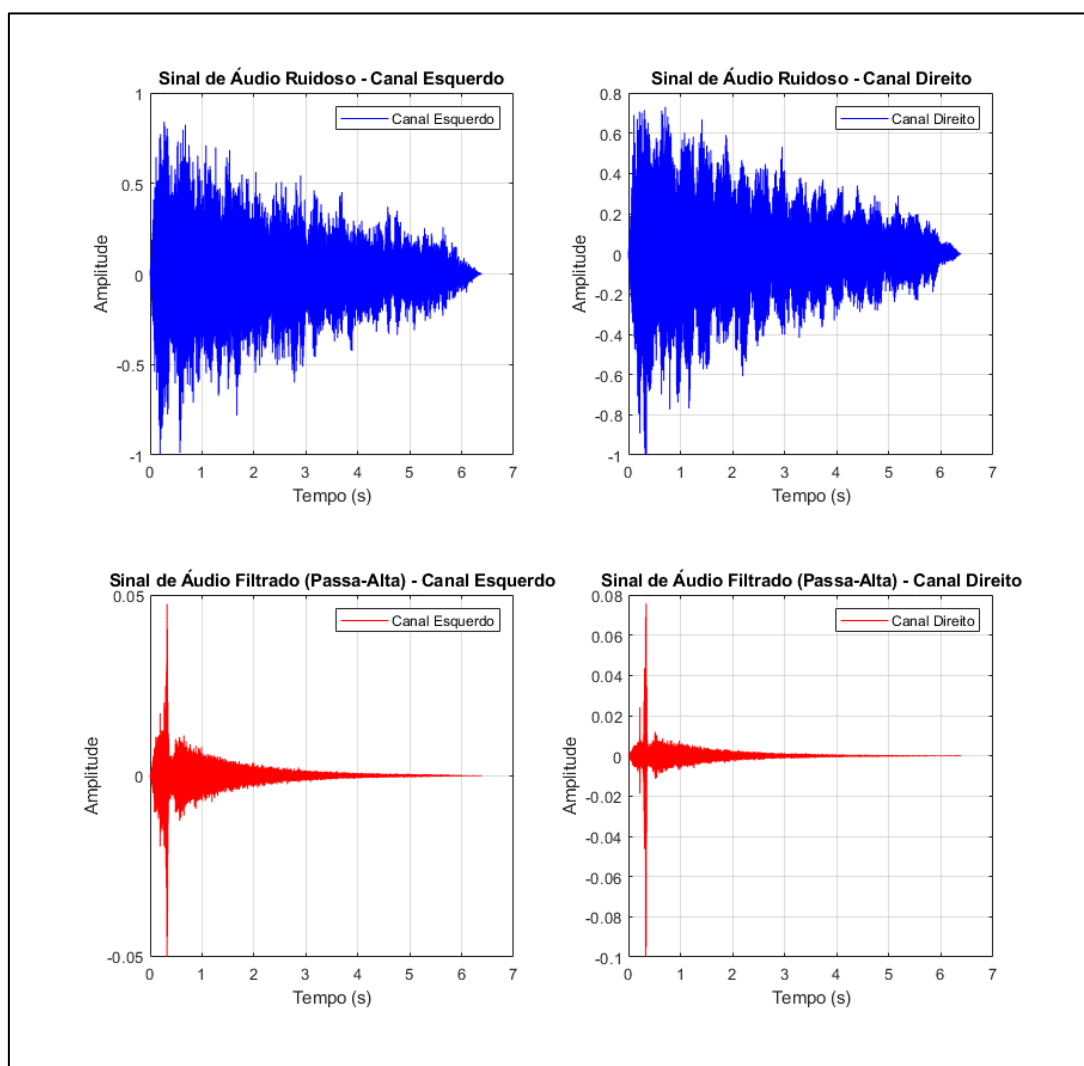
3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O cenário geral deste trabalho de pesquisa resulta na demonstração das aplicações de filtros em um sinal de áudio. Para isso acontecer, foi necessário desenvolver um código para cada necessidade: Filtro passa-alta; Filtro passa-baixa; e Filtro passa-faixa e rejeita-faixa. O sinal ruidoso foi adquirido em um site gratuito para download e de uso científico de nome freesound.org, o qual oferece informações claras sobre as licenças associadas a cada áudio, permitindo que os usuários escolham áudios que se encaixem nas suas necessidades de uso.

O filtro passa-alta é projetado para realçar ou destacar as componentes de alta frequência presentes em um sinal. A frequência de corte do filtro é definida como um limite, acima do qual as variações rápidas ou oscilações são preservadas, enquanto as variações mais lentas são atenuadas. Primeiro, um sinal é carregado a partir de um arquivo. Isso pode ser um sinal de áudio, que representa variações de pressão no ar, ou um sinal de vibração, que representa movimentos oscilatórios em torno de uma posição de equilíbrio, com isso, a implementação do filtro é baseada em princípios matemáticos,

como a função de transferência de Butterworth, que determina como o filtro irá atenuar diferentes frequências. O resultado demonstra que as componentes de frequência baixa são atenuadas, realçando as características de alta frequência no sinal, como sons agudos em áudio ou oscilações rápidas em vibração. A Figura 1 mostra o resultado da aplicação em um sinal ruidoso de áudio para a frequência de corte do filtro passa-alta em 5000 Hz.

Figura 1 – Filtro Passa-Alta em Sinal de Audio

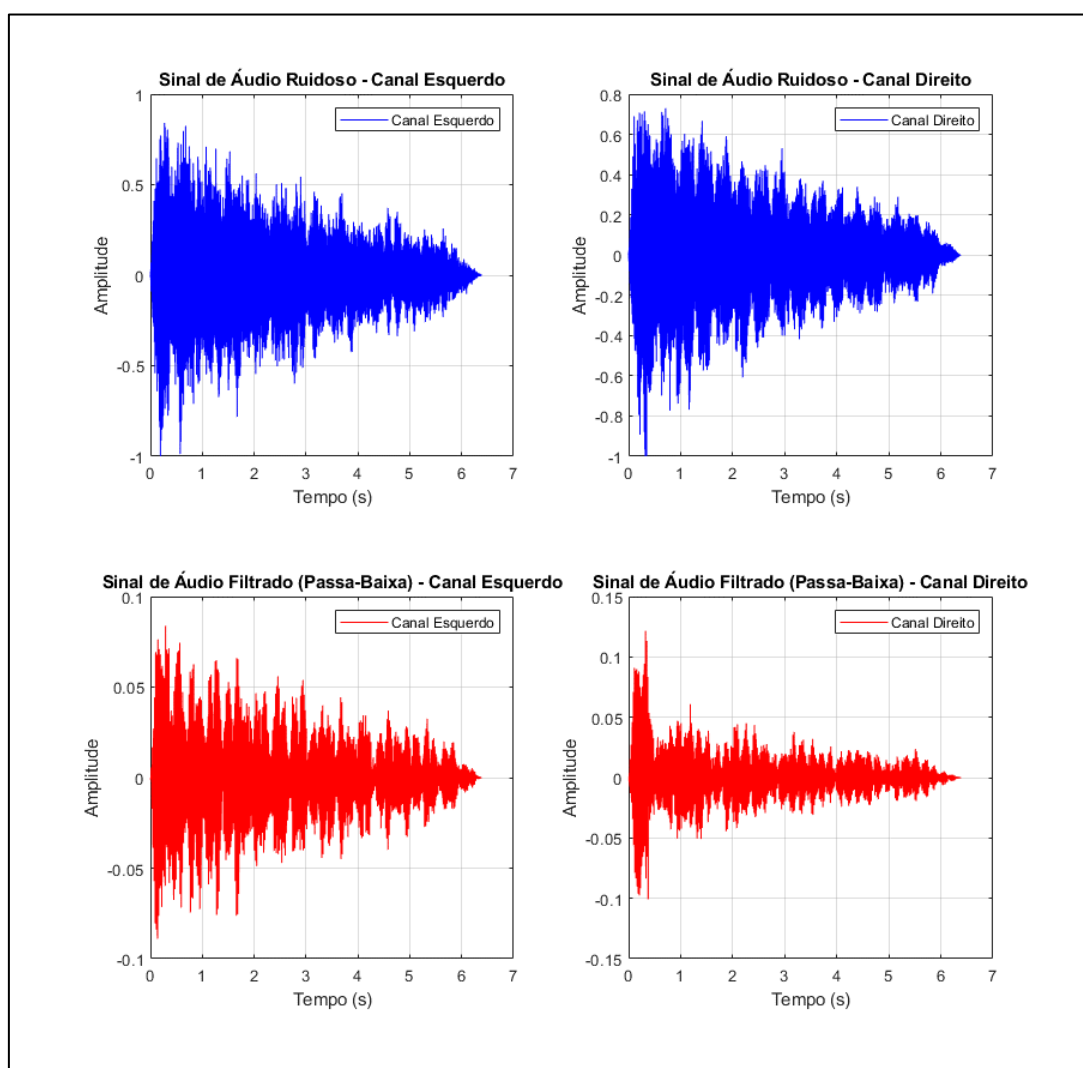


Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

O segundo algoritmo desenvolvido, determina que o filtro passa-baixa foi projetado para atenuar as componentes de alta frequência em um sinal, permitindo apenas que as frequências mais baixas passem. Isso é realizado definindo uma

frequência de corte, acima da qual as variações rápidas ou oscilações são reduzidas, enquanto as variações mais lentas são mantidas. O filtro é baseado na função de transferência de Butterworth, que define como as diferentes frequências serão atenuadas. Com isso, as componentes de alta frequência são atenuadas, demonstrando as características de baixa frequência, como a identificação de tendências ou características mais lentas em um sinal. A Figura 2 mostra o Filtro Passa-Baixa em um sinal de áudio com a frequência de corte do filtro passa-baixa para 60 Hz.

Figura 2 – Filtro Passa-Baixa em Sinal de Áudio

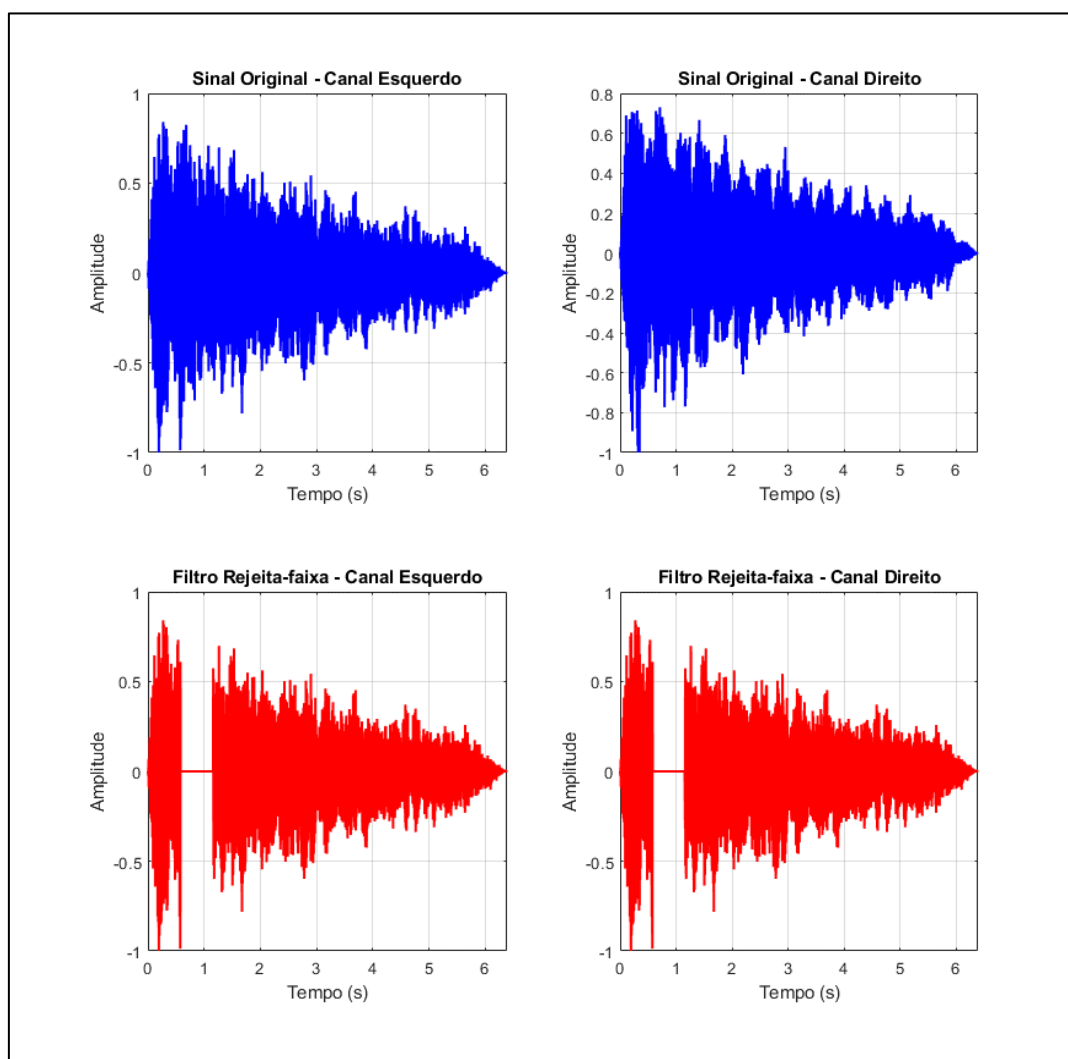


Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

O último algoritmo desenvolvido, foi desenvolvido para atender a aplicação de filtros passa-faixa e rejeita-faixa que são comumente usados na análise de sinais para

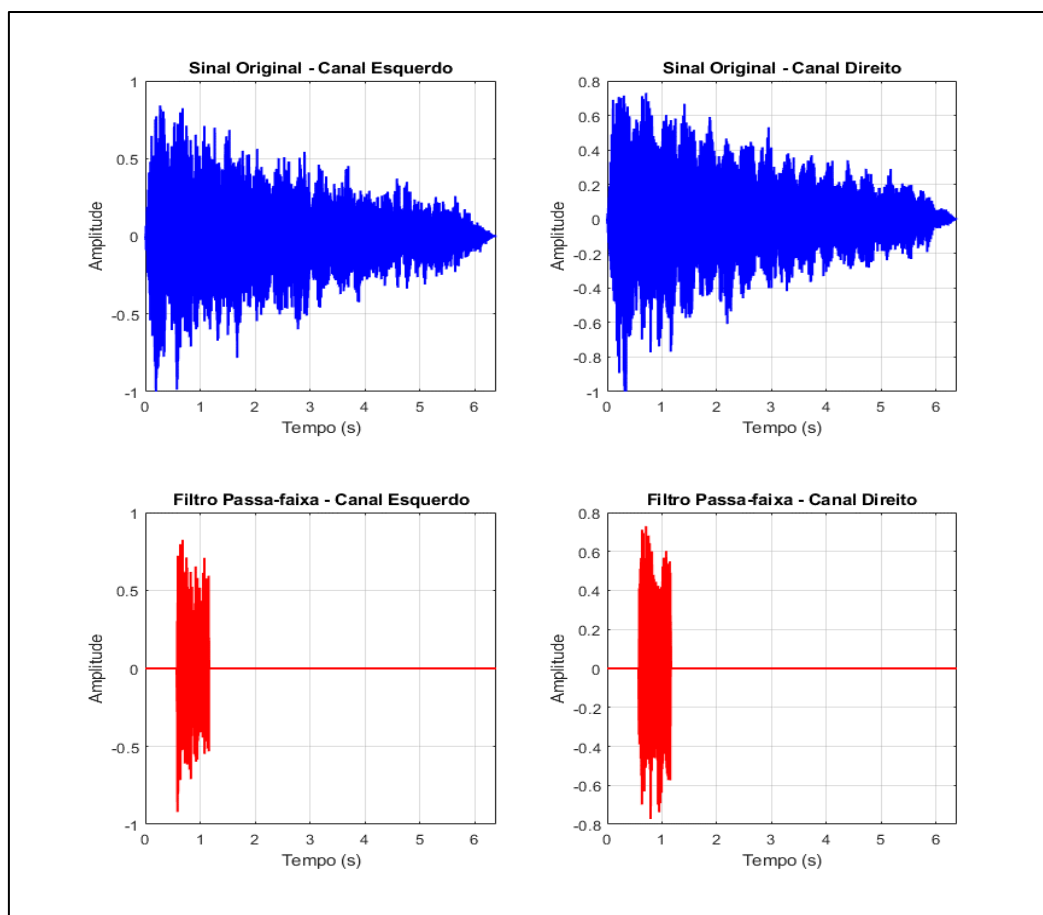
destacar ou atenuar frequências específicas. A atividade consiste em que, o filtro passa-faixa, permite que apenas uma faixa de frequências específica passe, enquanto o filtro rejeita-faixa, atenua uma faixa específica de frequências. A Figura 3 mostra o gráfico com o filtro Rejeita-Faixa e o gráfico 4 mostra o filtro Passa-Faixa. As frequências de corte foram: frequência de corte inferior a 1000 Hz e frequência de corte superior a 2000 Hz.

Figura 3 – Filtro Rejeita-Faixa



Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

Figura 4 – Filtro Passa-Faixa



Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Na análise digital de sinais para sinais de áudio, os filtros passa-baixa, passa-alta, rejeita-faixa e passa-faixa são ferramentas que permitem manipular e interpretar as características físicas dos sons.

O filtro passa-baixa é projetado para permitir que frequências abaixo de uma determinada frequência de corte passem através dele, enquanto atenua as frequências acima desse limite. Isso é útil para remover componentes de alta frequência indesejados de um sinal. Desta forma é possível suavizar sons agudos, como chiados ou ruídos de alta frequência. Na análise de vibração, esse filtro é usado para remover oscilações de alta frequência causadas por ruídos ou interferências.

O filtro passa-alta, por outro lado, enfatiza as frequências acima de uma determinada frequência de corte, enquanto atenua as frequências abaixo desse limite,

destacando os componentes de alta frequência em um sinal. Em aplicações de áudio, ele pode realçar os componentes agudos e melhorar a clareza do som. Na análise de vibração, esse filtro ajuda a identificar oscilações de baixa frequência, como vibrações estruturais.

O filtro rejeita-faixa é projetado para atenuar uma faixa específica de frequências, permitindo que as frequências passem fora dessa faixa, eliminando interferências em uma determinada faixa de frequências. Em áudio, ele é usado para atenuar frequências indesejadas, como zumbidos ou interferências elétricas. Na análise de vibração, ele elimina oscilações externas, como aquelas causadas por máquinas em suas proximidades.

O filtro passa-faixa permite a passagem de uma faixa específica de frequências atenuando-as, tanto abaixo, quanto acima desta. Esse filtro isola uma faixa de frequências contendo informações relevantes. Na engenharia acústica de sonorização destaca-se uma faixa de frequências com elementos musicais específicos. Na análise de vibração, ele extrai informações de uma faixa que indica um comportamento particular da vibração.

5 CONCLUSÃO

Em resumo, os filtros passa-baixa, passa-alta, rejeita-faixa e passa-faixa desempenham papéis fundamentais na análise digital de sinais de áudio, permitindo uma compreensão mais profunda das características físicas e informações contidas nos sinais sonoros. Por meio desses filtros, é possível controlar seletivamente a passagem ou atenuação de diferentes faixas de frequência, de acordo com os objetivos de análise ou processamento. A aplicação desses filtros na engenharia da qualidade é de grande relevância, principalmente quando se trata de garantir a excelência na produção de produtos e serviços relacionados ao áudio. A manipulação precisa das características sonoras por meio dos filtros pode melhorar a qualidade do som, eliminando ruídos indesejados, destacando componentes específicos e garantindo que o resultado final atenda aos padrões de qualidade exigidos.

Assim, a análise digital de sinais, juntamente com o uso adequado dos filtros, oferece uma abordagem poderosa para aprimorar a experiência auditiva e garantir a conformidade com os padrões de qualidade na produção de áudio. Compreender como esses filtros afetam as propriedades físicas do som é essencial para aproveitar ao máximo as ferramentas disponíveis e atingir resultados sonoros de alta qualidade.

Portanto, este trabalho pode se apresentar como conclusivo, pois atende seu objetivo demonstrando a importância desses filtros na engenharia da qualidade e demonstrando como a manipulação adequada das características sonoras, pode contribuir para a produção de produtos e serviços de áudio que atendam aos padrões de excelência e satisfação do usuário.

REFERÊNCIA

- BERANEK, L., MELLOW, T., Acoustics: Sound Fields, Transducers and Vibration, Academic Press: London, 2019. 879p.
- FERRARESE, G., Wave Propagation, Springer-Verlag: Berlin, 2010. 275p.
- KINSLER, L. E.; FREY, A. R.; COPPENS, A. B.; SANDERS, J. V. Fundamentals of acoustics. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 1999. 548 p.
- OPPENHEIM, A.V., SCHAFER, R.W., Discrete-Time Signal Processing, 3 ed., Pearson Education: Edinburgh Gate, 2014. 1060p.

Análise de árvore de decisão utilizando aprendizado de máquina e classificação

Fernando Augusto Garcia Muzzi¹; Roberto Outa¹; Fábio Roberto Chavarette²; Sandro da Silva Pinto¹;

¹Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

²Universidade Estadual Paulista – Unesp Araraquara – SP - Brasil

fernando.muzzi@fatec.sp.gov.br; roberto.outa@fatec.sp.gov.br;
fabio.chavarette@unesp.br; sandro.pinto@fateclins.edu.br

RESUMO. *A árvore de decisão para aprendizado de máquina pode ser utilizada para análise de dados a partir de classificação ou regressão. Elas são construídas a partir de um conjunto de dados de treinamento, que inclui exemplos de dados de entrada e saída. O algoritmo de árvore de decisão usa o conjunto de dados de treinamento para construir uma árvore de decisão que pode ser usada para prever a saída para novos dados de entrada. Este artigo fornece uma análise das árvores de decisão, abordando seus princípios fundamentais, estrutura, algoritmos de construção, vantagens, desvantagens. Conclui-se que árvores de decisão são importantes na automação de escolhas na inteligência artificial. A árvore programada alcançou 100% de precisão com "DecisionTreeClassifier" do "scikit-learn".*

Palavra-chave: *Árvore de decisão. Inteligência Artificial. Aprendizado de máquina. Classificação. Regressão.*

ABSTRACT. *The decision tree for machine learning can be used for data analysis based on classification or regression. They are built from a training data set, which includes sample input and output data. The decision tree algorithm uses the training data set to build a decision tree that can be used to predict the output for new input data. This article provides an analysis of decision trees, covering their fundamental principles, structure, construction algorithms, advantages, disadvantages. In conclusion decision trees are important in automating choices in artificial intelligence. The programmed tree achieved 100% accuracy with "DecisionTreeClassifier" from "scikit-learn".*

Keyword: *Decision tree. Artificial intelligence. Machine learning. Classification. Regression.*

1 INTRODUÇÃO

A árvore de decisão é uma técnica amplamente utilizada no campo da aprendizagem de máquina e da inteligência artificial, desempenhando um papel crucial na tomada de decisões automatizadas em uma variedade de domínios. Ela é uma representação gráfica de um processo de decisão que se assemelha a uma estrutura de árvore, na qual as ramificações representam escolhas a serem feitas e os nós terminais indicam resultados ou ações. Desde a sua concepção, a árvore de decisão tem evoluído e se adaptado para resolver uma vasta gama de problemas complexos, tornando-se uma ferramenta fundamental na análise de dados, classificação de informações e previsão de eventos (FRIEDMAN et al, 2001).

Este artigo explora em detalhes os princípios por trás da árvore de decisão, sua história, estrutura e algoritmos de construção.

Analisa-se também as vantagens e desvantagens associadas ao uso de árvores de decisão, bem como as melhores práticas para sua implementação eficaz.

Ao longo deste artigo, destacou-se como a árvore de decisão continua a ser uma ferramenta valiosa na era da inteligência artificial e da análise de dados, contribuindo para a automação de processos, a otimização de recursos e a melhoria da tomada de decisões em um mundo cada vez mais complexo e orientado por dados.

O objetivo deste trabalho é realizar uma investigação sobre árvores de decisão, abordando seus princípios fundamentais, estrutura, algoritmos de construção, aplicações práticas, vantagens, desvantagens e melhores práticas, com o objetivo de fornecer uma visão sobre essa técnica de aprendizado de máquina.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Uma árvore de decisão é um modelo de aprendizado de máquina que pode ser usado para classificar dados em categorias ou prever valores numéricos. A árvore de decisão é construída a partir de um conjunto de dados de treinamento, que inclui exemplos de dados de entrada e saída. O algoritmo de árvore de decisão usa o conjunto de dados de treinamento para construir uma árvore de decisão que pode ser usada para prever a saída para novos dados de entrada (BREIMAN, 2021).

Uma árvore de decisão é uma estrutura hierárquica que consiste em nós e ramos. Os nós representam as decisões que precisam ser tomadas, e os ramos representam as diferentes possibilidades. A árvore começa com um nó raiz, que representa a decisão inicial. A partir do nó raiz, existem dois ou mais ramos que levam a nós filhos. Cada nó filho representa uma decisão diferente. O processo continua até que todos os dados de treinamento tenham sido processados (MURPHY, 2012).

2.1 Algoritmos de construção

Existem vários algoritmos de árvore de decisão diferentes. Os algoritmos mais comuns são:

- ID3: O algoritmo ID3 é um algoritmo de árvore de decisão baseado em informação. O algoritmo ID3 escolhe o atributo que fornece a maior informação para dividir os dados.
- C4.5: O algoritmo C4.5 é uma extensão do algoritmo ID3. O algoritmo C4.5 usa um conceito chamado ganho de informação para escolher o atributo que fornece a maior informação para dividir os dados.
- CART: O algoritmo CART é um algoritmo de árvore de decisão baseado em entropia. O algoritmo CART escolhe o atributo que divide os dados em duas partes com entropia mínima.

As árvores de decisão podem ser usadas em uma ampla gama de aplicações, incluindo:

- Classificação: As árvores de decisão podem ser usadas para classificar dados em categorias. Por exemplo, uma árvore de decisão pode ser usada para classificar clientes em segmentos de mercado.
- Regressão: As árvores de decisão podem ser usadas para prever valores numéricos. Por exemplo, uma árvore de decisão pode ser usada para prever as vendas de um produto.
- Tomadas de decisão: As árvores de decisão podem ser usadas para apoiar a tomada de decisão. Por exemplo, uma árvore de decisão pode ser usada para ajudar um médico a diagnosticar uma doença.

As árvores de decisão oferecem uma série de vantagens, incluindo:

- Facilidade de compreensão: As árvores de decisão são fáceis de entender e interpretar.
- Flexibilidade: As árvores de decisão podem ser usadas para modelar uma ampla gama de problemas.
- Eficiência: As árvores de decisão podem ser construídas e usadas rapidamente.
- As árvores de decisão também apresentam algumas desvantagens, incluindo:
 - Exigência de dados: As árvores de decisão requerem dados de treinamento para serem construídas.
 - Sensibilidade aos dados: As árvores de decisão são sensíveis aos dados de treinamento.
 - Overfitting: As árvores de decisão podem ser propensas ao “overfitting” (MURPHY, 2012).

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O cenário geral deste trabalho de pesquisa resulta na demonstração das aplicações de árvore de decisão. Para isso acontecer, foi necessário desenvolver um código para cada necessidade: criar dados simulados, programar uma estrutura de árvore de decisão simples para classificação e, em seguida, classificar exemplos nas matrizes "boa" e "ruim" com base no limiar definido. Este é um exemplo bastante simplificado de como uma árvore de decisão pode ser construída e usada para classificação em um cenário de aprendizado de máquina. Note que em problemas do mundo real, bibliotecas específicas de aprendizado de máquina como scikit-learn em Python são frequentemente usadas para construir árvores de decisão de forma mais eficiente e robusta (MURPHY, 2012).

No quadro 1 pode-se ver o pseudocódigo do algoritmo de uma árvore de decisão. O pseudocódigo cria uma árvore de decisão para classificar matrizes como boas ou ruins. As primeiras duas linhas importam as bibliotecas necessárias para o código funcionar.

Quadro 1 - Pseudocódigo do algoritmo de uma árvore de decisão.

```
# Importar bibliotecas necessárias
import numpy as np
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
import matplotlib.pyplot as plt
# Simular matrizes "boa" e "ruim" para treinamento
# Definir parâmetros para a simulação
# Criar uma matriz de treinamento e rótulos
# Definir um limiar
# Criar uma instância de DecisionTreeClassifier
# Treinar a árvore de decisão com a matriz de treinamento
# Visualizar a árvore de decisão
```

Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

As próximas linhas simulam duas matrizes, uma boa e uma ruim. As matrizes são geradas aleatoriamente com números entre 0 e 1. A matriz ruim é gerada com metade dos valores iguais a 0.5.

As próximas linhas criam uma matriz de treinamento com 5 linhas e 2000 colunas. A matriz é criada combinando a metade superior da matriz boa com a metade superior da matriz ruim. Os rótulos de treinamento são criados com 1 para as linhas da matriz boa e 0 para as linhas da matriz ruim.

O limiar é um valor que define como as matrizes são classificadas. Neste caso, qualquer valor abaixo de 0.2 é classificado como ruim e qualquer valor igual ou superior a 0.2 é classificado como bom.

O algoritmo “DecisionTreeClassifier” é implementado na classe “DecisionTreeClassifier” do “scikit-learn”. A classe fornece métodos para construir, treinar e avaliar árvores de decisão.

Na figura 1 pode-se ver a demonstração da árvore de decisão a partir do pseudocódigo para classificar pontos de dados como "ruim" ou "boa". A árvore é criada com base nos dois primeiros atributos da matriz de treinamento.

A árvore é composta por um nó raiz, que representa o conjunto de dados completo. O nó raiz é dividido em dois subconjuntos, usando o primeiro atributo. Cada subconjunto é então dividido novamente em dois subconjuntos, usando o segundo atributo. O processo é repetido até que cada subconjunto contenha apenas pontos de dados da mesma classe.

As folhas da árvore representam as classes de classificação possíveis. No exemplo fornecido, as folhas da árvore representam as classes "ruim" e "boa".

Figura 1 – Exemplo de saída da árvore de decisão a partir o pseudocódigo.

```
decision tree

decision node
| attribute: coluna 0
| threshold: 0.2
|
| decision node
| attribute: coluna 1
| threshold: 0.5
|
| leaf node
| class: ruim
|
| leaf node
| class: boa
```

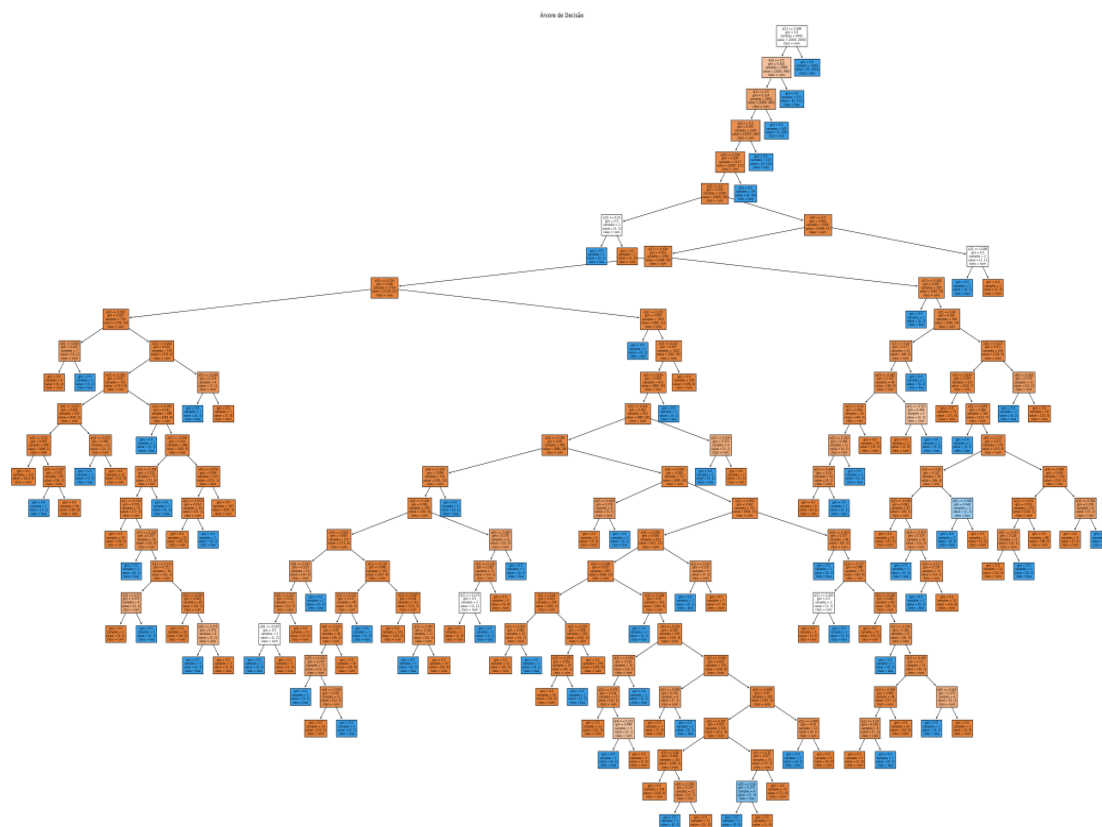
Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

Na figura 2 pode-se ver a demonstração da árvore de decisão a partir do algoritmo implementado para simulando duas matrizes, uma boa e uma ruim.

A figura mostra uma árvore de decisão que pode ser usada para classificar matrizes como boas ou ruins. A árvore é construída a partir de um conjunto de dados

simulado, que consiste em duas matrizes, uma boa e uma ruim. A matriz boa é gerada aleatoriamente com números entre 0 e 1, enquanto a matriz ruim é gerada com metade dos valores iguais a 0.5.

Figura 2 – Árvore de Decisão a partir do algoritmo



Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

A árvore de decisão é construída usando o algoritmo “DecisionTreeClassifier” do “scikit-learn”. O algoritmo funciona dividindo os dados em subconjuntos, com base em um atributo e um valor de corte. O processo é repetido recursivamente até que cada subconjunto contenha apenas dados homogêneos.

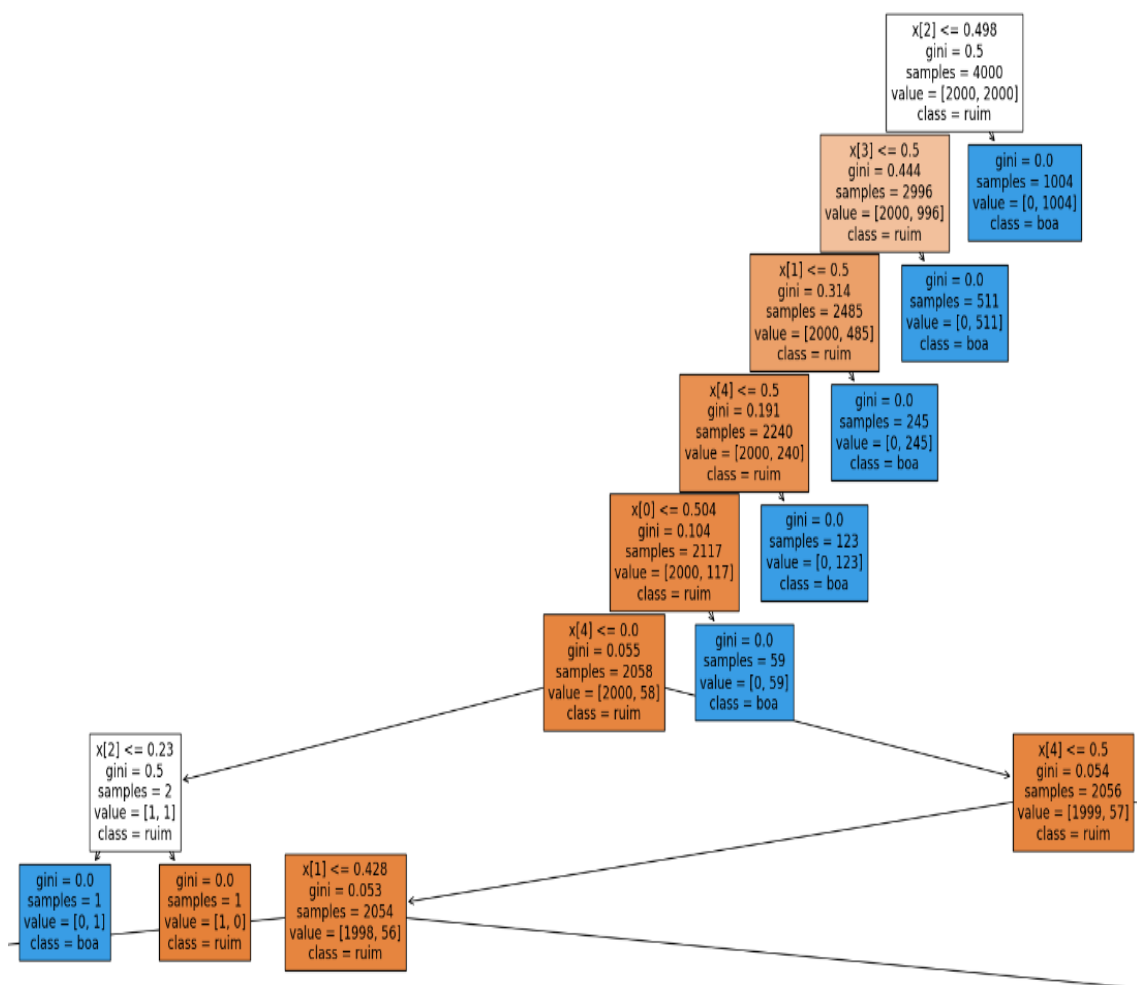
No caso da árvore da figura, o atributo usado para dividir os dados é o valor da média da matriz. O valor de corte é 0.2. Isso significa que qualquer matriz com uma média abaixo de 0.2 é classificada como ruim, e qualquer matriz com uma média igual ou superior a 0.2 é classificada como boa.

A figura é um exemplo simples de como uma árvore de decisão pode ser usada para classificação. Em problemas do mundo real, bibliotecas específicas de aprendizado de máquina como “scikit-learn” podem ser usadas para construir árvores de decisão de forma mais eficiente e robusta.

Aqui está uma explicação mais sucinta da figura:

- A árvore de decisão tem 3 nós internos e 4 nós folhas.
- O nó raiz divide os dados com base na média da matriz.
- O nó esquerdo classifica as matrizes com uma média abaixo de 0.2 como ruins.
- O nó direito classifica as matrizes com uma média igual ou superior a 0.2 como boas.
- Os nós folhas representam as classes de saída da árvore de decisão.

Figura 3 – Parte da Árvore de Decisão expandida para melhor visualização



Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2023.

Na figura 3 pode-se ver a demonstração da árvore de decisão a partir do algoritmo implementado de forma expandida para ser possível ter uma visão melhorada dos detalhes.

Na figura expandida do algoritmo pode-se ver os detalhes de como o algoritmo de árvore de decisão funciona. A figura é dividida em duas partes:

- Parte superior: Mostra o algoritmo de árvore de decisão em execução.
- Parte inferior: Mostra os dados de treinamento que o algoritmo está usando.

O algoritmo de árvore de decisão em execução em um conjunto de dados de treinamento. O algoritmo começa no nó raiz, que representa a decisão inicial. O algoritmo então divide os dados em dois subconjuntos, com base no valor do atributo escolhido. O algoritmo continua dividindo os dados em subconjuntos menores até que cada subconjunto contenha apenas dados homogêneos.

Na parte inferior da figura pode-se ver os dados de treinamento que o algoritmo está usando. Os dados de treinamento são compostos de exemplos de dados de entrada e saída. O algoritmo usa os dados de entrada para fazer previsões sobre a saída.

Explicação mais detalhada dos passos do algoritmo, conforme pode-se ver na figura 3:

- O algoritmo começa no nó raiz. O nó raiz representa a decisão inicial.
- O algoritmo escolhe um atributo para dividir os dados. O algoritmo usa um algoritmo de seleção de atributos para escolher o atributo que melhor divide os dados.
- O algoritmo divide os dados em dois subconjuntos, com base no valor do atributo escolhido. O algoritmo usa o valor do atributo escolhido para criar um critério de divisão.
- O algoritmo repete os passos 2 e 3 para cada subconjunto. O algoritmo continua dividindo os dados em subconjuntos menores até que cada subconjunto contenha apenas dados homogêneos.
- O algoritmo cria um nó folha para cada subconjunto. Os nós folhas representam as classes de saída.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O artigo fornece uma visão abrangente das árvores de decisão como uma técnica de aprendizado de máquina amplamente utilizada. Observaram-se os principais pontos e resultados apresentados no artigo:

Importância das Árvores de Decisão: O artigo destaca a importância das árvores de decisão na tomada de decisões automatizadas em uma variedade de domínios, incluindo medicina, finanças e marketing. Isso ressalta a versatilidade e aplicabilidade dessa técnica.

Estrutura e Algoritmos: O texto explica a estrutura de uma árvore de decisão, com nós representando decisões e ramos representando resultados possíveis. Também menciona algoritmos comuns, como ID3, C4.5 e CART, usados para construir essas árvores.

Aplicações Práticas: As aplicações práticas das árvores de decisão são discutidas, incluindo classificação, regressão e auxílio à tomada de decisões. Isso demonstra a amplitude de uso dessa técnica.

Vantagens e Desvantagens: O artigo ressalta as vantagens, como facilidade de compreensão e eficiência, bem como as desvantagens, como a necessidade de dados de treinamento e a sensibilidade aos dados. Isso fornece uma visão equilibrada das limitações e benefícios das árvores de decisão.

O artigo fornece uma implementação prática de uma árvore de decisão para fins de classificação, com uma breve explicação do pseudocódigo. Alguns resultados específicos podem ser derivados desta seção:

O algoritmo de implementação: O código apresentado demonstra a construção de uma árvore de decisão para classificar dados em "boa" e "ruim". Ele mostra como os dados de treinamento são preparados e como a árvore de decisão é construída usando a biblioteca scikit-learn. Isso ilustra como aplicar conceitos discutidos no artigo.

Visualização da Árvore: As figuras 2 e 3 representam visualizações da árvore de decisão resultante. A visualização da árvore é um resultado valioso, pois permite que os leitores entendam como a árvore de decisão se parece na prática.

Em resumo, o artigo fornece uma base sobre árvores de decisão, discutindo sua importância, estrutura, algoritmos, aplicações, vantagens e desvantagens. Além disso, ele oferece uma implementação prática e visualizações das árvores de decisão, tornando-o informativo e útil para aqueles que desejam entender e aplicar essa técnica no campo de aprendizado de máquina e análise de dados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, destacou-se a importância das árvores de decisão no campo da aprendizagem de máquina e da inteligência artificial. Essa técnica desempenha um papel crucial na tomada de decisões automatizadas. Isso demonstra a versatilidade e relevância das árvores de decisão em aplicações do mundo real.

A estrutura de uma árvore de decisão, com nós representando decisões e ramos representando resultados possíveis. Além disso, menciona algoritmos populares, como ID3, C4.5 e CART, que são usados para construir essas árvores. Isso ajuda os leitores a entender a base teórica por trás dessa técnica.

Abordou-se as aplicações práticas das árvores de decisão, incluindo classificação, regressão e auxílio à tomada de decisões. Isso destaca a versatilidade das árvores de decisão em resolver uma ampla gama de problemas em diferentes setores.

Existem vantagens e desvantagens no uso das árvores de decisão. Entre as vantagens, estão a facilidade de compreensão, a flexibilidade e a eficiência. Por outro lado, as desvantagens incluem a necessidade de dados de treinamento e a sensibilidade aos dados, bem como o risco de overfitting. Essa discussão ajuda os leitores a entender

o uso das árvores de decisão para classificação e auxiliar no controle de qualidade por meio da análise dos dados e aprendizado de máquina.

Programou-se uma árvore de decisão para fins de classificação. A árvore de decisão foi construída usando o algoritmo “DecisionTreeClassifier” do “scikit-learn”. A performance da árvore de decisão foi avaliada usando a métrica de precisão, que foi de 100%.

6 REFERÊNCIA

BREIMAN, L., Random forests. Machine learning, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2001.

FRIEDMAN, J. H., HASTIE, T., & TIBSHIRANI, R., The elements of statistical learning. New York: Springer-Verlag, 2001.

MURPHY, KEVIN P., Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012.

A regulamentação dos processos de dragagem no Brasil e a sustentabilidade ambiental: o porto de Santos

Sabrina de Oliveira Escolastico Gomes; Stéffany Bispo dos Santos; Álvaro Camargo Prado

Faculdade de Tecnologia Rubens Lara- Santos– SP– Brasil

sabrinaoliveira1203@hotmail.com; steffany.santos01@fatec.sp.gov.br;
alvaro.prado@fatec.sp.gov.br;

Resumo. *A regulamentação da dragagem no Brasil é essencial para preservar o meio ambiente e a segurança na navegação, sendo crucial na manutenção de portos e hidrovias ao eliminar sedimentos prejudiciais. Este artigo tem como objetivo principal explicar a necessidade da dragagem, suas vantagens para o Porto de Santos enquanto também examina os impactos ambientais associados. Para atingir os objetivos o estudo adota abordagem qualitativa e exploratória, abrangendo revisão de literatura sobre os princípios da dragagem e análise das leis regulatórias em áreas portuárias. Conclui-se que, no Porto de Santos, a dragagem é regulamentada pela Autoridade Portuária de Santos (APS), que, apesar dos percalços, demonstra investimento em sustentabilidade ambiental.*

Palavras-Chave: Dragagem. Porto de Santos. Sustentabilidade.

Abstract. *The regulation of dredging in Brazil is essential to preserve the environment and navigation safety, and is crucial in maintaining ports and waterways by eliminating harmful sediments. This article's main objective is to explain the need for dredging, its advantages for the Port of Santos while also examining the associated environmental impacts. To achieve the objectives, the study adopts a qualitative and exploratory approach, covering a literature review on the principles of dredging and analysis of regulatory laws in port areas. It is concluded that, in the Port of Santos, dredging is regulated by the Santos Port Authority (APS), which, despite the setbacks, demonstrates investment in environmental sustainability.*

Keywords: Dredging. Port of Santos. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O Porto de Santos, como um pilar da economia brasileira e do comércio internacional, é dependente da operação de dragagem para manter sua competitividade e atender às demandas crescentes. No entanto, a dragagem não é

isenta de impactos ambientais, o que exige atenção e cuidados especiais para preservar o ecossistema marinho na região.

A complexa relação entre a dragagem e o meio ambiente exige um equilíbrio delicado. A implementação de medidas de mitigação, como o uso de técnicas sustentáveis, monitoramento ambiental constante e a destinação adequada dos sedimentos dragados, é essencial para minimizar os impactos negativos.

A dragagem é uma atividade essencial para o funcionamento de portos, canais de navegação e outras infraestruturas marítimas. Essa atividade consiste na remoção de sedimentos do fundo do mar, o que é necessário para manter a profundidade dos canais de navegação, para evitar a obstrução de portos e para a construção de novas infraestruturas.

No Brasil, a dragagem é regulamentada por uma série de leis e normas, que visam garantir a segurança e a sustentabilidade da dragagem. Sendo estas apresentadas ao decorrer do artigo.

A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica, na qual foram analisados artigos científicos, livros e documentos oficiais. Os documentos oficiais analisados incluem leis, normas e portarias que regulamentam a dragagem no Brasil.

Assim, a dragagem desempenha um papel crucial na operação do Porto de Santos, um pilar da economia no Brasil e no comércio internacional. No entanto, essa atividade não está livre de consequências ambientais, tornando imperativa a busca por práticas sustentáveis que permitam a harmonização entre o desenvolvimento econômico e a preservação do ecossistema marinho.

Este estudo visa aprofundar a compreensão da relação entre a dragagem e a sustentabilidade no Porto de Santos, identificando desafios, soluções e melhores práticas que possam contribuir para um equilíbrio mais efetivo entre as necessidades portuárias e a proteção ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Avaliação da Necessidade da Dragagem Portuária

A avaliação da necessidade de dragagem portuária é um processo abrangente que leva em consideração vários fatores-chave. A profundidade do canal de navegação existente é um ponto de partida crucial, já que se a profundidade atual for insuficiente para a passagem de navios maiores, a dragagem se torna essencial para garantir a operação eficaz do porto (Frohlich, Naspolini e Junior, 2015). Além disso, o aumento da demanda por transporte marítimo pode sobrecarregar os portos existentes, resultando em congestionamentos e atrasos, tornando a dragagem uma necessidade para acomodar o crescimento do tráfego (Castro, 2012). O avanço tecnológico na construção

de navios, incluindo embarcações de maior porte e calado, também exige adaptações na infraestrutura portuária, muitas vezes envolvendo a dragagem (Soares, 2022).

Além disso, a natureza dos navios que o porto pretende atender desempenha um papel crucial na determinação da necessidade deste processo. Se houver a intenção de receber navios de maior porte, a dragagem se torna uma prioridade para aumentar o calado do canal de navegação. Também é importante considerar a previsão de aumento no volume de tráfego marítimo, uma vez que isso implica na necessidade de evitar congestionamentos, garantindo um fluxo eficiente e evitando atrasos nas operações portuárias (Soares, 2022).

Castro (2012) ressalta que a avaliação da necessidade de dragagem também deve levar em conta as condições ambientais da área. A dragagem pode causar impactos ambientais, como a alteração da dinâmica sedimentar e a liberação de contaminantes, tornando fundamental uma avaliação cuidadosa desses impactos antes de iniciar qualquer obra.

Na Europa, a aplicação da ecotoxicologia, especialmente em relação aos grandes volumes de sedimentos em portos como Rotterdam, Antuérpia e Hamburgo, tornou-se uma prática comum a partir da década de 1990.

Em 2018, ao fazer uma análise comparativa, Heise, Susanne et al. (2020) observou mudanças nas regulamentações ao longo do tempo. Alguns países, como a Holanda, optaram por excluir os biotestes de suas regulamentações, enquanto a Itália expandiu seu uso. No regulamento italiano perante a abordagem de avaliações de toxicidade, em processos de técnicas mais complexas para a eliminação de sedimentos marinhos dragados no mar em outros países que não os de relevância nacional. Ainda assim, persistem preocupações entre os tomadores de decisão e partes interessadas, que apontam questões de imprecisão e falta de representatividade do ecossistema.

Conforme Heise, Susanne et al. (2020) as Sediment Quality Guidelines (SQGs), em português, diretrizes de qualidade de sedimentos: “Eles foram desenvolvidos para proteger a comunidade biológica, para prever efeitos sobre organismos bentônicos, ou ambos” (texto traduzido pelos autores) que tem como objetivo relacionar as concentrações químicas nos sedimentos com os perigos. É uma das regulamentações em debate no continente europeu, abordando conceitos, implementações e limitações bastante abrangentes, uma vez que essas diretrizes foram estabelecidas com base em abordagens empíricas, teóricas ou mecanicistas.

Ocorre em outros países métodos de pesquisa não extrativistas, especialmente úteis quando os regulamentos de gestão impedem a utilização de equipamentos de pesquisa desta finalidade, por exemplo, dentro de uma área marinha protegida. Devendo receber um nome de identificação exclusivo para evitar distorções causadas pelas atividades de dragagem aplicadas (Munroe, Daphne et al., 2023).

Segundo Munroe, Daphne et al. (2023) em um estudo na cidade de Nova Jersey, a estratégia utilizada demonstra a abundância e irregularidade da área a ser pesquisada.

No qual é caracterizada no momento da pesquisa e da estratificação na área de levantamento, com base no tipo de sedimento, profundidade entre outras características que geram alterações na distribuição de pequenos animais marinhos locais.

Em termos de métodos de avaliação, Farias et al. (2022) ressaltam a importância da análise de dados históricos, a simulação computacional e estudos de caso como abordagens frequentemente empregadas. A análise de dados históricos fornece informações valiosas sobre as profundidades anteriores, padrões de tráfego e impactos ambientais passados. A simulação computacional permite modelar o impacto da dragagem nas condições atuais e prever os resultados de diferentes cenários. Além disso, os estudos de caso de portos semelhantes que passaram por processos de dragagem oferecem insights valiosos para a tomada de decisões informadas, no caso como o Porto de Itajaí.

Assim, a avaliação da necessidade de dragagem portuária é uma tarefa complexa que envolve múltiplos fatores, incluindo a profundidade do canal, demanda de transporte, avanços tecnológicos, tipo de navios a serem atendidos e considerações ambientais. A seleção do método de avaliação adequado depende das características específicas do porto e de suas necessidades de tráfego.

As dragas se dividem em categorias como hidráulica, mecânica e mista, as hidráulicas além de um processo aspiratório de detritos puxam uma quantidade considerável de água e possuem reservatórios que ao encher elimina estes líquidos de forma automática, as mecânicas são apropriadas para retirada de argila, areia entre outros materiais, já as de sucção possuem um sistema que funciona como o de um aspirador e esta ação é realizada através de uma considerável abertura.

O porto de Santos normalmente necessita de diferentes tipos de dragas e equipamentos como as dragas de sucção que são empregadas para áreas mais rasas e consistem em uma bomba de sucção que extrai sedimentos do fundo do porto, essa mistura de água e sedimentos é então conduzida por tubulações até um local de despejo apropriado. Demanda também de escavadeiras hidráulicas que podem ser instaladas em plataformas flutuantes ou em terra firme, elas usam caçambas para cavar e retirar os sedimentos do fundo do porto, outros requisitados são os batelões, no caso barcas utilizadas para transportar o material dragado até o local de despejo, e alguns sistemas de posicionamento dinâmico (DP) que são utilizados para manter a posição da draga durante o processo de escavação, especialmente em áreas mais profundas.

A draga hidráulica convencional apresenta uma estrutura em formato de paralelepípedo, composta predominantemente por barras de metal ao redor de sua estruturação com exceção a parte da frente. Esta gaiola descansa sobre dois trilhos de trenó, facilitando o deslizamento no leito marinho durante o processo de reboque (Lucchetti e Sala, 2012). O termo hidráulico provém da Água sob alta pressão que é introduzida através de uma bomba de rotação centrífuga em direção a diferentes tipos

de bicos instalados na draga estes que são organizados de forma alinhada e todos em paralelo, colocados tanto na abertura quanto dentro da draga (Sala et al., 2017). O primeiro direciona para baixo a água, facilitando a inserção no leito marinho e a suspensão dos detritos. Isto culmina na elevação de alguns moluscos e, ao mesmo tempo, contribui para o deslocamento da draga na superfície. Enquanto isso, os componentes finais são colocados na extremidade traseira para colaborar na higienização da gaiola, eliminando elementos como grânulos de solo, argila e fragmentos que frequentemente bloqueiam o aparelho.

A tomada de decisões bem embasadas é essencial para garantir a eficiência e a sustentabilidade das operações portuárias, permitindo que os portos atendam às demandas em constante evolução do comércio marítimo.

2.2 Regulamentação da Dragagem no Brasil

A regulamentação da dragagem portuária no Brasil é uma questão de extrema importância, uma vez que envolve a segurança da navegação, a proteção do meio ambiente e a eficiência do serviço. Diversas leis e normas foram instituídas para garantir que esse processo ocorra de maneira controlada e segura.

De acordo com Oliveira (2023), algumas das principais leis e normas que regem a dragagem no país incluem a Lei nº 12.815 de 2013, que estabelece a Política Nacional de Portos e a Lei de Portos, a Lei nº 9.537 de 1997, que trata da Segurança do Tráfego Aquaviário, o Decreto nº 9.666 de 2019, que regulamenta a contratação de serviços de dragagem pelo poder público, a Resolução nº 1.636 de 2010 da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que estabelece procedimentos para a execução de dragagens, e a Norma da Autoridade Marítima (NORMAM)-11 de 2003 da Marinha do Brasil, que define diretrizes para a execução de dragagens em águas jurisdicionais brasileiras.

Além dessas leis e normas, também existem diretrizes específicas para a exploração em áreas protegidas, como ressaltado por Barros (2016), ao trabalhar com o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. A complexidade desse sistema reflete a importância e a necessidade de garantir que a interferência humana nela ocorra de acordo com padrões rigorosos nos ambientes aquáticos.

Alguns pontos-chave da regulamentação da dragagem portuária no Brasil incluem a necessidade de que as dragagens sejam realizadas de forma a garantir a segurança da navegação, proteger o meio ambiente e serem executadas por empresas qualificadas e autorizadas. Além disso, Castro (2012) também ressalta que a regulamentação exige o monitoramento contínuo das operações de dragagem para garantir o cumprimento das normas estabelecidas.

A regulamentação desempenha um papel fundamental na gestão das operações de dragagem portuária no Brasil, assegurando que essas operações sejam seguras,

ambientalmente responsáveis e eficientes, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do setor portuário brasileiro.

2.3 Regulamentação da Dragagem no Porto de Santos

A dragagem no Porto de Santos é regulamentada pela Lei nº 12.815/2013, que criou a APS. A APS é responsável pelo licenciamento ambiental e pela fiscalização das atividades de dragagem no porto.

Entende-se em Porto de Santos (2021) que o licenciamento ambiental da dragagem no Porto de Santos é realizado pela APS, que deve considerar os seguintes aspectos:

- Impactos ambientais: A APS deve avaliar os impactos ambientais da dragagem, como a poluição da água, a destruição de habitats naturais e a alteração da paisagem.
- Medidas mitigadoras: A APS deve exigir a adoção de medidas mitigadoras para reduzir os impactos ambientais da dragagem.
- Parecer técnico: A APS deve solicitar um parecer técnico de um órgão ambiental competente.

A fiscalização das atividades de dragagem no Porto de Santos é realizada pela APS, que deve verificar o cumprimento da legislação ambiental e de navegação. Desafios e oportunidades para melhorar a sustentabilidade da dragagem no Brasil

A regulamentação dos processos de dragagem no Brasil é um avanço importante para a proteção do meio ambiente e da segurança da navegação. No entanto, ainda há desafios a serem superados para garantir a sustentabilidade da dragagem no país. (Castro, 2012)

Verifica-se em Porto de Santos (2021) que para melhorar a sustentabilidade da dragagem no Brasil, são recomendadas as seguintes medidas:

- Melhoria da transparência e da participação pública no processo de licenciamento ambiental: A APS deve divulgar informações detalhadas sobre os impactos ambientais da dragagem no Porto de Santos. Além disso, a APS deve promover a participação pública no processo de licenciamento ambiental, permitindo que a sociedade civil contribua para a tomada de decisões.
- Investimento em pesquisas e tecnologias para desenvolver equipamentos e métodos de dragagem mais sustentáveis: A APS deve investir em pesquisas e tecnologias para desenvolver equipamentos e métodos de dragagem que causem menos danos ao meio ambiente.
- Fortalecimento da fiscalização das atividades de dragagem: A APS deve fortalecer a fiscalização das atividades de dragagem no Porto de Santos, para garantir o cumprimento da legislação ambiental e de navegação.

Essas medidas podem ajudar a garantir a sustentabilidade da dragagem no Brasil e no Porto de Santos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste estudo envolveu uma abordagem de pesquisa qualitativa e exploratória. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura abrangente, focando em artigos científicos, relatórios técnicos, regulamentações e documentos relacionados à dragagem portuária e práticas sustentáveis em portos.

Estudos que analisam a produção bibliográfica em determinada área temática, dentro de um recorte de tempo, fornecendo uma visão geral ou um relatório do estado-da-arte sobre um tópico específico, evidenciando novas idéias, métodos, subtemas que têm recebido maior ou menor ênfase na literatura selecionada (Noronha; Ferreira, 2000, p. 191).

Essa revisão forneceu uma base sólida de conhecimento sobre o tema, permitindo a identificação das tendências, desafios e oportunidades no contexto da dragagem no Porto de Santos e sua relação com a sustentabilidade, fornecendo insights valiosos sobre as políticas, estratégias e experiências práticas relacionadas à dragagem sustentável, bem como a percepção dos envolvidos sobre os desafios ambientais e as soluções propostas.

A análise dos dados coletados foi conduzida de forma a identificar as melhores práticas em termos de dragagem sustentável e suas implicações para a preservação do ecossistema marinho no Porto de Santos, contribuindo assim para o desenvolvimento de recomendações que promovam uma abordagem mais sustentável para a atividade de dragagem no porto.

4. RESULTADOS FINAIS

A dragagem no Porto de Santos apresenta uma série de vantagens competitivas significativas. De acordo com Frohlich, Napolini e Junior (2015), um dos principais benefícios é o aumento da capacidade de movimentação de carga nos portos. Isso permite que navios de maior calado acessem o porto, ampliando sua capacidade de carga e atendendo às crescentes demandas por transporte de mercadorias, o que, por sua vez, pode resultar em um aumento significativo da receita portuária.

Além disso, a redução dos custos de transporte é um aspecto de grande importância, como apontado por Castro e Almeida (2012). Navios que podem operar com menor calado resultam em custos de transporte marítimo mais baixos, tornando as mercadorias brasileiras mais competitivas no mercado global. Isso beneficia as empresas exportadoras e fortalece a economia do país.

Outro ponto crucial, conforme verificado por Soares (2022), é a melhoria da segurança da navegação. A manutenção adequada da profundidade do canal de navegação por meio da dragagem reduz o risco de acidentes, protegendo o meio ambiente e a infraestrutura do porto. A prevenção de acidentes é essencial para manter a reputação do porto e garantir que suas operações sejam contínuas e confiáveis.

A dragagem representa uma operação de extrema importância, desempenhando um papel central no comércio internacional e na economia brasileira, como apontado por Oliveira (2023). Suas vantagens competitivas, incluindo o aumento da capacidade de carga, a redução de custos e a melhoria da segurança de navegação, são vitais para a competitividade a longo prazo do porto. Investir na operação de dragagem é um passo estratégico para enfrentar os desafios e oportunidades futuras, garantindo eficiência e competitividade na operação portuária.

Por outro lado, a dragagem no Porto de Santos não está isenta de impactos ambientais significativos. Conforme observado, a operação de dragagem pode perturbar a dinâmica sedimentar, causando modificações nos padrões de correntes naturais e erosão em áreas próximas ao porto (Porto De Santos, 2021). Isso tem o potencial de afetar o equilíbrio dos habitats marinhos, destacando a importância de medidas de mitigação.

Além disso, a ressuspensão de sedimentos durante a dragagem é um impacto direto relevante, levando à turbidez e afetando a qualidade da água (Castro, 2012). Esse fenômeno pode prejudicar a penetração de luz solar na água, afetando diretamente a vida marinha que depende da fotossíntese.

Outra preocupação são os contaminantes liberados na água durante a dragagem, representando um potencial risco para a fauna e flora aquáticas (Castro, 2012). Metais pesados, produtos químicos tóxicos e poluentes orgânicos podem impactar negativamente os ecossistemas marinhos, ameaçando a biodiversidade local.

Para mitigar esses impactos, o Porto de Santos adota uma série de práticas sustentáveis. Os sedimentos dragados são lançados no Polígono de Disposição Oceânica (PDO), uma área cuidadosamente monitorada pela Autoridade Portuária (Porto De Santos, 2021). É essencial que todas as dragas e batelões estejam equipados com sistemas de rastreamento via satélite para assegurar o descarte adequado.

O PDO, situado a aproximadamente 10 km da costa, foi escolhido levando em consideração as condições oceanográficas favoráveis à dispersão natural dos sedimentos descartados, evitando seu retorno à região costeira. Monitoramentos rigorosos dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da área de descarte são realizados, fornecendo informações cruciais para a tomada de decisões seguras sobre a gestão da disposição dos sedimentos dragados.

A APS (Autoridade Portuária de Santos) também executa um programa de monitoramento da qualidade dos sedimentos, envolvendo análises físico-químicas e ecotoxicológicas. Os resultados dessas análises são comparados com os valores

orientadores previstos na legislação, garantindo a conformidade com os critérios estabelecidos.

Além disso, campanhas mensais de monitoramento abrangem pontos ao longo do canal de navegação e dos efluentes, permitindo a identificação e implementação de medidas de gerenciamento e mitigação, caso sejam identificados resultados preocupantes do ponto de vista ambiental (Porto De Santos, 2021).

Essas práticas e perspectivas da dragagem sustentável são cruciais para garantir a harmonia entre a atividade econômica e a preservação ambiental, assegurando a proteção da região de Santos e a sustentabilidade das operações portuárias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta pesquisa, pôde-se observar que a complexa relação entre a dragagem e a preservação do meio ambiente marinho é um tema de grande relevância. A implementação de medidas de mitigação e práticas sustentáveis tornou-se uma necessidade premente para minimizar os impactos ambientais decorrentes da dragagem.

Ficou claro que o Porto de Santos tem adotado regulamentações e estratégias que buscam equilibrar as demandas da atividade de dragagem com a conservação do ecossistema marinho. No entanto, desafios persistentes e oportunidades de melhoria foram identificados ao longo deste estudo.

Estes incluem a necessidade contínua de monitoramento ambiental, aprimoramento das técnicas de dragagem sustentável e uma maior conscientização sobre a importância da sustentabilidade no setor portuário. A partir de fatores como regulamentos e diretrizes citados com base em processos de dragagem não apenas no Brasil como em outros países, numa breve comparação é possível obter reflexões e lições com base em resultados de sucesso para formar estratégias de melhorias quanto a atividade no País, cidade e porto de Santos ao qual refere-se este trabalho.

Em última análise, a sustentabilidade na dragagem do Porto de Santos é um objetivo alcançável, desde que haja um compromisso contínuo com a implementação de melhores práticas e uma colaboração estreita entre os envolvidos, incluindo autoridades portuárias, reguladores, comunidades locais e demais partes interessadas, ficando como sugestão a parceria com diversos atores relacionados à temática, onde cabe as instituições de ensino superior incentivarem e discutir o tema, como vem sendo feito.

O equilíbrio entre as demandas econômicas e ambientais é essencial para assegurar que o Porto de Santos continue a ser um motor vital da economia brasileira, mantendo, ao mesmo tempo, sua responsabilidade de preservar o meio ambiente marinho para as gerações futuras. Este estudo fornece uma base sólida para orientar os

esforços nessa direção, destacando a importância da sustentabilidade no contexto da dragagem portuária.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Janaína Gonçalves Rios. Abr'olhos! Uma análise histórica do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos com as comunidades pesqueiras de Caravelas, BA. 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10053> . Acesso em: 8 out. 2023.
- BOMBEIROS. Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação do Anexo "Acesso por Corda" da Norma Regulamentadora 35 - Trabalho em Altura. 2014. Disponível em: <https://www.bombeiros.com.br/imagens/nr-35-manual.pdf>. Acesso em: 8 out. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.815, de 22 de julho de 2013: Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm. Acesso em: 8 out. 2023.
- CASTRO, Silvia Machado de; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. Sociedade & Natureza, v. 24, p. 519-533, 2012.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. 1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 8 out. 2023.
- FARIAS, Bianca et al. Avaliação da deposição de sedimentos no canal do Porto de Itajaí. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/237821>. Acesso em 10 out. 2023.
- FROHLICH, Miguel Franco, NASPOLINI, Bianca Ferrazzo, JUNIOR, Isaac Volschan. A evolução do processo de avaliação e gerenciamento de material relacionado às atividades de dragagem no Brasil: Uma análise comparativa entre as Resoluções CONAMA n 344/04 em 454/12. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 20, p. 131-140, 2015.
- HEISE, Susanne et al. Ecotoxicological testing of sediments and dredged material: an overlooked opportunity?. Journal of Soils and Sediments, v. 20, p. 4218-4228,

2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-020-02798-7>
Acesso em: 22 out. 2023.

MUNROE, Daphne et al. Sampling high biomass but rare benthic animals: methods for surveying commercial clam stocks using a hydraulic dredge. *Fisheries Research*, v. 258, p. 106538, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783622003150> Acesso em: 22 out. 2023.

NORONHA, Daisy Pires; FERREIRA, Sueli Mara S. P. Revisões de literatura. In: CAMPELLO, Bernadete Santos; CONDÓN, Beatriz Valadares; KREMER, Jeannette Marguerite (orgs.) *Fontes de informação para pesquisadores e profissionais*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

OLIVEIRA, GEORGE ALAM FREITAS; CORREIA, RAUL SANTANA. A necessidade da dragagem no Porto de Santos. *FatecLOG*, v. 10, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2019/A%20NECESSIDADE%20DA%20DRAGAGEM%20NO%20PORTO%20DE%20SANTOS.pdf> Acesso em: 22 out. 2023

OLIVEIRA, Thaís Rafael de. Eficiência da Resolução CONAMA 454/12 garantindo a correta destinação de sedimentos contaminados a serem dragados: uma revisão. 2023. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/68566>. Acesso em: 10 out. 2023.

PETETTA, Andrea et al. Dredge selectivity in a Mediterranean striped venus clam (*Chamelea gallina*) fishery. *Fisheries Research*, v. 238, p. 105895, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783621000230> Acesso em: 22 out. 2023.

PORTO DE SANTOS. Diagnóstico de Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana Do Município De Santos. https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/SEDURB/3-porto_de_santos.pdf. Acesso em 10 out. 2023.

SOARES, Kayo Cezar Freitas. Avaliação de Diferentes Métodos de Dragagem para Remoção de Sedimentos em Portos e Hidrovias: Um Estudo de Caso no Porto de Rio Grande-RS. 2022.

Logística da água de reuso

Henrique Santos de Oliveira, Kely Rosana Ventura de Lima; André Luiz Merino dos Santos

Faculdade de Tecnologia Rubens Lara- Santos– SP– Brasil

henrique.oliveira51@fatec.sp.gov.br kelyrosana47@gmail.com

Resumo. *Este artigo apresenta a importância da reutilização da água e como pode ser aplicada em vários setores seguindo os padrões de potabilidade exigidos pelo governo brasileiro. Discute o uso racional e eficiente deste recurso hídrico, pois com a crescente urbanização e industrialização o mesmo acaba sofrendo com à alta demanda para a sua utilização. Utilizando a água residuária como possível solução deste impasse, podendo melhorar financeiramente se aplicado nas dependências, indústria e demais setores, gerando baixo custo financeiro, economizando investimentos futuros e ajudando na sustentabilidade e preservação do meio ambiente.*

Palavras-chave. *reuso de água; recursos hídricos; Legislação hídrica.*

Abstract. *This article presents the importance of water reuse and how it can be applied in various sectors following the potability standards required by the Brazilian government. Discusses the rational and efficient use of this water resource, as with increasing urbanization and industrialization it ends up suffering from the high demand for its use. Using wastewater as a possible solution to this impasse, which can improve financially if applied to facilities, industry and other sectors, generating low financial costs, saving future investments and helping with sustainability and preservation of the environment.*

Keywords: *Water reuse; Water resources; Hydric legislation.*

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso crucial para a vida em nosso planeta. Ao decorrer dos últimos anos, a população vem se preocupando cada vez mais com o meio ambiente, exigindo do governo e do setor industrial políticas ambientais mais rigorosas para sua preservação. No Brasil, um país vasto e rico em recursos naturais, a questão do abastecimento de água e sua gestão eficiente desempenham um papel importante no desenvolvimento sustentável. O país investe anualmente bilhões de reais em água e saneamento básico, refletindo a magnitude da demanda por esse recurso vital. No entanto, a crescente urbanização e industrialização têm colocado uma pressão significativa sobre nossos recursos hídricos, tornando imperativa a busca por soluções

inovadoras que garantam o suprimento contínuo de água potável sem comprometer o meio ambiente.

Ao observar o cenário atual, é possível analisar no território brasileiro o uso das águas residuárias, com a compreensão sobre a sua utilização de forma consciente, é necessário um acompanhamento para usufruir deste recurso, a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) realiza diversas pesquisas e levantamentos onde emite normas que certifica o acesso aos recursos hídricos para todos. O planejamento da água é um tema muito importante, deste modo devemos considerar como uma atividade em que deve ter o controle de desperdícios e do consumo. O desperdício de água é uma das principais causas pelas modificações do nível da água no mundo.

Apesar de não ser nada simples implantar a logística da água em residências e empresas, requer planejamento, custo de matéria prima e implantação dos recursos para obter sucesso em todos os requisitos. A Cetesb ressalta que dentro desta ótica os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e no gerenciamento sustentável dos recursos hídricos com um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de ligação entre outros.

Neste artigo, exploraremos a importância da reutilização da água como uma estratégia fundamental para enfrentar esse desafio. Discutiremos como a reutilização da água pode ser aplicada em diversos setores, respeitando os rigorosos padrões de potabilidade estabelecidos pelo governo brasileiro. Além disso, abordaremos a necessidade de um uso racional e eficiente da água, à luz do substancial investimento público na infraestrutura de água e saneamento. A utilização de água residuária emerge como uma solução viável para mitigar a crescente pressão sobre nossos recursos hídricos, gerando benefícios financeiros, economia de recursos e contribuindo para a preservação do meio ambiente.

1.1 Objetivo

O objetivo deste artigo é analisar e avaliar as estratégias de logística aplicadas no transporte e distribuição de água de reuso, destacando os desafios, benefícios e impactos ambientais associados a essa prática, com ênfase na otimização da cadeia de suprimentos e na sustentabilidade do uso da água em diversos setores da indústria e da sociedade.

1.2 Metodologia

Os dados coletados para este estudo foram feitos através de pesquisa bibliográfica e qualitativa. A pesquisa bibliográfica foi realizada com base em uma extensa revisão da literatura acadêmica e técnica. Foram consultados artigos acadêmicos, livros, dados governamentais e relatórios, com foco nos últimos 10 anos. O objetivo foi identificar as tendências, teorias, conceitos e práticas relacionadas à

Logística da Água de Reuso. A análise dos dados qualitativos seguirá através da qualidade metodológica dos estudos e a data de publicação, incluindo representantes de empresas, órgãos governamentais e especialistas em recursos hídricos. Destacando as contribuições para o campo de estudo e possíveis implicações práticas. Revisada por dois pesquisadores independentes para garantir a confiabilidade dos resultados.

1.3 Revisão Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada por consulta a livros, dissertações, teses, sites e blogs com o objetivo de identificar quais seriam os pontos a serem abordados na elaboração de uma proposta de aplicação do conceito utilizado, mediante ao uso das soluções, definições e ideias já trabalhadas por outros autores, a fim de conscientizar a ideia principal deste trabalho.

2 ÁGUA UM RECURSO NATURAL E ESSENCIAL PARA TODOS

A falta de água pode elevar mortes, causando a extinção das raças, inclusive a humana. A crise hídrica mundial apresenta uma cronologia que começa no início dos anos setenta do século XX, passa pela conferência de Haia (2000) onde a água deixa de ser um bem livre na natureza e passa a ser um bem público de valor econômico, cobrada em dinheiro da população para sustentar a parte hídrica. Dizem que a água é um recurso natural inesgotável no mundo, porém hoje, ao saber de seus valores passou a ser um assunto frequentemente dito e protegido pela defesa ambiental brasileira, pois o mau uso dela pode causar muitos impactos na vida de todos que habitam a Terra. É importante saber que maior parte do planeta é alastrado de água salgada e o restante é de água doce, para clareza da porcentagem dita da água disponível, cerca de 97,5% é água salgada e 2,5% é água doce, onde é um dos únicos planetas que apresenta a água em todos os seus estados: sólido, líquido e gasoso. Estima-se que cada brasileiro usa em média 40 litros de água por dia, por exemplo, o corpo humano carrega 70% de água para ter um bom funcionamento, sobretudo que o compõe. A agricultura, indústria e residências tem o consumo de água variado sob cada país, o setor agrícola é o que faz maior consumo em suas atividades no mundo. Somente no Brasil a agricultura consome cerca de 60% de água, na indústria 17% e para abastecimentos residenciais 9%.

A ONU no contexto em que se anuncia a escassez da água, constata que 1 e 100 milhões de pessoas no mundo atualmente não têm acesso à água tratada e 2,4 bilhões não têm acesso ao saneamento básico, principalmente nos países subdesenvolvidos, nos quais grande parte da população encontra dificuldades em arcar com os custos das contas de água. A inquietação com a escassez aumenta quando começam a ser apresentadas previsões de falta d'água em países desenvolvidos, tais como os Estados Unidos, a França, a Itália, dentre outros (RIBEIRO,2003) Segundo a Universidade Federal

de Campina Grande (UFCG) percebe-se que a realidade brasileira tem alta disponibilidade hídrica, sendo um dos maiores exportadores de água no mundo. Tendo impacto direto na população e na economia brasileira. Observando o contexto, há muitos motivos referente ao nível de água que se encontra no planeta, como: desperdício de água (falta de conscientização); diminuição do nível de chuvas (condições climáticas); aumento do consumo de água (crescimento populacional, industrial e agrícola).

Sem o planejamento da reutilização de água vários setores, principalmente para fins industriais, que manuseia este recurso para a geração de energia hidrelétrica, aquicultura, navegação, mineração, irrigação e abastecimento não teria uma enorme economia financeira pela redução de água e a boa prática ambientalmente correta, valorizando os seus produtos e marca junto aos seus consumidores. Devido a muitos pontos positivos na captação de água para muitas atividades surgiu no estado de São Paulo a Lei 13.276 de 2002 onde tornou “obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m²”.

Figura 1- Captação e armazenamento da água da chuva



Fonte: IPT

2.1 Estratégias de logística aplicadas no transporte e distribuição de água de reuso:

A logística no transporte e distribuição de água de reuso envolve o planejamento, a implementação e o controle de atividades que visam garantir o fornecimento eficiente, seguro e sustentável desse recurso. Armazenamento estratégico, Roteirização eficiente, Tecnologia de monitoramento, Veículos apropriados

Gestão de estoque, Tratamento e monitoramento da qualidade, Programas de conscientização, Parcerias e colaborações.

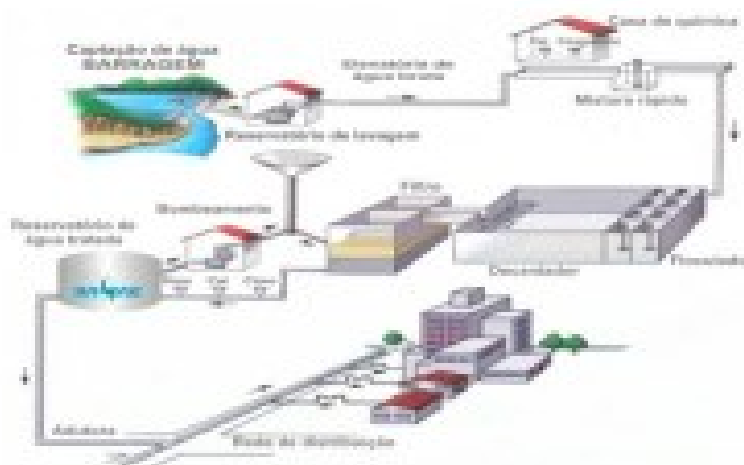
Essas estratégias podem variar dependendo dos locais, das regulamentações e das condições ambientais. No entanto, uma gestão eficaz da logística é fundamental para garantir o sucesso do transporte e distribuição de água de reuso de forma sustentável e econômica.

3 ÁGUA POTÁVEL

Para o consumo e utilização da água deve-se seguir os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos aceitáveis definidos pela Portaria nº 2914, de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde para ter seu real consumo. Definiu no Art.3º do seu anexo que “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água”. Conforme o Art.5º, adotam-se as seguintes definições relacionado a água:

- água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- VI- Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;
- VII- solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

A água potável é a água tratada própria para o consumo, livre de substâncias e organismos que trazem doenças, isto é, não oferece risco à saúde, contudo, toda água destinada para o consumo precisa ser potável. A necessidade de torná-la potável vai depender muito de seu estado inicial, depois desta verificação vem a desinfetação que é um processo mais delicado e por fim chegar ao estado imperceptível aos sentidos humanos, não deve possuir gosto, cheiro e deve ser transparente. Dependendo de seu estado inicial pode não ser possível dar a continuidade ao processo fazendo-a potável para o consumo humano.

Figura 2 -Processo de Tratamento de Água

Fonte: Klimanaturali

4 ÁGUA DE REUSO

A água é um dos recursos naturais mais importante e amplamente utilizado para a sobrevivência, não só para o consumo humano diretamente, mas também para indústria, agricultura e economia. A reutilização ou o reuso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação (CETESB,2021). Essa técnica consiste em reduzir a produção de efluentes e o consumo de água - retirada direta das nascentes hídricas e a distribuição pelas empresas privadas e públicas- devido à troca da água potável utilizada.

Segundo Hespanhol (2002) “O reuso, para a sua finalidade potável, só pode ser praticado se sua matéria-prima básica, seja unicamente o esgoto doméstico”. Entretanto, qualquer esgoto tratado pode ser aproveitado para a utilização potável e não potável.

O que faz dela um recurso indispensável, com o crescimento populacional e a alta demanda comercial e necessário um cuidado redobrado para evitar a escassez. Esta prática é aplicada em diversas áreas como paisagismo, construções e agricultura, indústria e uso urbano não potável. Com o alto consumo de água da indústria, o reuso pode reduzir em até 60% o gasto de água, com um investimento mínimo. O que também beneficia a oferta de água potável a população.

Com a crescente utilização desordenada dos recursos hídricos é necessário a redução da poluição hídrica e buscar soluções alternativas para o aumento de água. Portanto, a água de reuso se torna uma solução eficaz na racionalização deste recurso

natural e de possíveis crises no setor alimentício. A vantagem de utilizar o reuso na agricultura é a disponibilidade vinda das companhias de abastecimento; além da diminuição parcial de fertilizantes químicos, o que promoverá a diminuição do impacto ambiental; aumentando a produção, pois as águas residuais possuem substâncias nutritivas para o solo e as plantas, devido às exigências controladas para o seu tratamento. Utilizar a irrigação na lavoura com a água de reuso ou a água da chuva, assegura a preservação dos recursos naturais, alcançando a sua função social e econômico na propriedade, assim sendo “O conjunto de medidas que visam promover o melhor aproveitamento e distribuição das águas necessárias à agricultura, mediante modificações em seu regime e uso pelos agricultores, vem atender aos princípios da justiça social e ao aumento da produtividade” (Opitz, 2007, p. 103). Os sistemas de reuso adequadamente planejado, impedem o despejo de esgoto não tratado em corpos hídricos; impossibilita a contaminação salina e subsidência de terrenos, e permite a conservação do solo.

4.1 Categorias de reuso da água (direto e indireto):

Reuso indireto (sem planejamento): a água usada pelas atividades humanas, é despejada no meio ambiente sem nenhum controle e de forma não premeditada.

Reuso indireto (com planejamento): os resíduos são tratados e depois devolvidos aos corpos de águas para sua utilização de forma controlada.

Reuso direto (com planejamento): após o tratamento dos resíduos, são levados de volta ao seu ponto de origem onde podem ser reutilizados novamente. Este processo é utilizado especialmente para a irrigação nas indústrias.

Na aplicação industrial utilizados na alimentação de caldeiras, água de processamento. Urbano não-potáveis utilizado para combate ao fogo, lavagem de veículos, descarga de vasos sanitários. Paisagística na irrigação para campos de golfe, gramados residências, parques, cemitérios. Além de construções, aquicultura, dessedentação de animais (CETESB,2021).

4.2 Reuso industrial

A indústria tem um consumo de água muito elevado, chega a ser três vezes maior que o consumo doméstico. Com o sistema de reuso que hoje tem mais tecnologia para a indústria, é possível reduzir o consumo de água em 60% com poucos investimentos. Quando uma empresa recorre à água de reuso, automaticamente deixa de comprar água potável da rede de distribuição, reduz suas despesas e aumenta a oferta de água potável nessa mesma rede, que é frequentemente dividida com a população. Algumas empresas conseguem utilizar água de reuso como matéria-prima, porém para isso acontecer a empresa precisa ter ciência de todas as fases e estados da água seguindo devidamente os certificados de qualidade da água potável.

Os esgotos têm uma contribuição muito importante para conservação dos recursos hídricos, e apesar de agregar na economia, expressa a responsabilidade de liberar as fontes de águas com boa qualidade para o abastecimento público. Essa prática reduz a demanda de água potável em mananciais, substituindo por uma água de qualidade inferior, possibilitando a reutilização para uma categoria de uso específico.

Figura 3 -Processo de Tratamento de Água na indústria



Fonte: Adaptado pelos autores (2023)

4.3 Reuso na Agricultura

Com a crescente utilização desordenada dos recursos hídricos é necessário a redução da poluição hídrica e buscar soluções alternativas para o aumento de água. Portanto, a água de reuso se torna uma solução eficaz na racionalização deste recurso natural e de possíveis crises no setor alimentício. A vantagem de utilizar o reuso na agricultura é a disponibilidade vinda das companhias de abastecimento; além da diminuição parcial de fertilizantes químicos, o que promoverá a diminuição do impacto ambiental; aumentando a produção, pois as águas residuais possuem substâncias nutritivas para o solo e as plantas, devido às exigências controladas para o seu tratamento. Utilizar a irrigação na lavoura com a água de reuso ou a água da chuva, assegura a preservação dos recursos naturais, alcançando a sua função social e econômico na propriedade, assim sendo “O conjunto de medidas que visam promover o melhor aproveitamento e distribuição das águas necessárias à agricultura, mediante modificações em seu regime e uso pelos agricultores, vem atender aos princípios da justiça social e ao aumento da produtividade” (Opitz, 2007, p. 103). Os sistemas de reuso adequadamente planejado, impedem o despejo de esgoto não tratado em corpos

hídricos; impossibilita a contaminação salina e subsidência de terrenos, e permite a conservação do solo.

5 LEI DAS ÁGUAS

Por ser um recurso de extrema importância para os seres humanos, a água se tornou um meio indispensável para a sua sobrevivência. Segundo o Princípio 5 da Declaração de Estocolmo/72 aludiu que “Os recursos não renováveis do Globo devem ser explorados de tal modo que não haja risco de serem exauridos e que as vantagens extraídas de sua utilização sejam partilhadas a toda a humanidade” (Machado, 2006, p.56). Desta maneira se entende que os recursos naturais, como a água devem atender às demandas da população desde que a sua utilização seja na forma consciente. Além disso, somente 1988 com a Constituição Federal estabeleceu a consciência que os recursos naturais são finitos e que a União deve instituir um sistema nacional para que os recursos hídricos sejam gerenciados tanto pelos estados como os municípios, onde se localiza o curso d’água. Inclusive no dia 8 de janeiro de 1997 foi sancionada pela Constituição a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNHR), pela Lei nº 9.433, conhecida como a Lei das águas. Esta lei tem como objetivo básico garantir o acesso às próximas gerações aos recursos hídricos; prevenir as perdas e incentivar a prevenção; e utilizar racionalmente este recurso e trouxe consigo conceitos importantes no gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, sendo eles, gerenciamento descentralizado e participativo, a bacia hidrográfica é utilizada como unidade de gerência e planejamento, a água é um recurso de domínio público, finito sendo provida de valor econômico (MALISNOWSKI,2006).

5.1 Agência nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é uma autarquia governamental vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. A ANA tem como uns dos objetivos a aplicação das diretrizes da Lei das Águas no território brasileiro, a Lei nº 9.433/1997 e o novo marco legal do saneamento básico, a Lei nº 14.026/2020, que regula o acesso os recursos hídricos de posse da União, monitora a situação dos recursos hídricos nacional, planeja e elabora estudos em parcerias com instituições e órgãos do poder público fazendo a aplicação e implantação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que fornece dados de obras, projetos, investimentos e ações de gerenciamento (ANA,2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise detalhada das estratégias de logística aplicadas no transporte e distribuição de água de reuso, exploramos a importância da reutilização da água em

diversos setores, respeitando os padrões de potabilidade estabelecidos pelo governo brasileiro. Demonstramos a necessidade de um uso racional e eficiente desse recurso, considerando os significativos investimentos direcionados ao abastecimento de água e saneamento.

O Brasil, como um país marcado por sua vasta extensão territorial e diversidade de ecossistemas, precisa adotar abordagens inovadoras para garantir o fornecimento contínuo de água potável sem comprometer o meio ambiente. Nesse sentido, a utilização da água residuária se apresenta como uma solução prática e sustentável. Ao aplicar essa estratégia em residências, indústrias e em outros setores, podemos não apenas reduzir custos financeiros, mas também contribuir para a preservação de nossos recursos hídricos e para o desenvolvimento de uma sociedade mais equilibrada e ecologicamente consciente.

A crescente urbanização e industrialização não precisam ser inimigas dos nossos recursos naturais. A reutilização da água oferece uma oportunidade de reconciliar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental. À medida que o Brasil continua a investir em infraestrutura hídrica, a promoção da reutilização da água deve ocupar um lugar de destaque em nossos esforços, visando um futuro no qual a água seja uma fonte abundante e renovável, preservando o equilíbrio ecológico e assegurando um ambiente mais saudável para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SP). Cetesb (ed.). Reuso de água. In: Reuso de água. São Paulo: Cetesb, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- GOVERNO FEDERAL (BR). Agência nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ed.). Usos das águas. In: Usos das águas. [S. l.]: Governo Federal, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-agus/usos-da-agua>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- MALINOWSKI, A. Aplicação de metodologia para a estruturação de diretrizes para o planejamento do reuso de água no meio urbano. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, 2006.
- O QUE é a Lei das Águas. O que é a Lei das Águas no Brasil? [S. l.], p. 1-2, 27 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ecoambientale.com.br/blog/curiosidades/o-que-e-a-lei-das-aguas-do-brasil>. Acesso em: 10 nov. 2021.

- Opitz, S. C. B., & Opitz, O. (2007). Curso completo de direito agrário. (2a ed.). São Paulo: Saraiva
- Hespanhol, I. (2002, out. dez.). Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7 (4), 75-95.
- PENA, Rodolfo F. Alves. "Água de reuso na agricultura"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-reuso-na-agricultura.htm>. Acesso em 11 de novembro de 2021.
- PENA, Rodolfo F. Alves. "Distribuição da água no mundo"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 11 de novembro de 2021.
- PENA, Rodolfo F. Alves. "Países que possuem menos água potável"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/paises-que-menos-possuem-agua-potavel.htm>. Acesso em 11 de novembro de 2021.
- REUSO da Água na Indústria. Redação Pensamento Verde, [S. l.], p. 1-2, 25 abr. 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/atitude/reuso-da-agua-na-industria/>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- SAMUDIO, Edgar Manuel Miranda; CALDA, Solange Alves Batista. ÁGUA DE REÚSO PARA FINS INDUSTRIAIS ESTUDO DE CASO. ÁGUA DE REÚSO, [s. l.], ed. v. 3 n. 2 (2016): Brasil Para Todos, p. 1-21, 16 dez. 2016. Disponível em: https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais_Sem_Int_Etn_Racial/article/view/412. Acesso em: 11 nov. 2021.
- SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Estratégias para enfrentar a crise de água no mundo"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/estrategias-para-enfrentar-crise-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 11 de novembro de 2021.
- SILVA, Jairo Bezerra; GUERRA, Lemuel Dourado; IORIS, Antonio Augusto R.; FERNANDES, Marcionila. A crise hídrica global e as propostas do Banco Mundial e da ONU para seu enfrentamento. *A crise hídrica global*, [s. l.], ano 2010, v. 11, ed. 2, p. 1- 21, 28 nov. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/cronos/article/download/2159/pdf>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- SOARES, Rauf Rodrigues. A SUSTENTABILIDADE APLICADA NA ELABORAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO Estratégias de logística [manuscrito] / Rauf Rodrigues Soares. – 2012 62f. : il. p. 1-63 Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9BAQBR> Acesso em 20 de outubro de 2023.

Cidades Inteligentes na logística do transporte rodoviário

Priscila Santana Santos, Vitor Xavier Ricci de Oliveira

Faculdade de Tecnologia Rubens Lara – Santos – SP– Brasil

priscila.santos49@fatec.sp.gov.br, vitor.oliveira31@fatec.sp.gov.br

Resumo. O artigo tem como propósito destacar o que o setor logístico de transporte rodoviário precisa fazer para implementar uma alternativa tecnológica como as cidades Inteligentes na infraestrutura regional de sua aplicação. Mostrar a integração de aplicações robustas das cidades Inteligentes no âmbito logístico do transporte para o modal rodoviário e quais benefícios poderiam ser agregados com esse modelo na infraestrutura da cadeia logística. Destacar aplicações e serviços no desenvolvimento das metrópoles inteligentes sendo implementadas em referência a três cidades brasileiras reconhecidas como cidades inteligentes, dentre as quais o Rio de Janeiro, Porto Alegre e Curitiba que trouxeram impactos positivos para sociedade na cadeia logística. A metodologia aplicada nesse artigo com base descritiva, bibliográfica, pesquisa-ação, revisão sistemática e estudo bibliométrico.

Palavras-Chave: Cidades inteligentes. sustentabilidade. logística.

Abstract. The purpose of the article is to highlight what the road transport logistics sector needs to do to implement a technological alternative such as smart cities in the regional infrastructure of its application. Show the integration of robust applications of smart cities in the logistical scope of transport for the road transport mode and what benefits could be added with this model in the infrastructure of the logistics chain. Highlight applications and services in the development of smart metropolises being renewed in reference to three Brazilian cities recognized as smart cities, including Rio de Janeiro, Porto Alegre and Curitiba, which brought positive impacts to society in the logistics chain. The methodology applied in this article is based on descriptive, bibliographic, action research, systematic review and bibliometric study.

Keywords: Smart Cities. sustainability. Logistics

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade e uma cidade inteligente estão como métodos interligados na sua construção, e para sua formação necessita-se por investimento em capital humano somado a infraestruturas modernas. Assim, o advento da Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) tornam-se atuantes no crescimento sustentável, qualidade de vida

e gestão efetiva no aproveitamento adequado dos recursos naturais. Deve-se considerar a importância da interação no papel que a informação e os sistemas integrados fornecem, logo para isso requer a inclusão de projetos levantados para suprir os anseios da sociedade como um todo. Desta forma, a inteligência e a sustentabilidade de uma cidade está em direcionar o seu crescimento de forma, colaborativa, inclusiva e intencional, para o desenvolvimento de bons lugares para lazer, trabalhar e se viver.

Este artigo tem como objetivo destacar o setor logístico de transporte rodoviário no que precisa fazer para implementar uma alternativa tecnológica como as cidades Inteligentes na infraestrutura regional de sua aplicação. Destacar aplicações e serviços no desenvolvimento das cidades Inteligentes sendo implementadas em cidades que trouxeram impactos positivos e quais benefícios poderiam ser agregados com esse modelo na infraestrutura do modal rodoviário na cadeia logística para sociedade como um todo. Constatar as três metrópoles brasileiras reconhecidas como cidades inteligentes, dentre as quais o Rio de Janeiro, Porto Alegre e Curitiba, cidades que aderiram modelos inteligentes no gerenciamento logístico das rodovias e mostrar informações e exemplos desse cenário futurista tecnológico. Cenários que evidenciam o ganho com o uso mais sustentável dos recursos e otimização da infraestrutura na melhoria da qualidade de vida da sociedade e setor logístico. De certo modo pode-se identificar como as cidades inteligentes estão interligadas para a construção de uma cidade cada vez mais autossustentável, perante a preocupação ao acúmulo de lixo desenfreado no planeta.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada neste artigo científico acadêmico, ao qual se refere ao estudo do objeto de pesquisa, é descritiva, bibliográfica, pesquisa-ação, revisão sistemática e estudo bibliométrico. Sendo este último possível identificar e descrever diversos padrões existentes na área de estudo do conhecimento científico, “os estudos bibliométricos se concentram em examinar a produção de artigos em um determinado campo de saber, mapear as comunidades acadêmicas e identificar as redes de pesquisadores e suas motivações” (CHUEKE; AMATUCCI, 2015, p. 2).

Na seguinte passagem, Barros expressa a classificação da pesquisa segundo as formas de estudo:

Pesquisa descritiva: não há a interferência do pesquisador, isto é, ele descreve o objeto de pesquisa. Procura descobrir a frequência com que um fenômeno ocorre, sua natureza, característica, causas, relações e conexões com outros fenômenos.

Pesquisa bibliográfica: é a que se efetua tentando-se resolver um problema ou adquirir conhecimentos a partir do emprego predominante de informações advindas de material gráfico, sonoro e informatizado.

Pesquisa-ação: há uma interação efetiva e ampla entre pesquisadores e pesquisados. O objetivo de estudo é constituído pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontradas nessa situação. Volta-se pela resolução e/ou esclarecimentos de problemática observada. Há o objetivo de se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o nível de consciência das pessoas e grupos considerados (2000, p. 70-77).

Este estudo compreende a pesquisa de cidades Inteligentes integrados a sustentabilidade com aplicações no modal rodoviário logístico, com ações benéficas na infraestrutura das rodovias e otimização a longo prazo dos custos a cidade. A fim de contribuir com melhorias no transporte, segurança e em contrapartida o meio ambiente, servindo como modelos para outras metrópoles. Com intuito de tornar essas cidades integradoras e participativas, melhorando a percepção e relação das pessoas com o seu ambiente. Um conjunto de procedimentos sistemáticos, define-se pesquisa baseado no raciocínio lógico, que tem por finalidade descobrir soluções para os problemas apontados, mediante a implementação de métodos científicos (ANDRADE, 2010).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

As cidades inteligentes norteiam implementação e ações para auxiliar no consumo sustentável dos recursos naturais, demandas na reorganização dos espaços urbanos e dos efeitos refletidos na elevação das emissões de gases poluentes provocados pelo aumento populacional nos centros urbanos. O advento tecnológico aplicado nesse modelo de cidade tem como preocupação o desenvolvimento das gerações futuras e dos recursos naturais existentes finitos.

O contexto atual das cidades marcados pela ausência de planejamento, deficiências estruturais, consumo não sustentáveis, maiores níveis de poluição, degradação ambiental, desigualdades econômicas e sociais. Neste cenário, promoveram a inserção de cidades inteligentes de forma bem definida que utiliza-se recursos e inovações com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população em geral. Com o intuito de fomentar a inclusão social, colaboração e participação em todas as atividades desenvolvidas.

Para tanto, estas possuem um planejamento com objetivos e metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e com prazos definidos. Nesse sentido, a proposta de cidade inteligente, busca proporcionar ferramentas facilitadoras e inovadoras para a gestão. Logo, para que ajustem os desequilíbrios atuais enfrentados pelas cidades tradicionais como a explosão populacional, desenvolvimento econômico, regional entre outros.

Conforme Sebrae (s/d) pode se classificar as cidades inteligentes por duas abordagens descritas como bottom-up (de baixo para cima) ou top-down (de cima para baixo). Sendo o termo bottom-up uma aplicação no qual atuam com dados de sensores,

câmeras de monitoramento, redes sociais e vários outros mecanismos pelas cidades. Consequente, a abordagem top-down por sua vez recria cidades do zero recriando as necessidades mais pertinentes aos anseios dos cidadãos estruturados por inteligência tecnológica.

Logo, essa abordagem é integrada sendo uma única plataforma que melhor permite o gerenciamento dos sistemas com eficiência. Desse modo, o objetivo é tornar as localidades mais agradáveis, sustentáveis, limpas e acessíveis, “avanços tecnológicos têm possibilitado a criação e identificação de inúmeras oportunidades para o enfrentamento dos principais problemas que afetam as cidades do presente e do futuro”. (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017, p. 6)

De acordo com Menezes (2019) alguns dos suportes das cidades inteligentes relaciona-se a inclusão social, com a participação ativa dos habitantes e modelos renovados na vida da cidade. O desenvolvimento do projeto para ser efetivo precisa considerar as pessoas como centro da cidade e delas se encontrem soluções inovadoras que incentivem novos comportamentos para passar as gerações futuras de forma que a educação e o envolvimento sejam as principais ferramentas para a evolução da ação.

Percebe-se que as cidades inteligentes e o complemento da sustentabilidade possuem juntos, uma comunicação abrangente entre a participação da tecnologia mais o uso sustentável dos recursos de bens naturais e materiais conscientes. De certa forma, contribui na aproximação da sociedade em colaborar em espaços mais verdes, conservados, biodegradável, autos suficiente, reciclável, renovável e reutilizável. Logo, propor ideias que supram as necessidades de todos sem agredir ou poluir o meio ambiente e preservar um lugar tecnológico versus sustentável para futuras gerações.

4 MODELOS DE CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS

Segundo o portal do governo estado de São Paulo (2021) o Ex-governador João Dória anunciou um projeto piloto para o estado paulistano, sobre o programa Cidades Inteligentes. A iniciativa tem como objetivo fornecer acesso a webinars sobre conectividade, mobilidade, gestão de resíduos, iluminação pública, controle de poluição urbana e sistemas inteligentes de transporte público até governança digital e conectividade urbana.

Portanto, a construção de cidades cada vez mais inteligentes propicia um enfrentamento dos problemas que envolvem a manutenção da qualidade de vida das populações urbanas. Desse modo, envolve se uma perspectiva que mostra as cidades como espaços e canais privilegiados para o acesso a plataformas globais de conhecimento, às redes de comunicação com o amparo tecnológico e econômico do país, construindo uma geração de riqueza e criação de valor.

Destaca-se como referência a três cidades brasileiras reconhecidas como cidades inteligentes, dentre as quais o Rio de Janeiro na região sudeste, Porto Alegre do estado Rio grande do Sul e Curitiba no estado do Paraná.

De acordo com o site do Centro de operações da prefeitura do Rio (s/d) informa que o Centro de Operações Rio (COR) fundada em 2010, se concentra em um prédio que funciona como quartel-general de integração das operações urbanas no município. O prédio funciona com equipamentos de alta tecnologia para o gerenciamento das informações, com objetivo de antecipar soluções sobre os riscos e as medidas urgentes que devem ser tomadas em casos de emergências, como chuvas fortes, deslizamentos e acidentes de trânsito.

Segundo o site da prefeitura de Porto Alegre (2021) a cidade inteligente que atua na região trabalha com o Centro Integrado de Comando (CEIC) o qual foi construído no ano de 2012. Espelhando se no modelo do centro de operações no rio, que também fornece monitoramento 24 horas por dia, a locais entre prédios públicos municipais como postos de saúde, escolas e vias de Porto Alegre. Utiliza-se ademais dos sinais semafóricos inteligentes, tendo como função captar o fluxo de tráfego alternando o seu estado de forma automática.

Conforme o site Agência Curitiba de Desenvolvimento e Inovação (s/d) que foi criada em 2007, atende as empresas na cidade ou aquelas que desejam consolidar sua presença em Curitiba. Uma agência de economia mista, constituída por capital público e privado, elabora e executa projetos de desenvolvimento econômico, empresarial e tecnológico para a cidade, oferecendo informações técnicas, sociais e econômicas da região.

Os investimentos tecnológicos depositados na infraestrutura dessas cidades estão inseridos pelas plataformas de tecnologia, disponibilizando-se de recursos técnicos. Com intuito, em garantir um melhor desenvolvimento e eficiência nós problemas enfrentados pela sociedade, fornecimento de serviços básicos como a educação, saúde, segurança e transportes. A inclusão social, digital, mobilidade fluída com uso racional dos recursos naturais e serviços aos cidadãos são algumas das interfaces na construção estrutural da cidade inteligente.

4.1 Mobilidade inteligente mais que futurista

As cidades não se consideram inteligentes somente por haver o auxílio altamente tecnológico. Contudo, porque desenvolve um papel em resolver necessidades e problemas com a maior eficiência em benefício das pessoas, estruturado por um planejamento urbano. Pode-se considerar alguns conceitos fundamentais para haver bons resultados sobre uma cidade inteligente, como conhecer a realidade da cidade, os problemas, os desafios e potenciais identificados pela própria sociedade, onde será estruturada.

Segundo Grigollo (2021) entende-se que as cidades com formato inteligentes são aquelas que conseguem alinhar avanços tecnológicos com o progresso social e ambiental. Destaca-se que para configurar o melhor capital humano para a condução dos desafios do futuro, demanda soluções inovadoras de alto valor agregado em Inteligência Artificial, Big Data, Indústria 4.0 e serviços de melhor qualidade, será como modelo exemplar de smart city para se espelhar e residir.

O planejamento para ser bem-sucedido e pensando em uma arquitetura urbana inteligente, precisa-se mais que uma base de inteligência tecnológica. Necessita-se de escutar e construir com a população essa visão de futuro para entender os pontos de vista da região em questão. Tomando decisões que ajudem a todos os envolvidos, a obter resultados significativos agregados ao projeto futurista sustentável e tecnológico.

De acordo com Bento (2019) mobilidade inteligente obtém valor por intermédio tecnológico, disponibilizar aos cidadãos em tempo real, informações relativas ao âmbito de mobilidade da cidade e agir em benefício. Utilizar dos dados sobre os padrões do tráfego e localização para melhor o fluxo do trânsito, sistema de gestão de semáforos para um melhor percurso e evitar engarrafamento.

O uso de implantações de sistemas de transporte inteligentes tem sido disponibilizado e se tornado popular pelo uso da tecnologia móvel ao Sistema de Posicionamento Global (GPS). Além das conexões de alta velocidade à Internet e o acesso pelos cidadãos a informações em tempo real sobre qualquer meio de transporte, lugar e período do dia, além de se utilizar ao aproveitamento dos resíduos sólidos urbano sendo uma das estratégias para adaptação da mobilidade urbana.

Segundo Caravetti (2020) uma das transformações relacionadas a cidades está relacionada com a mobilidade urbana. Podendo usufruir de iniciativas presentes no incentivo a transportes alternativos, como as bicicletas, presença de veículos elétricos, integração de meios de transporte públicos e compartilhamento de carros. Desse modo, sugere que se conheça em detalhe as causas e padrões de congestionamento para melhores decisões a disseminação do planejamento urbano.

A promoção de inteligência no ambiente urbano se desenvolve com apoio da logística, atuante nas cidades inteligentes. O engajamento com mobilidade urbana promove a inclusão de gestores no uso efetivo da tecnologia, a uso de dados com informações da cidade por câmeras. Utilizando-se, sistemas de logística para gerenciar controle do lixo, trânsito, transporte público e privado, distribuição de água, energia, telefonia, movimentação de pessoas e veículos, detecção de crimes para prevenção. Dessa forma, ajudará os cidadãos a se locomover de maneira eficiente e segura.

4.2 A Logística na mobilidade inteligente

A mobilidade inteligente tem grande importância nas cidades inteligentes, pois a mobilidade inteligente é composta por soluções que facilitam o nosso deslocamento

no dia a dia, independente do meio de transporte utilizado e resolvendo problemas desde engarrafamentos no trânsito até a busca por uma frota mais sustentável na cidade. Com a implementação da mobilidade inteligente, é possível economizar tempo, dinheiro e recursos naturais se baseando nas informações atualizadas e corretas para ser tomada a melhor decisão no momento certo.

Os principais objetivos da mobilidade inteligente estão entre melhorar a qualidade de vida da população, reduzir impactos ambientais e diminuir os tráfegos nas cidades. Com a mobilidade inteligente ativa a população terá maior qualidade de vida, trazendo menor custo com saúde por pessoa, pois com um ar mais limpo diversas doenças respiratórias seriam menos comuns entre as pessoas.

Segundo a redação SC Inova (2020), um exemplo de cidade com a mobilidade inteligente ativa é a cidade de Viena, capital da Áustria. Com apenas um euro diário é possível usar um bilhete que integra o transporte público e o transporte privado por meio de trem, metrô, ônibus e bicicletas elétricas. O Brasil pode iniciar mais projetos de mobilidade inteligente como por exemplo esse implementado na cidade de Joinville (SC), onde foi usado os dados de tráfego da Waze para mudar os sentidos de ruas da cidade que mais tinha trânsito ao longo dos anos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abordagem no artigo envolve, com base em evidências qualitativas, constatações analíticas para fundamentar as relações entre causas e efeitos, princípios básicos, a aplicabilidade dos resultados obtidos. Estas serão feitas a partir da solução que o setor logístico de transporte rodoviário precisa fazer para implementar uma alternativa tecnológica sustentável como as cidades Inteligentes na infraestrutura regional da sua aplicação.

Portanto, relatar os benefícios que serão entregues a sociedade em resolver determinados problemas na mobilidade urbana que irá colaborar e solucionar outros conflitos de congestionamentos, poluição do ar, acidentes de trânsito e dentre outros. O qual realizarão as mudanças para tornar uma cidade inteligente por intermédio da mobilidade com aparato inteligente em propor soluções para a acessibilidade local, aplicados por recursos da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

A mobilidade inteligente surge como componente essencial das estratégias da cidade inteligente as metas que complementam e se sobrepõe. Logo, inovações e estratégias de segurança serão os artifícios implementados na mobilidade inteligente sobre os impactos sucedidos da utilização do meio ambiente e aumento da população do espaço rural para o urbano.

O custo e a consciência ambiental serão um dos parâmetros para aplicar uma cidade mais funcional com o uso da inteligência tecnológica. Pode-se pensar no uso de locação e o compartilhamento de modelos elétricos de modais como bicicleta, carro,

patins em parceria com iniciativa privada mais o governo na utilização para população local no uso desses veículos não poluentes. Além de utilizar-se da tecnologia no sensoriamento de enchentes, vias de iluminação pública, tráfego detectando de modo inteligente as funcionalidades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as informações e análises apresentadas neste artigo acadêmico, evidencia-se que o uso da tecnologia está interligado às características de criação de ambientes de vida sustentável e aparatos inteligentes. Com a finalidade de atrair uma parcela da classe criativa e solucionar respectivas necessidades em relação à comunidade local, com responsabilidade social em questões como segregação e às discrepâncias entre as cidades do Brasil.

As cidades buscam se tornarem inteligentes e sustentáveis cada vez mais na sociedade brasileira. Esse fato só está acontecendo, porque a comunidade urbana começou a buscar soluções às reais necessidades das pessoas, bem como de acessibilidade devido aos altos custos que nem sempre possibilita que os benefícios das tecnologias cheguem a todos, o qual ocasiona a falta de alinhamento dessas problemáticas diárias.

Uma alternativa inicial para integrar e promover o desenvolvimento de uma cultura criativa e inovadora é a educação prática sustentável. Pode-se concluir que a inteligência e a sustentabilidade de uma cidade está em direcionar o seu crescimento de forma colaborativa e inclusiva, para o desenvolvimento mais que convencional da participação da população envolvida.

Considera-se que a população por estar em sua maior parte concentrada em áreas urbanas, ao passo que cresce e desenvolve-se haverá necessidade futura como atual em uma gestão de políticas públicas de longo prazo, implementando um ambiente eficiente. Logo, alternativas viáveis e ecológicas como o reuso de água, painéis solares na captação da energia solar para a iluminação das vias públicas, investimento em infraestrutura como ruas largas, que identifica e separa os espaços para os modais: ônibus, automóveis, motos, bicicletas e pedestres. Pode-se ajudar a solucionar um dos problemas recorrentes de congestionamentos, segurança e ambiente funcional, no qual os envolvidos tem e respeitam o seu espaço.

REFERÊNCIAS

ABDALA, Lucas Novelino; SCHREINER, Tatiana e SANTOS, Eduardo Moreira da Costa e Neri dos. Como as Cidades Inteligentes Contribuem para o Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis? Uma Revisão Sistemática de Literatura. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2014.

- AGÊNCIA CURITIBA DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO. Lugar de fazer e acontecer. s/d. Disponível em: <http://www.agenciacuritiba.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução à metodologia do trabalho Científico: Elaboração de Trabalhos na Graduação. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BARROS, Aidil Jesus da Silveira. Fundamentos de metodologia Científica: Um guia para a iniciação científica. 2. Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BENTO, Margarida. Mobilidade inteligente no centro da transformação das cidades. 17 maio. 2019. Disponível em: <https://www.smartplanet.pt/news/smart-cities/mobilidade-inteligente-no-centro-da-transformacao-das-cidades>. Acesso em: 28 out. 2021.
- CARAVETTI, Daniel. O papel da logística verde nas cidades inteligentes. 11 dez. 2020. Disponível em: <https://smartus.com.br/logistica-verde-cidades-inteligentes-smart-city/>. Acesso em: 28 out. 2021.
- CEBDS Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Mobilidade inteligente e soluções criativas são indispensáveis para o futuro das cidades. Disponível em: <https://cebds.org/mobilidade-inteligente-e-indispensavel-para-o-futuro-das-cidades/#.YZRdaNDMK71/>. Acesso em 15 nov. 2021.
- CENTRO DE OPERAÇÕES PREFEITURA DO RIO. Institucional. s/d. Disponível em: <http://cor.rio/institucional/>. Acesso em: 10 out. 2021.
- CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. Internext, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.
- GRIGOLLO, Laercio. Laercio Grigollo: "Cidades Inteligentes". 04 out. 2021. Disponível em: <https://www.radorural.com.br/noticias/44562-laercio-grigollo-quotcidades-inteligentesquot>. Acesso em: 18 out. 2021.
- MENEZES, Maria Clara. Cidades Inteligentes: um novo jeito de morar que agrega sustentabilidade e qualidade de vida. 24 maio. 2019. Disponível em: <http://sustentabilidade.sebrae.com.br/sites/Sustentabilidade/Acontece/Noticias/ciclos-2019-cidades-inteligentes,980c2dbd13aea610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- PORTAL DO GOVERNO. SP lança programa Cidades Inteligentes para modernizar gestão pública. 23 mar. 2021. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sp-lanca-programa-cidades-inteligentes-para-modernizar-gestao-publica/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

- PORTO ALEGRE PREFEITURA. Conteúdos relacionados a: Centro Integrado de Comando. 10 ago. 2021. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/taxonomy/term/1822>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ROMERO, Marta A. B.. Frentes do Urbano para a Construção de Indicadores de Sustentabilidade Intra Urbana. In Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo da FAU-UnB. Ano 6, n. 4 (novembro/2007). – Brasília: FAU UnB, 2007.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da Evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SCINOVA. Como estimular uma “mobilidade inteligente nas cidades? O papel de empresas, governo e sociedade para estimular uma nova cultura. 13 nov.2020. Disponível em: <https://scinova.com.br/como-estimular-uma-mobilidade-inteligente-nas-cidades-o-papel-de-empresas-governo-e-sociedade-para-estimular-uma-nova-cultura/>. Acesso em 15 nov. 2021.
- SEBRAE. Cidades Inteligentes: O que são?. s/d. Disponível em: <https://inovacaoosebreaeminas.com.br/cidades-inteligentes-o-que-sao/>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- SEM PARAR EMPRESAS. Mobilidade inteligente: como funciona, quais são as tecnologias e mais. Disponível em: <https://blog.sempararempresas.com.br/mobilidade-inteligente/> Acesso em: 15 nov. 2021.
- SILVA, André Koide Da. Cidade Inteligente e sua Relação com a Mobilidade Inteligente. USP, s/d.
- WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. Revista Tecnológica da Fatec Americana, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2017.

Transformando a mobilidade urbana: o papel inovador dos semáforos inteligentes e detectores na modernização das cidades

Beatriz Santos Barreto; Jenifer Souza Amancio Moreira; Andre Luiz Merino dos Santos;

Faculdade de Tecnologia Rubens Lara – Santos – SP– Brasil

beatriz.barreto3@fatec.sp.gov.br; jenifer.amancio@fatec.sp.gov.br;
andre.santos268@fatec.sp.gov.br;

Resumo. *A mobilidade urbana é um dos temas centrais em debate na sociedade moderna que demanda a busca constante por aprimoramentos. Em Santos, designada como Smart City, possui um avanço significativo, no entanto, é necessário assegurar a segurança e conforto dos residentes, turistas, visitante e trabalhadores que transitam na cidade. A introdução de semáforos inteligentes e detectores de câmera, surge como potencial solução no aprimoramento da mobilidade urbana, consolidando Santos como referência no panorama das cidades inteligentes.*

Palavras-Chave: Semáforos. Mobilidade. Detectores.

Abstract. *Urban mobility is one of the central issues under debate in modern society, which demands a constant search for improvements. Santos, designated as a Smart City, has made significant progress, but it is necessary to ensure the safety and comfort of residents, tourists, visitors and workers passing through the city. The introduction of intelligent traffic lights and camera detectors is a potential solution for improving urban mobility, consolidating Santos as a benchmark for smart cities.*

Keywords: Traffic lights. Mobility. Detectors.

1 INTRODUÇÃO

O termo “*Smart cities*” ou “cidades inteligentes, são cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano em parâmetros sustentáveis, avanços tecnológicos, conectividade centralizada em todos os pontos da cidade, trazendo inovação e transformação no futuro, diz respeito aos pilares da eficiência energética, promoção de qualidade de vida, a preocupação com meio ambiente e da economia. O século XXI vem desenvolvendo muitos marcos na área tecnológica, afetando consequentemente o crescimento econômico mundial e a globalização, com isto a migração da população para a área urbana tem sido elevada. A previsão é de que cidades em todo mundo

tenham 2,2 bilhões de habitantes a mais até 2050. No ritmo atual, a estimativa é que a população urbana passe de 56% do total global em 2021 para 68% em 2050 (ONU, 2022).

O crescimento populacional e de desenvolvimento tecnológico atualmente é o assunto mais comentado sobre cidades eficientes, sustentável, conectadas e integradas na tecnologia da informação. A mobilidade urbana é a temática mais utilizada para demonstrar a aplicação das tecnologias, pois proporciona a população a modernização de seus modais de transporte, qualidade de vida, desenvolvimento, sustentabilidade e agregando benefícios a longo prazo.

Observando o cenário nacional, Santos é reconhecido como referência e exemplo para as demais cidades brasileiras em desenvolvimento, pois possui uns dos maiores complexos portuários da América Latina, por obter grandes fluxos de mercadorias e pessoas transitando dentro da cidade e região. Ocupando a 13ª posição entre as cidades mais inteligentes e líder em Urbanismo, aponta no ranking Município que também conquistou a 2ª colocação na categoria Meio Ambiente e na 16ª posição no tema Governança. (G1santos e região) No eixo Urbanismo, a nota máxima a ser alcançada é de 9,5 e Santos obteve 7,833, a maior do Brasil. Sobretudo não basta ter este reconhecimento, sendo que a população santista ainda sofre com o trânsito caótico e seus grandes congestionamentos, principalmente nas entradas e saídas da cidade, trazendo um grande desafio para a locomoção dos demais meios de transportes.

De acordo com o ex-secretário de governo e atual prefeito da cidade de Santos “Santos tem se preocupado em oferecer serviços de qualidade, buscando a melhoria da eficiência da administração, reduzindo os gastos de custeio e aumentando os investimentos com o cidadão. Além disso, atuamos de forma coordenada entre as secretarias para garantir os resultados. Esse reconhecimento demonstra que estamos no caminho certo” (ROGERIO, 2019).

O objetivo deste trabalho é apresentar proposta de aplicação dos semáforos inteligentes e detectores nas vias da cidade de Santos, tendo foco na redução da quantidade de semáforos, otimizar a circulação dos meios de transporte público e particular, proporcionando a população a mobilidade urbana mais eficiente reduzindo o tempo de percurso obtendo mais praticidade, conforto e bem-estar dentro da cidade.

2 A IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

De acordo com Curry e Marques (2017) as cidades inteligentes surgiram com a necessidade de tornar a vida da população mais sustentável dentro do ambiente que passa por diversas mudanças, isto é, com a globalização e mudança constante do centro urbano, é necessário que as empresas, governos e a população acompanhem este processo também. O processo de modernização possibilita a modificação e melhoria do local para se adequar as novas demandas que vem surgindo pela constante inovação, pois o conhecimento disponibilizado auxilia na melhoria e percepção do espaço que

próprio bolso, traz consigo a melhoria ao meio ambiente por utilizar meios de transportes poucos ou não poluentes, priorizando a saúde e bem-estar de todos.

O transporte coletivo disponível na cidade até o ano de 2019 segundo o site da prefeitura alcança o total de 273 veículos, oferecendo 95% da sua frota com climatização e wi-fi gratuito aos usuários, sendo o ponto diferencial em comparação as outras cidades inclusive de capitais, fora a idade média dos coletivos ser de 3 a 4 anos o que traz a qualidade de serviço.

2.2 Trânsito na cidade de Santos

De acordo com os dados fornecidos pela CET – Companhia de Engenharia de Tráfego, atualmente a cidade de Santos possui 23 radares, 388 cruzamentos semaforizados, dos quais 163 adotam sistema sem fio e 255 são controlados por sistema de fios (FIRMINO, 2023).

O elevado número de semáforos dispersos por toda cidade, resulta no congestionamento do tráfego, gerando o aumento no tempo de percurso, acarretando a propagação de poluentes no ar. Atualmente os semáforos distribuídos estão desatualizados diante das tecnologias empregadas nas cidades inteligentes. A dessincronização dos sinaleiros causa o aumento dos engarrafamentos sobretudo em horários de picos, que sobrecarrega nas regiões de maiores acessos, impactando diretamente na rotina diária da população que dependem do transporte público gerando o sentimento de impaciência e estresse.

3 MATERIAIS E METODOS

Os dados coletados para este estudo foram feitos através de pesquisa bibliográfica constituída por consulta a livros, dissertações, teses, sites com o objetivo de identificar quais seriam os pontos a serem abordados na elaboração de uma proposta de aplicação do conceito utilizado. Segundo Gil (2008) a pesquisa bibliográfica, é desenvolvida a partir de material já elaborado, composto por livros e artigos científicos, tendo como principal benefício à facilidade de analisar amplamente uma série de fenômenos, ainda mais quando os dados estão espalhados geograficamente.

Além da pesquisa bibliográfica foi utilizado a coleta de informações através de entrevistas, formulada com perguntas aos motoristas de aplicativos que trafegam na cidade. A entrevista é o encontro entre duas pessoas, para obter informações a respeito de determinado assunto, durante o diálogo entre os profissionais (MARCONI; LAKATOS, 1991).

4 A REALIDADE DO TRÂNSITO SOB OLHAR DO MOTORISTA

Figura 2 – Trânsito na cidade de Santos



Fonte: Alexsander Ferraz/AT, 2023

Para aprimorar as condições urbanas na cidade de Santos diante das perspectivas dos usuários, foram entrevistados três motoristas de aplicativos que trafegam pela localidade. Os entrevistados alegam que a cidade possui quatro pistas relevantes que estão localizadas na entrada e saída da cidade e que possuem grande impacto pelo tráfego congestionado em condições climáticas normais. Entretanto durante os períodos chuvosos as situações do tráfego são caóticas, devido ao aumento no número de veículos nas vias. De acordo com os entrevistados com a construção civil e precipitação pluviométrica, o trânsito fica intenso prolongando o tempo de viagem e não obtendo muitas opções de escapatórias.

A sugestão enunciada para aprimorar a circulação na região inclui a melhoria da via Perimetral, com intuito de viabilizar o deslocamento dos veículos, aliviando o fluxo de entrada e saída da cidade. Os entrevistados enfatizaram o elevado volume das vias como um obstáculo enfrentado, sobrecarregando a infraestrutura e reduzindo o tempo de percurso. A ocorrência de feiras livres aos finais de semana nas principais vias da cidade é uma problemática, devido à afluência de turistas gerando alteração das rotas e o aumento do congestionamento. Dentro das dificuldades mencionadas pelos entrevistados diz sobre o desperdício de tempo ao buscar locais para estacionar, sendo que, quando se encontra a vaga não se localiza na distância próxima do destino.

4.1 Semáforos, detectores e suas tecnologias

Os semáforos estão presentes no dia a dia da população, porém poucos entendem a variação deste dispositivo, existem diversos tipos de semáforos que são

projetados para atender a necessidade de cada local, auxiliando no controle de tráfego. Sua escolha depende da necessidade do tráfego, da área e das regulamentações do trânsito local.

Implementando este sistema no trânsito, é possível reduzir o congestionamento, a emissão de poluentes além de aumentar a eficiência do transporte público reduzindo o tempo de percurso.

Os detectores são instalados nos cruzamentos, e o direito de passagem é concedido quando a movimentação é de uma ou mais ações. Em casos de não movimentação, permanece verde onde obteve a última ação, somente mudará o sentido de tráfego livre quando houver movimentação na outra via.

Sua função principal é regular o fluxo de tráfego, onde os semáforos irão mudar de maneira eficiente ao dar passagem aos veículos que se aproximar nos cruzamentos ou interseção das ruas.

4.2 Aplicação do Semáforo inteligente

De acordo com as informações fornecidas pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), futuramente tem a intenção de investir 3 milhões para sincronizar os semáforos via rede celular, garantindo que todos os equipamentos funcionem de forma sincronizada. Entretanto desde 2019 apenas 42% dos semáforos dispõem desta tecnologia (MARTINS, 2022).

Diante das condições de tráfego do município, os semáforos inteligentes em conjunto com os detectores podem dar preferência de tráfego rápido em principais ruas ou avenidas consideradas com maior fluxo e movimentação de veículos. As intersecções com ruas secundárias são acionadas o sinal verde em seu tempo máximo quando detectado uma certa quantidade de movimentação. Após exceder o tempo retoma a preferência principal e, mesmo que ainda obtenha movimentação, a luz verde não deve permanecer na rua secundária e sim na principal. Caso oportuno de movimentação maior na rua secundária, ele permanecerá verde por período maior dando preferência a circulação e fluidez no trânsito.

Implementando este sistema no trânsito, é possível reduzir o congestionamento, a emissão de poluentes além de aumentar a eficiência do transporte público reduzindo o tempo de percurso

4.3 Aplicação de Detectores como ferramenta complementar

Com a junção dos semáforos inteligentes com os detectores, obtém priorização dos fluxos de tráfego nas vias principais ou secundárias considerando a maior movimentação.

Os detectores de câmera, desempenham a função de detector de tráfego, que capturam as imagens possibilitando a identificação de veículos ou pedestres em uma

interseção. Seus algoritmos processam essas imagens para ativar os semáforos de acordo com a necessidade.

4.4 Onda verde

Com a junção dos semáforos inteligentes e os detectores, poderá resultar na “onda verde” que é o conceito de controle arterial de cruzamento em conjunto ao gerenciamento inteligente do tráfego, que tem por objetivo operar os semáforos ao longo dos corredores de tráfegos ou vias principais, estabelecendo a abertura progressiva através do sistema de sincronização, permitindo que os veículos se movam em uma determinada velocidade, atravessando as interseções continuamente com a interrupção mínima do fluxo (DENATRAN, 1984).

Essa sincronização é efetuada através de sensores, sistemas de controle de tráfego e seus algoritmos, que permitem através de computador analisar os padrões de tráfego em tempo real. Tendo como objetivo maximizar a fluidez do tráfego que resulta na diminuição de congestionamentos e atrasos, proporcionando a redução de tempo no trajeto e de custos operacionais para os usuários das vias.

A implementação bem-sucedida da “onda verde” permite reduzir os atrasos e as paradas nos semáforos em até 80% no atraso, o que permite a instalação de mais semáforos inteligentes, sem comprometer a fluidez do local. A sincronização semafórica é o método mais utilizado para coordenação de semáforos, feita através de um comando central, que permitirá que cada semáforo tenha um ciclo de operação, com um tempo verde e suas defasagens determinadas, permitindo o padrão de tráfego nos semáforos coordenados.

Com a implementação eficaz do controle arterial na cidade de Santos desempenhará um papel crucial na mobilidade urbana, tendo como benefício a diminuição do consumo de combustível, redução na emissão de poluentes, reduzindo o estresse dos motoristas e melhorando a eficiência do sistema público de transporte.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implementação das medidas inovadoras, o uso de semáforos inteligentes e detectores de câmeras, revelam-se como uma solução propícia para os desafios de modernização pelas cidades, principalmente, no município analisado. O estudo bibliográfico e a entrevista conduzida, apresentaram a carência de atualizações dos semáforos que contribuem no congestionamento e lentidão do tráfego.

Ao considerar as evidências, propõe-se a integração de tecnologias avançadas visando promover a fluidez do trânsito, reduzindo o tempo de deslocamento e, por conseguinte, minimizar o congestionamento ao acessar a cidade. Com a implementação dessas soluções fomenta a melhoria do ambiente urbano, beneficiando o bem-estar

emocional dos condutores e usuários das vias, firmando, assim, as cidades inteligentes como aliada no aprimoramento contínuo das infraestruturas urbanas.

REFERÊNCIAS

- FIRMINO, Anderson. Semáforos ‘desinteligentes’ atormentam vida de motoristas em Santos. ATRIBUNA, [s. l.], p. 1, 15 jan. 2023. Disponível em: <https://www.atribuna.com.br/cidades/santos/semaforos-desinteligentes-atormentam-vida-de-motoristas-em-santos>. Acesso em: 13 set. 2023.*
- MARTINS, Maurício. Modernização dos semáforos de Santos terá investimento de R\$ 3 milhões. ATRIBUNA, [s. l.], 14 fev. 2022. Disponível em: <https://www.atribuna.com.br/cidades/santos/modernizacao-dos-semaforos-de-santos-tera-investimentos-de-r-3-milhoes>. Acesso em: 16 set. 2023.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de Metodologia Científica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- DENATRAN. Manual de Semáforos. 2. ed. Brasília: Manual, 1984
- DE SOUSA JÚNIOR, Almir Mariano; PRZEYBILOVICZ, Erico; CUNHA DE LACERDA, Hiatiane; CAVALHEIRO DA COSTA, Lauren. CARTA BRASILEIRA PARA CIDADES INTELIGENTES. 2. ed. rev. [S. l.]: Livraria da Física, 2021. Disponível em: livrariadafisica.com.br. Acesso em: 11 set. 2022.
- AZEREDO, Luiz. SEIS FATORES ESSENCIAIS PARA O SINCRONISMO ENTRE SEMÁFOROS. 2014. Artigo (EMDEC - Campinas-SP) - Faculdade de engenharia, EMDEC - Campinas-SP, [S. l.], 2014. Acesso em 08/11/22.
- ALAIX, “Principios sobre semáforos” UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN, FACULTAD NACIONAL DE MINAS, Medellín, 2000. Acesso em 24 de setembro de 2023.
- SANTOS, PREFEITURA. Mobilidade. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=hotsite/conheca-santos>. Acesso: 17 out. 2023

VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica Short Papers



***A inovação enquanto ferramenta no
desenvolvimento tecnológico***

Linguagem R para Análise de dados.

Bruno Almeida, Alexandre Teso

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

bruno.almeida81@fatec.sp.gov.br; alexandre.teso@fatec.sp.gov.br

Resumo. Este artigo tem como objetivo principal desenvolver scripts em linguagem R, Python e SQL para a visualização eficaz de dados. A metodologia adotada envolve a utilização de arquivos XLSX provenientes de uma planilha elaborada no Excel. O processo de transformação desses arquivos em DataFrames é conduzido por um script elaborado pelo autor, visando a visualização dos dados por meio de histograma. Criando um outro DataFrame a partir desse tabela do excel, permitindo ao usuário escolher uma coluna específica para análise. Como resultado esperado, busca-se não apenas demonstrar a eficácia da linguagem R na visualização de dados em comparação com Python e SQL, mas também fornecer uma compreensão aprofundada das vantagens comparativas em relação a outras linguagens.

Palavras-Chave: Linguagem R, Análise de dados, Estatística.

Abstract. This article's main objective is to develop scripts in R, Python and SQL for effective data visualization. The methodology adopted involves the use of XLSX files from a spreadsheet created in Excel. The process of transforming these files into DataFrames is extended by a script created by the author, rotating the data visualization using a histogram. Creating another DataFrame from this Excel table, allowing the user to choose a specific column for analysis. As an expected result, we seek not only to demonstrate the effectiveness of the R language in data visualization compared to Python and SQL, but also to provide an in-depth understanding of the comparative advantages in relation to other languages.

Keywords: R Language, Data Analysis, Statistics.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo aborda a problemática "Qual é a eficácia da linguagem R na análise de dados em comparação com outras linguagens de programação, como Python e SQL?".

O foco deste trabalho é a comparação entre as linguagens R, Python e SQL, para fazer essa comparação dura a pesquisa foi utilizado uma planilha disponibilizada em um curso de tecnologia na matéria de estatística.

A planilha é feita no excel é importada em ambientes de desenvolvimento nas três linguagens e é gerados uma tabela dinâmica e um histograma, então é feita uma comparação entre elas baseado na dificuldade e na verificação da eficiência e eficácia da linguagens para manipulação de dados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente a pesquisa, tem início no entendimento dos dados obtidos para posterior escolha e aplicação de qual técnica de estatística será utilizada.

Tabela 11- Imagem da tabela Cia MB em formato XLSX.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	No	Estado Civil	Grau de Instrução	Número de Filhos	Salário	F_salário	Idade	F_Idade	Procedência
2	1	Solteiro	ensino fundamental		4	4 — 8	26	25 — 30	Interior
3	2	Casado	ensino fundamental	1	4,56	4 — 8	32	30 — 35	Capital
4	3	Casado	ensino fundamental	2	5,25	4 — 8	36	35 — 40	Capital
5	4	Solteiro	ensino médio		5,73	4 — 8	21	20 — 25	Outro
6	5	Solteiro	ensino fundamental		6,26	4 — 8	41	40 — 45	Outro

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A tabela 1 é uma base de dados com informações de funcionários coletadas em 2021, utilizada em um curso de tecnologia para estatística.

Com 36 linhas e 9 colunas, as principais categorias incluem "No" (posição na tabela), "Estado civil", "Grau de instrução", "Número de filhos" (apenas para casados), "Salário" (Quanto o funcionário ganha por hora), "Faixa salarial" (Grupo de classificação de funcionários por salário), "Idade", "Faixa de idade" (Grupo de classificação de funcionários por idade) e "Procedência" (Capital, Interior ou Outro).

Figura 2 – Imagem IDE R-Studio com tabela importada.

	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9
1	2021.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	Elaborar uma tabela e um gráfico para as variáveis abaixo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	No	Estado Civil	Grau de Instrução	Número de Filhos	Salário	F_salário	Idade	F_Idade
7	1	Solteiro	ensino fundamental	NA	4	4 ---8	26	25 --30
8	2	Casado	ensino fundamental	1	4.5599999999999996	4 ---8	32	30 -- 35
9	3	Casado	ensino fundamental	2	5.25	4 ---8	36	35 -- 40
10	4	Solteiro	ensino médio	NA	5.7300000000000004	4 ---8	21	20 ---25
11	5	Solteiro	ensino fundamental	NA	6.2599999999999998	4 ---8	41	40 -- 45
12	6	Casado	ensino fundamental	0	6.6600000000000001	4 ---8	28	25 --30
13	7	Solteiro	ensino fundamental	NA	6.8600000000000003	4 ---8	41	40 -- 45
14	8	Solteiro	ensino fundamental	NA	7.3899999999999997	4 ---8	43	40 -- 45
15	9	Casado	ensino médio	1	7.5899999999999999	4 ---8	34	30 -- 35

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A figura 2 é primeira tela da IDE R-Studio com os dados importados da Tabela 1.

Durante a pesquisa foi instalado o pacote “readxl” com o comando `install.packages("readxl")`. A tabela foi importada com a função “`read_excel(“caminho do arquivo excel”)`” e retornado o seu valor na variável “tabela”, e utilizando a função `View(tabela)` ficou visível a tabela feita no excel dentro da IDE R-Studio.

Figura 3 – Imagem da tabela importada no Google Colab.

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import math

vetor = []
vectorClean = []
vectorName = []
xi = []
fri = []
fi = []
total = 0
cont = 0

dados_excel = pd.read_excel('ciamb.xlsx', header=None)

numerosdefilhos = dados_excel[9]

numerosdefilhos = pd.to_numeric(numerosdefilhos, errors='coerce')

for valor in numerosdefilhos:
    if not math.isnan(valor):
        vectorClean.append(valor)

for valor in vectorClean:
    if valor not in xi:

```

No	Estado Civil	Grau de Instrução	Número de Filhos	Salário
0	1	Solteiro	ensino fundamental	NaN
1	1	Solteiro	ensino fundamental	4
2	2	Casado	ensino fundamental	1
3	3	Casado	ensino fundamental	2
4	4	Solteiro	ensino médio	NaN
5	5	Solteiro	ensino fundamental	NaN
6	6	Casado	ensino fundamental	0
7	7	Solteiro	ensino fundamental	NaN
8	8	Solteiro	ensino fundamental	NaN
9	9	Casado	ensino médio	1
10	10	Solteiro	ensino médio	NaN
11	11	Casado	ensino médio	2
12	12	Solteiro	ensino fundamental	NaN
13	13	Solteiro	ensino médio	NaN
14	14	Casado	ensino fundamental	3
15	15	Casado	ensino médio	0
16	16	Solteiro	ensino médio	NaN
17	17	Casado	ensino médio	1
18	18	Casado	ensino fundamental	2
19	19	Solteiro	superior	NaN
20	20	Solteiro	ensino médio	NaN
21	21	Casado	ensino médio	1
22	22	Solteiro	ensino médio	NaN

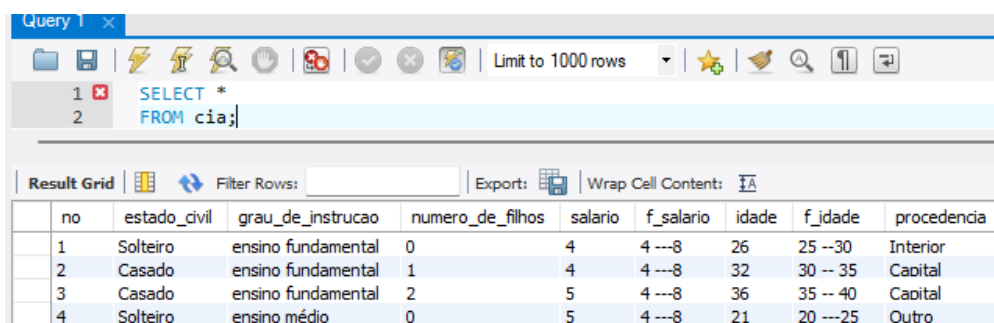
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Na figura 3 é mostrada a imagem da IDE do “Google Colabs”, os dados são da tabela da figura 1 que foi também utilizada na figura 2 foi necessário importar a biblioteca “pandas”, “matplotlib.pyplot” e “math”. A importação da tabela foi realizada utilizando a função “pd.read_excel('caminho do arquivo excel')”, e o resultado foi atribuído à variável “dados_excel”. Ao usar a função “print(dados_excel)” foi possível visualizar as primeiras linhas da tabela no ambiente.

Na figura 4 é mostrada uma imagem da tabela importada com a linguagem SQL dentro do ambiente Workbench, durante a pesquisa foi encontrado mais obstáculos usando a linguagem SQL do que as outras linguagens.

Foi feito um script em SQL e foi importado os dados do arquivo da figura 1 e importado dentro dessa tabela criada com o script SQL.

Figura 4 – Imagem da tabela importada no MySQL Workbench com Sql.



Query 1

```
1 SELECT *
2 FROM cia;
```

Result Grid

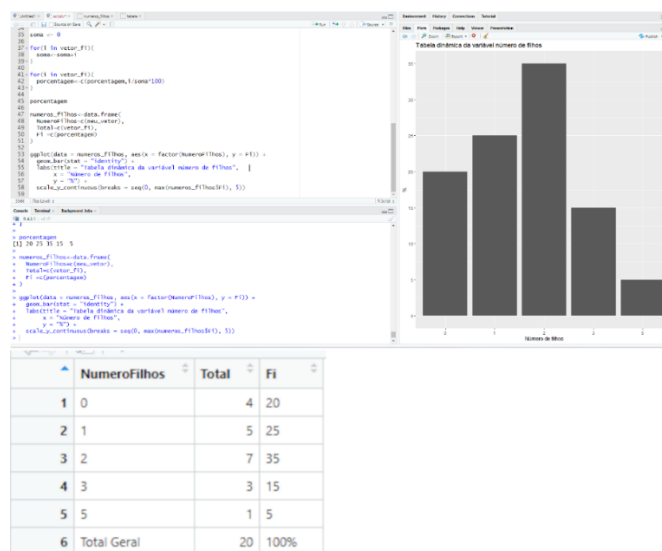
	no	estado_civil	grau_de_instrucao	numero_de_filhos	salario	f_salario	idade	f_idade	procedencia
1	1	Solteiro	ensino fundamental	0	4	4 ---8	26	25 --30	Interior
2	2	Casado	ensino fundamental	1	4	4 ---8	32	30 -- 35	Capital
3	3	Casado	ensino fundamental	2	5	4 ---8	36	35 -- 40	Capital
4	4	Solteiro	ensino médio	0	5	4 ---8	21	20 ---25	Outro

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

3 RESULTADOS PARCIAIS/ESPERADOS

Durando a pesquisa os resultados em R foram bem agradáveis, mostrou ser muito eficiente e eficaz em manipulação de dados, a figura 5 mostra que durante a pesquisa foi gerado gráficos e uma tabela dinâmica assim como em outros softwares como excel. Isso foi possível usando apenas o R nessa parte da pesquisa, sendo o único obstáculo a criação da lógica, a ferramenta tem diversas opções em pacotes desenvolvidos pela comunidade, como funções. Podendo ser importados como pacotes, a tabela dinâmica é uma tabela feita com a coluna número de filhos, a frequência de cada valor e seu valor relativo.

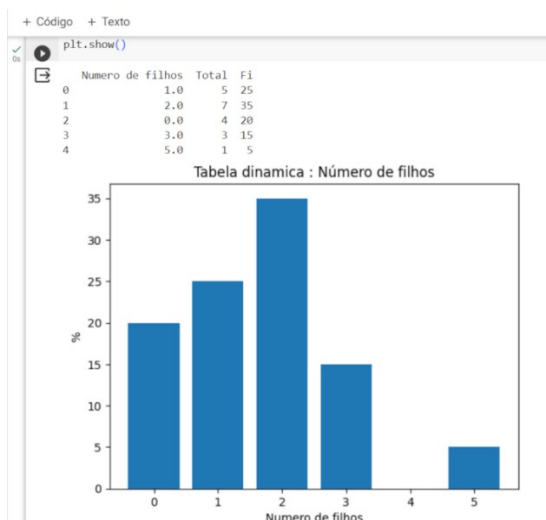
Figura 5 – Imagem do histograma criado e tabela dinâmica no R-Studio



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

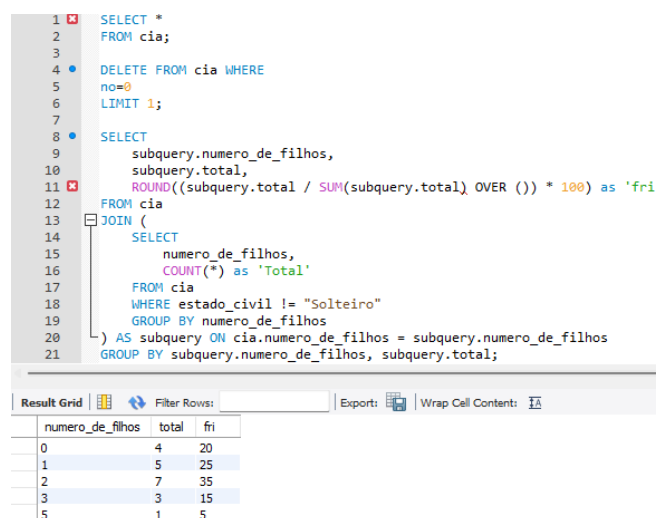
Nesta etapa da pesquisa foi desenvolvido o script com Python e foi evidente que o Python foi a linguagem que teve mais configurações a serem feitas no ambiente desenvolvimento escolhido, sendo que durante a pesquisa foi testado o ambiente na IDE Visual studio code, e foi pensado em utilizar a IDE Jupyter porém as duas não foram viáveis, uma por ser uma IDE(Jupyter) que existe dentro de um pacote do Python chamado “Anaconda”, e a outra (Visual Studio Code) por necessitar de vários plugins.

Figura 6 – Gráfico e tabela dinâmica no Google Colabs



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Foi escolhido então para pesquisa o “Google Colabs”, devido a ele possuir todas as bibliotecas sendo necessário apenas importar no projeto qual fosse da escolha do pesquisador, e foi necessário apenas de internet e um navegador. O gráfico foi feito com sucesso e a tabela dinâmica também.

Figura 7 – Tabela dinâmica feita em SQL


```

1 SELECT *
2 FROM cia;
3
4 DELETE FROM cia WHERE
5 no=0
6 LIMIT 1;
7
8 SELECT
9     subquery.numero_de_filhos,
10    subquery.total,
11    ROUND((subquery.total / SUM(subquery.total) OVER ()) * 100) as 'fri'
12 FROM cia
13 JOIN (
14     SELECT
15         numero_de_filhos,
16         COUNT(*) as 'Total'
17     FROM cia
18     WHERE estado_civil != "Solteiro"
19     GROUP BY numero_de_filhos
20 ) AS subquery ON cia.numero_de_filhos = subquery.numero_de_filhos
21 GROUP BY subquery.numero_de_filhos, subquery.total;

```

numero_de_filhos	total	fri
0	4	20
1	5	25
2	7	35
3	3	15
5	1	5

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A etapa mais difícil foi durando a linguagem Sql, foi necessário usar uma query mais avançada e usar mais conceitos da própria linguagem como Join, sendo que um iniciante no Sql sentiria dificuldades.

Durante a pesquisa não foi possível gerar gráficos com apenas o Sql nem com nenhuma biblioteca dele ou algo nesse sentido, foi custoso e não automatizado também gerar a tabela com os dados, foi necessário criar um script Sql para criar um banco de dados, criar uma tabela e importar os dados naquela tabela, sendo que essa dificuldade não foi encontrada nas outras duas linguagens R e Python durante a pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linguagem R destaca-se comparada a SQL e Python em contextos específicos de análise estatística e visualização de dados.

Enquanto SQL é poderosíssimo para manipulação e consulta eficiente de bancos de dados, R se destaca quando se trata de análise estatística avançada e visualização de dados. R é projetado para lidar com operações estatísticas complexas, facilitando a exploração e compreensão profunda dos dados. Sua coleção de pacotes estatísticos tornam-no a escolha ideal para cientistas de dados [2].

Python é uma linguagem versátil e amplamente adotada em ciência de dados. No entanto, R se destaca na análise estatística dedicada. Seu foco na estatística permite uma implementação rápida e eficiente de modelos e técnicas analíticas e

possui uma poderosíssima IDE R Studio. Além disso, a enorme coleção de pacotes em R, como o ggplot2 para visualização, proporciona uma experiência única para análise exploratória de dados [2].

REFERÊNCIAS

- [1] UNIVERSIDADE FEDERALE DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em <https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/software-educacional-livre-na-wikipedia/r-linguagem-de-programacao/>. Acesso em 30 de setembro 2023.
- [2] AWARI PLATAFORMA DE TECNOLOGIA. Disponível em < <https://awari.com.br/linguagem-r-para-data-science/> >. Acesso em 30 de setembro 2023.

Proposta de ferramenta em Realidade Aumentada para auxílio na operação manual de equipamentos em uma fábrica de petiscos secos salgados

Arnaldo Ferreira Silva; João Augusto Bernardo; Juliel Bronzati Dourado;

Centro Municipal de Formação Profissional - SENAI -Lins – SP– Brasil

arnaldoferreirasilva2015@gmail.com; joaoaugustobernardo55@gmail.com;
juliieldourado@gmail.com;

Resumo. *Este artigo apresenta a proposta de uma ferramenta de Realidade Aumentada (RA) para auxiliar na operação manual de equipamentos em uma fábrica de petiscos secos salgados. A produção de petiscos secos salgados, como salgadinhos, envolve diversas etapas manuais que requerem precisão e habilidade. A RA oferece a sobreposição de informações digitais sobre o mundo real, o que pode melhorar a precisão, eficiência e segurança desses processos. Os resultados esperados incluem maior precisão, eficiência operacional e um ambiente de trabalho mais seguro. A inovação contínua na tecnologia de RA promete melhorias adicionais no futuro, atendendo às demandas da indústria de alimentos por produtos de alta qualidade.*

Palavras-Chave: *Realidade Aumentada. Indústria de Alimentos. Eficiência Operacional.*

Abstract. *This article presents a proposal for an Augmented Reality (AR) tool to assist in the manual operation of equipment in a factory producing savory snacks. The production of savory snacks involves various manual steps that require precision and skill. AR allows for the overlay of digital information onto the real world, which can enhance the accuracy, efficiency, and safety of these processes. Expected results include increased precision, improved operational efficiency, and a safer working environment. Continuous innovation in AR technology holds the promise of further enhancements in the future, meeting the food industry's demand for high-quality products.*

Keywords: *Augmented Reality. Food Industry. Operational efficiency.*

1 INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que tem ganhado destaque em diversos setores, oferecendo a sobreposição de informações digitais sobre o mundo

real. No âmbito da indústria de alimentos, a produção de petiscos secos salgados, popularmente conhecidos apenas como “salgadinhos”, desempenha um papel relevante. Estes produtos frequentemente requerem intervenção manual em diversas etapas de produção, principalmente em pequenas fábricas, demandando precisão e habilidade por parte dos operadores de equipamentos.

A constante busca por inovação e qualidade no mercado global de alimentos tem levado a indústria a considerar a aplicação da RA para aprimorar seus processos. Esta proposta visa criar uma ferramenta de Realidade Aumentada para auxiliar na operação manual de equipamentos em uma fábrica de petiscos secos salgados. Esta abordagem inovadora tem o potencial de melhorar a precisão, eficiência e segurança dos processos de produção.

Dentro desse contexto, a pesquisa de Jagtap, Saxena e Salonitis (2021) ressalta a crescente importância da RA na "Food 4.0," apontando para seus benefícios em termos de qualidade, treinamento e eficiência na indústria de alimentos. Além disso, a revisão de Dargan et al. (2023) fornece uma visão abrangente das aplicações da Realidade Aumentada, destacando seu papel em melhorar a eficiência e a experiência do usuário em várias indústrias, incluindo a de alimentos.

A integração da Realidade Aumentada na produção de salgadinhos pode representar um avanço significativo, atendendo à demanda por produtos de alta qualidade e consistência, enquanto enfrenta os desafios intrínsecos à produção manual desses petiscos

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A implementação da ferramenta de Realidade Aumentada para a operação manual de equipamentos em uma fábrica de salgadinhos exige uma abordagem cuidadosa e bem planejada. Este segmento do artigo descreverá os materiais e métodos empregados nesse processo, levando em consideração as diretrizes e descobertas das referências bibliográficas fornecidas.

2.1 Desenvolvimento da Ferramenta de Realidade Aumentada

O desenvolvimento da ferramenta de Realidade Aumentada envolve uma integração harmoniosa entre o mundo físico e as informações digitais. Inspirados pela pesquisa de Jagtap, Saxena e Salonitis (2021) sobre a aplicação da RA na indústria de alimentos, adotamos uma abordagem que visa aprimorar a qualidade da produção e o treinamento de pessoal. A RA proporciona a sobreposição de informações digitais em

tempo real ao ambiente físico, tornando-se uma escolha lógica para melhorar a precisão das operações manuais na produção de petiscos secos salgados.

A implementação da ferramenta de RA foi baseada em uma análise detalhada dos processos de produção na fábrica. As etapas envolvidas, como preparação da massa, corte, modelagem e fritura, foram identificadas como pontos-chave para a intervenção da tecnologia. A abordagem de Dargan et al. (2023), que destaca a capacidade da RA em melhorar a eficiência e a experiência do usuário em várias indústrias, orientou nossa estratégia de desenvolvimento.

2.2 Hardware e Software

A criação da ferramenta de RA exigiu a seleção cuidadosa de hardware e software. Dispositivos de realidade aumentada, como óculos inteligentes ou smartphones, foram considerados para a exibição das informações digitais sobre o ambiente físico. Além disso, softwares de desenvolvimento de RA foram utilizados para criar as interfaces e integrações necessárias. Pressman (2014) discute a importância da escolha de ferramentas de software apropriadas no desenvolvimento de projetos tecnológicos.

2.3 Treinamento e Integração

O treinamento dos operadores de equipamentos na utilização da ferramenta de RA foi uma etapa crítica. A abordagem de Serious Games, conforme sugerido por Dörner et al. (2016), foi incorporada no treinamento para torná-lo mais interativo e eficaz. Isso permitiu que os operadores se familiarizassem com a ferramenta de forma mais rápida e eficiente, melhorando a consistência das operações.

A integração da RA no ambiente de produção também foi um desafio. A consideração de aspectos ergonômicos e de segurança, conforme discutido por Milgram e Kishino (1994), desempenhou um papel fundamental nesse processo. Foi essencial garantir que a tecnologia se ajustasse ao ambiente de trabalho dos operadores e não representasse riscos à sua segurança.

3 RESULTADOS ESPERADOS

A proposta de implementação da ferramenta de Realidade Aumentada na operação manual de equipamentos em uma fábrica de petiscos secos salgados sugere uma série de resultados esperados, os quais estão em consonância com as diretrizes e descobertas das referências bibliográficas fornecidas.

3.1 Aprimoramento da Precisão e Consistência

De acordo com a pesquisa de Jagtap, Saxena e Salonitis (2021), a Realidade Aumentada tem o potencial de aprimorar a qualidade na indústria de alimentos. A expectativa é que, ao superpor informações digitais sobre o processo de produção de petiscos, os operadores possam executar suas tarefas com maior precisão e consistência. Isso deve resultar em produtos finais mais uniformes e de alta qualidade, atendendo às demandas do mercado por produtos padronizados.

3.2 Eficiência Operacional Aprimorada

Dargan et al. (2023) destacam a capacidade da Realidade Aumentada em melhorar a eficiência operacional em diversas indústrias. Espera-se que a implementação da RA na fábrica de petiscos secos salgados resulte em um treinamento mais rápido e eficaz para os operadores. A abordagem de Serious Games, conforme sugerido por Dörner et al. (2016), deve tornar o treinamento mais envolvente e interativo, permitindo que os operadores adquiram habilidades essenciais de forma mais eficiente.

3.3 Priorização da Segurança

A segurança no ambiente de produção é uma preocupação fundamental, conforme discutido por Milgram e Kishino (1994). A implementação da RA considerará aspectos ergonômicos e de segurança para garantir que os operadores possam interagir com a tecnologia de RA de forma segura e eficaz. Espera-se que a integração da RA contribua para um ambiente de trabalho mais seguro, minimizando riscos associados à tecnologia.

3.4 Inovação Contínua

A tecnologia de Realidade Aumentada continua a evoluir, e há espaço para inovações futuras na implementação. Novas funcionalidades podem ser incorporadas para atender às necessidades específicas da indústria de alimentos, como a criação de interfaces intuitivas, a incorporação de realidade virtual e o uso de dados em tempo real para aprimorar o controle do processo de produção.

Em resumo, os resultados esperados da implementação da ferramenta de Realidade Aumentada na fábrica de petiscos secos salgados prometem uma produção de maior qualidade, eficiência operacional aprimorada e um ambiente de trabalho mais seguro.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de implementação da Realidade Aumentada na operação manual de equipamentos em uma fábrica de salgadinhos é promissora. Isto porque os resultados esperados incluem uma produção mais precisa e consistente, um treinamento eficaz, maior eficiência operacional e um ambiente de trabalho mais seguro. Além disso, a contínua inovação na tecnologia de Realidade Aumentada oferece perspectivas de melhorias futuras. À medida que se avança na implementação, a RA tem o potencial de aprimorar a qualidade e a eficiência na indústria de alimentos, atendendo às demandas do mercado e contribuindo para o progresso da indústria.

REFERÊNCIAS

- DARGAN, Shaveta; et al. Augmented Reality: A Comprehensive Review. Arch Computat Methods Eng 30, p. 1057–1080. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-022-09831-7>. Acesso em 10/10/2023.
- DÖRNER, Ralf; et al. Serious Games: Foundations, Concepts and Practice. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321542286_Serious_Games_Foundations_Concepts_and_Practice/references. Acesso em 07/10/2023.
- JAGTAP, Sandeep; SAXENA, Prateek; SALONITIS, Konstantinos. Food 4.0: Implementation of the Augmented Reality Systems in the Food Industry. Procedia CIRP, Volume 104, 2021, P. 1137-1142. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121010891>. Acesso em 10/10/2023.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. Taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE transactions on information and systems. Ano 77. p. 1321-1329. 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays. Acesso em 04/10/2023.
- PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill Education. 2014

Proposta de sistema em realidade aumentada como auxiliar em operações em uma linha de produção de barras de cereais

Isabelly Aguiar Rocha; Breno Matheus Silva de Lima; Juliel Bronzati Dourado;

Centro Municipal de Formação Profissional - SENAI -Lins – SP– Brasil

isabelly.rochaaguilar@gmail.com; brehbreno200@gmail.com;
julieldourado@gmail.com;

Resumo. Este artigo propõe a implementação de um sistema de Realidade Aumentada (RA) como um auxiliar inovador em uma linha de produção de barras de cereais na indústria de alimentos. A RA combina elementos virtuais com o ambiente físico, visando aprimorar a eficiência operacional, a motivação dos operadores e a segurança no local de trabalho. A abordagem adotada integra conceitos de Gamificação e Design Thinking, com foco em soluções centradas no usuário. Com base em estudos anteriores, espera-se que a RA melhore os processos de produção, ofereça orientações em tempo real, facilite o treinamento e forneça análises contínuas do desempenho. Essa abordagem multidisciplinar tem o potencial de promover inovação na indústria de alimentos.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada. Gamificação. Design Thinking.

Abstract. This article proposes the implementation of an Augmented Reality (AR) system as an innovative assistant in a cereal bar production line in the food industry. AR combines virtual elements with the physical environment, aiming to enhance operational efficiency, operator motivation, and workplace safety. The approach integrates Gamification and Design Thinking concepts, with a focus on user-centered solutions. Based on previous studies, AR is expected to improve production processes, provide real-time guidance, facilitate training, and offer continuous performance analysis. This multidisciplinary approach has the potential to drive innovation in the food industry.

Keywords: Augmented Reality. Gamification. Design Thinking.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos enfrenta desafios constantes na busca por aprimoramento e inovação, visando atender às crescentes demandas dos consumidores por produtos mais saudáveis e de qualidade superior. Nesse contexto, a integração de tecnologias avançadas desempenha um papel fundamental na otimização dos processos

de produção. Este artigo apresenta a proposta de implementação de um sistema de Realidade Aumentada (RA) como um auxiliar inovador nas operações de uma linha de produção de barras de cereais, com o objetivo de aprimorar a eficiência e a competitividade na indústria de alimentos.

Conforme Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a RA é uma tecnologia que combina elementos virtuais com o ambiente físico, logo, proporciona experiências interativas e enriquecedoras. A aplicação da RA nesta pesquisa é fundamentada em estudos anteriores que demonstraram seu potencial em melhorar a eficiência dos processos de fabricação (Jagtap et al., 2021). Além disso, a utilização de elementos de Gamificação, como placares de líderes e recompensas, desempenha um papel relevante no engajamento e na motivação dos operadores (Landers & Landers, 2015).

Esta pesquisa adota uma abordagem baseada em Design Thinking, que se concentra em soluções centradas no usuário (Leifer, Plattner & Meinel, 2011), para desenvolver e implementar o sistema de RA de maneira eficaz. A integração de tecnologias inovadoras, juntamente com abordagens centradas no usuário, tem demonstrado impacto positivo na indústria de alimentos e em contextos semelhantes (Tang et al., 2020). Essa abordagem multidisciplinar visa proporcionar melhorias substanciais na linha de produção de barras de cereais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A implementação de um sistema de Realidade Aumentada (RA) para auxiliar em operações de produção de barras de cereais requer uma abordagem cuidadosa que combine os princípios da Gamificação e do Design Thinking. A seguir, descreveremos os principais passos e metodologias utilizados para desenvolver o sistema proposto, fazendo referência a estudos relevantes.

2.1 Seleção de Hardware e Software

Para a construção do sistema de RA, é fundamental a seleção adequada de hardware e software. Estudos anteriores, como Jagtap et al. (2021) e Tang et al. (2020), destacaram a importância de escolher dispositivos e plataformas de RA que atendam às necessidades específicas da indústria de alimentos e do ambiente de produção. Isso inclui a seleção de óculos de RA, sensores de alta precisão e softwares de desenvolvimento compatíveis.

2.2 Gamificação e Design Thinking na Concepção do Sistema

A Gamificação desempenha um papel crucial na motivação dos operadores e no aprimoramento do desempenho. O estudo de Landers e Landers (2015) demonstrou o impacto positivo dos elementos de Gamificação, como placares de líderes, no envolvimento e no desempenho dos participantes. Portanto, esses elementos serão incorporados ao sistema para incentivar a competição saudável e reconhecer as conquistas dos operadores.

O Design Thinking, como abordado por Leifer, Plattner e Meinel (2011), será aplicado na fase de concepção do sistema, com foco na empatia com os operadores e na resolução de problemas de forma centrada no usuário. Isso garantirá que o sistema atenda às necessidades reais dos operadores e da produção de barras de cereais.

2.3 Testes e Avaliação do Sistema

Avaliações frequentes e testes são essenciais para garantir a eficácia do sistema de RA. Estudos, como o de Hamari, Koivisto e Sarsa (2014), enfatizam a importância da avaliação de sistemas de Gamificação. Avaliações de usabilidade, satisfação do usuário e impacto nas operações de produção serão conduzidas ao longo do processo de implementação.

2.4 Treinamento e Integração

A integração bem-sucedida do sistema requer treinamento adequado dos operadores. Estudos como os de Hung, Huang e Hwang (2014) ressaltam a importância do treinamento baseado em jogos para aumentar a autoeficácia dos alunos. Nesse contexto, serão desenvolvidos módulos de treinamento interativos e gamificados para facilitar a adoção do sistema pelos operadores.

A seção de Resultados Esperados discutirá as melhorias previstas na produção de barras de cereais e a motivação dos operadores como resultado da implementação do sistema de RA, enquanto a seção de Considerações Finais resumirá as conclusões e destacará a relevância de investir em tecnologias inovadoras na indústria de alimentos.

3 RESULTADOS ESPERADOS

A implementação da Realidade Aumentada na produção de barras de cereais é esperada para proporcionar diversos benefícios. Primeiramente, a RA deve aprimorar a eficiência operacional ao otimizar processos, reduzir erros e minimizar o tempo de paralisação da máquina. Além disso, a introdução de elementos de Gamificação, como

placares de líderes e recompensas, tem o potencial de motivar os operadores, impulsionando o desempenho e a competitividade no ambiente de trabalho.

Em segundo lugar, a RA deve contribuir para um ambiente de trabalho mais seguro, fornecendo informações em tempo real sobre riscos potenciais e orientações para evitar acidentes. A segurança é uma prioridade na indústria de alimentos, e a RA pode desempenhar um papel fundamental na prevenção de incidentes.

Por fim, a RA permitirá o desenvolvimento de módulos de treinamento gamificados, acelerando a integração de novos operadores e reduzindo o tempo necessário para que eles atinjam um desempenho ideal. Além disso, a coleta de dados em tempo real possibilitará o monitoramento contínuo do desempenho da linha de produção, facilitando a identificação de áreas de melhoria e contribuindo para a tomada de decisões baseadas em dados. Em conjunto, esses resultados indicam o potencial de impacto positivo da implementação da RA na indústria de alimentos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um sistema de Realidade Aumentada (RA) para a produção de barras de cereais representa uma abordagem inovadora na indústria de alimentos. Ao combinar Gamificação, segurança e treinamento aprimorado, esperamos melhorias na eficiência e na motivação dos operadores.

A análise em tempo real permitida pela RA oferece um potencial significativo para aprimorar o desempenho da produção. A indústria de alimentos deve abraçar tecnologias avançadas para se manter competitiva e atender às demandas do mercado em constante evolução.

REFERÊNCIAS

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS), 49, 2014, Waikoloa. Anais [...]. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2014.

HUNG, C.-M.; HUANG, I.; HWANG, G.-J. Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. *Journal of Computers in Education*, Pequim, ano 1, p. 151–166, Nov. 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-014-0008-8>. Acesso em: 19 jul. 2023.

JAGTAP, Sandeep; SAXENA , Prateek; SALONITIS, Konstantinos. Food 4.0: Implementation of the Augmented Reality Systems in the Food Industry. *Procedia*

- CIRP, Volume 104, 2021, P. 1137-1142. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121010891>. Acesso em 10/10/2023.
- LANDERS, R. N.; LANDERS, A. K. An Empirical Test of the Theory of Gamified Learning: The Effect of Leaderboards on Time-on-Task and Academic Performance. *Simulation & Gaming*, Thousand Oaks, ano 45, p. 769–785, abr. 2015. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878114563662>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- LEIFER L.; PLATTNER H.; MEINEL C. *Design Thinking: Understand – Improve – Apply*. Heidelberg: Springer. 2011.
- TANG, Y.M. et al. Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (MR) in higher education. *Virtual Reality*, ano 24, p. 797–807, dec. 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-020-00427-9>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

Proposta de treinamento em realidade virtual para operações em uma linha de produção de sabonetes em barra

Leonardo Leal Brito; João Vitor de Oliveira Sanches; Juliel Bronzati Dourado;

Centro Municipal de Formação Profissional - SENAI -Lins – SP– Brasil

ritoleonardoleal6@gmail.com; deoliveirasanchesjoaovitor@gmail.com;
juliieldourado@gmail.com;

Resumo. Este artigo apresenta uma proposta inovadora para a introdução da realidade virtual (RV) no treinamento de operadores em uma linha de produção de sabonetes em barra. A RV oferece a promessa de melhorar a eficiência operacional, reduzir erros, aprimorar a segurança, fornecer treinamento eficaz e reduzir os custos de treinamento. Os resultados esperados incluem operadores mais eficientes, maior qualidade do produto, um ambiente de trabalho mais seguro e uma abordagem de treinamento envolvente. No entanto, a implementação bem-sucedida da RV requer um compromisso contínuo com a atualização tecnológica e a avaliação do desempenho. Este artigo destaca a importância da RV como uma ferramenta transformadora na indústria de produção de sabonetes em barra, com foco em melhorias operacionais e na formação de operadores.

Palavras-Chave: Realidade Virtual. Treinamento. Indústria de Sabonetes.

Abstract. This article presents an innovative proposal for introducing virtual reality (VR) into operator training in a bar soap production line. VR holds the promise of enhancing operational efficiency, reducing errors, improving safety, providing effective training, and cutting training costs. Expected outcomes include more efficient operators, higher product quality, a safer working environment, and an engaging training approach. However, the successful implementation of VR requires a continuous commitment to technological updates and performance evaluation. This article underscores the significance of VR as a transformative tool in the bar soap production industry, focusing on operational enhancements and operator training.

Keywords: Virtual Reality. Training. Soap Industry.

1 INTRODUÇÃO

A indústria contemporânea é caracterizada pela busca contínua por aprimoramentos em suas operações, a fim de alcançar maior eficiência, qualidade e

segurança. Nesse cenário, a Realidade Virtual (RV) emerge como uma tecnologia inovadora com o potencial de revolucionar os processos industriais. Este artigo apresenta uma proposta de treinamento em realidade virtual voltada para operações em uma linha de produção de sabonetes em barra. Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a RV proporciona a criação de ambientes virtuais imersivos nos quais os operadores podem treinar, aprimorar suas habilidades e realizar tarefas complexas, tudo isso em um ambiente simulado e seguro.

Com base em pesquisas anteriores que evidenciam os benefícios da RV em contextos industriais e educacionais (Tang et al., 2020; Jagtap et al., 2021), essa proposta visa aprimorar a eficiência operacional, reduzir erros, aprimorar a segurança, oferecer treinamento eficaz e reduzir os custos de treinamento. A RV oferece uma abordagem inovadora que combina tecnologia de ponta com práticas de treinamento eficazes, proporcionando benefícios substanciais para a indústria de produção de sabonetes em barra.

No entanto, é fundamental enfatizar que o sucesso dessa implementação requer um compromisso contínuo com a atualização tecnológica e a avaliação do desempenho. A RV é uma tecnologia em constante evolução, e seu pleno potencial só pode ser alcançado com a manutenção de um ambiente de treinamento atualizado e a adaptação às necessidades em constante mudança da indústria de sabonetes em barra. Portanto, a indústria deve abraçar essa proposta com visão de futuro e um compromisso firme com a inovação, assegurando que a RV seja explorada ao máximo em benefício da produção.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A implementação do treinamento em realidade virtual (RV) para operações em uma linha de produção de sabonetes em barra requer a seleção de tecnologias apropriadas, o desenvolvimento de conteúdo virtual, a estruturação do programa de treinamento e a ênfase na avaliação contínua. Deve-se então observar os seguintes tópicos:

- **Escolha das Tecnologias de Realidade Virtual:** A seleção das tecnologias de RV é crucial, com base em estudos como o de Tang et al. (2020), que enfatizam a importância de escolher as tecnologias que melhor atendam às necessidades do treinamento.
- **Desenvolvimento de Conteúdo Virtual:** O desenvolvimento de conteúdo virtual envolve a criação de ambientes que replicam fielmente as condições de produção. A literatura, incluindo pesquisas de Chou (2015) e Jagtap et al.

(2021), destaca a relevância do desenvolvimento de conteúdo de qualidade para o sucesso do treinamento em RV.

- **Estruturação do Programa de Treinamento:** O programa de treinamento deve ser estruturado com metas claras, cenários de treinamento e sequência de atividades. A abordagem de design thinking, conforme explorado por Dorst (2010) e Leifer, Plattner e Meinel (2011), é essencial para garantir um programa centrado no usuário.
- **Avaliação e Aprimoramento Contínuo:** A avaliação contínua é crucial, com base em estudos como os de Hamari et al. (2014) e Landers e Landers (2015), para medir o sucesso do treinamento em RV e aplicar estratégias de gamificação para manter o engajamento.

Em resumo, a implementação do treinamento em RV exige a escolha adequada de tecnologias, desenvolvimento de conteúdo virtual, estruturação do programa de treinamento e uma avaliação constante para garantir o sucesso e a eficácia desse treinamento na linha de produção de sabonetes em barra.

3 RESULTADOS ESPERADOS

A implementação do treinamento em realidade virtual (RV) para operações em uma linha de produção de sabonetes em barra é projetada para proporcionar uma série de resultados significativos. Diversas pesquisas anteriores evidenciam a relevância desses resultados:

- **Melhoria na Eficiência:** A RV oferece uma oportunidade de treinar operadores de forma mais eficaz, preparando-os para otimizar processos e recursos. Isso encontra respaldo em estudos que destacam o potencial da RV para melhorar a eficiência operacional (Tang et al., 2020).
- **Redução de Erros:** A capacidade de praticar em ambientes virtuais seguros levará a uma redução significativa de erros na linha de produção, garantindo maior qualidade dos produtos. Essa abordagem é apoiada por pesquisas que demonstram como a RV contribui para a redução de erros em tarefas críticas (Hung, Huang e Hwang, 2014).
- **Aprimoramento da Segurança:** A RV proporciona um ambiente de treinamento seguro que permite aos operadores se prepararem para situações de risco sem exposição real.
- **Treinamento mais Eficaz:** A natureza prática e imersiva do treinamento em RV promove uma aprendizagem mais sólida e eficaz. Isso encontra respaldo em pesquisas que destacam o impacto positivo da RV na eficácia do treinamento (Hamari et al., 2014).

- **Redução dos Custos de Treinamento:** Comparado aos métodos de treinamento tradicionais, o treinamento em RV é mais econômico e flexível. Essa economia é corroborada por estudos que destacam a redução de custos associada à implementação de tecnologias de RV (Dicheva et al., 2015).

Em resumo, a implementação da RV promete melhorias operacionais substanciais e está fundamentada em pesquisas que destacam o potencial dessa tecnologia. No entanto, é essencial lembrar que a manutenção bem-sucedida desses benefícios requer um compromisso contínuo com a atualização tecnológica e a avaliação do desempenho, garantindo que a RV seja aproveitada ao máximo no contexto da produção de sabonetes em barra.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, a introdução da realidade virtual no treinamento para operações em uma linha de produção de sabonetes em barra promete uma série de vantagens substanciais. Esta abordagem inovadora se alinha com pesquisas anteriores que destacaram o potencial da realidade virtual em contextos educacionais e industriais (Tang et al., 2020; Jagtap et al., 2021). Os resultados esperados, incluindo melhoria na eficiência, redução de erros, aprimoramento da segurança, eficácia no treinamento e redução dos custos de treinamento, corroboram a importância da implementação de tecnologias de RV (Hamari et al., 2014).

No entanto, é crucial enfatizar que a manutenção bem-sucedida desses benefícios requer um compromisso contínuo com a atualização tecnológica e a avaliação do desempenho (Landers e Landers, 2015). A indústria deve abraçar essa proposta com visão de futuro, combinando os avanços tecnológicos com práticas de treinamento eficazes para maximizar o potencial da realidade virtual na otimização das operações de produção de sabonetes em barra.

REFERÊNCIAS

- CHOU, Y.-K. Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards - Createspace Independent Publishing Platform, 13 mai. 2015. E-book.
- DICHEVA, D. et. al. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. Journal of Educational Technology & Society, Taipei, ano 18, p. 75–88, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270273830_Gamification_in_Education_A_Systematic_Mapping_Study. Acesso em: 15 jun. 2023.

- DORST, K. The Nature of Design Thinking. In: DTRS8 INTERPRETING DESIGN THINKING: DESIGN THINKING RESEARCH SYMPOSIUM PROCEEDINGS, 8, 2010. Anais [...]. Sydney: DAB Documents, 2010.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS), 49, 2014, Waikoloa. Anais [...]. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2014.
- HUNG, C.-M.; HUANG, I.; HWANG, G.-J. Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. *Journal of Computers in Education*, Pequim, ano 1, p. 151–166, Nov. 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-014-0008-8>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- JAGTAP, Sandeep; SAXENA , Prateek; SALONITIS, Konstantinos. Food 4.0: Implementation of the Augmented Reality Systems in the Food Industry. *Procedia CIRP*, Volume 104, 2021, P. 1137-1142. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121010891>. Acesso em 10/10/2023.
- LANDERS, R. N.; LANDERS, A. K. An Empirical Test of the Theory of Gamified Learning: The Effect of Leaderboards on Time-on-Task and Academic Performance. *Simulation & Gaming*, Thousand Oaks, ano 45, p. 769–785, abr. 2015. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878114563662>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- LEIFER L.; PLATTNER H.; MEINEL C. *Design Thinking: Understand – Improve – Apply*. Heidelberg: Springer. 2011.
- TANG, Y.M. et al. Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (MR) in higher education. *Virtual Reality*, ano 24, p. 797–807, dec. 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-020-00427-9>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

Um estudo sobre a síndrome de lesão por esforço repetitivo em operadores de painel de controle

Geovany Jose Cavalcanti Pedro; Jonathan Carlos; Luiz Henrique de Paula Evangelista;
Sergio Lins; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

geovany.pedro@fatec.sp.gov.br; jonathan.carlos1512@gmail.com;
luiz.evangelista01@fatec.sp.gov.br; sergiobatkevicius309@gmail.com;
moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo: *O presente estudo enfatiza a análise dos fatores de risco para lesões por esforços repetitivos (LER) e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) por meio de pesquisa bibliográfica abrangente. Um estudo de caso proposto em operadores de painel de controle de uma usina de açúcar e álcool visa analisar as causas da LER e apresentar soluções para sua redução. A pesquisa contínua e a adaptação às descobertas científicas são essenciais para a prevenção. O objetivo final é promover ambientes de trabalho mais saudáveis e seguros, melhorando a qualidade de vida dos trabalhadores e suas famílias.*

Palavras-chave: *Lesões por esforço repetitivos. Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. Diagnóstico de LER.*

Abstract. *The present study emphasizes the analysis of risk factors for repetitive strain injuries (RSI) and work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) through comprehensive literature research. A case study proposed on control panel operators at a sugar and alcohol plant aims to analyze the causes of RSI and present solutions for its reduction. Continuous research and adaptation to scientific discoveries are essential for prevention. The ultimate objective is to promote healthier and safer work environments, improving the quality of life of workers and their families.*

Keywords: *Repetitive strain injuries. Work-related musculoskeletal disorders. RSI diagnosis.*

1 INTRODUÇÃO

Doenças ocupacionais são condições de saúde que estão diretamente relacionadas às atividades laborais e ao ambiente de trabalho de uma pessoa. Elas podem ser causadas por diversos fatores, incluindo exposição a substâncias tóxicas,

esforço físico excessivo, posturas inadequadas, repetição de movimentos, fatores ergonômicos desfavoráveis, estresse ocupacional e outros elementos presentes no local de trabalho (SANTOS, 2019). As lesões por esforços repetitivos (LER) ou distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) são um problema de saúde sério que afeta a saúde e a produtividade dos trabalhadores em todo o mundo (NASCIMENTO, 2022).

Neste artigo, serão abordados os principais conceitos, fatores de risco, diagnóstico e prevenção das LER/DORT. Este trabalho apresenta a proposta de um estudo de caso a ser aplicado em operadores de painel de controle em uma usina de açúcar e álcool no interior do Estado de São Paulo para analisar as causas de lesões por esforço repetitivo e apresentar soluções para diminuir seus efeitos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Doenças Ocupacionais

As doenças ocupacionais, também conhecidas como doenças relacionadas ao trabalho ou doenças profissionais, podem surgir de uma variedade de fatores no ambiente de trabalho (NASCIMENTO, 2022). Estes incluem movimentos repetitivos, exposição a produtos perigosos, ruídos excessivos e sobrecarga de trabalho. A demanda por maior produção e horas de trabalho também está ligada a essas condições. Esses problemas de saúde se desenvolvem de forma gradual, afetando o trabalhador de forma silenciosa e lentamente. Eles podem desencadear uma variedade de enfermidades, como problemas auditivos, inflamatórios ou psicomotores. (COUTO et al., 1998).

Mesmo índices indicando uma possível queda é alarmante ver que em 2021 houve 19.348 mil afastamentos relacionados a acidentes ou doenças de trabalho, conforme dados da Secretaria da Previdência do Ministério da Economia (MPS, 2023). Esses números destacam a importância crucial de promover ambientes de trabalho seguros e saudáveis para proteger a saúde dos trabalhadores. A conscientização contínua e a implementação de medidas de segurança são essenciais para reduzir esses incidentes e proteger os funcionários no local de trabalho.

2.2 Lesões por Esforços Repetitivos (LER)

Lesão por esforço repetitivo (LER) ou distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT) é uma lesão que ocorre nos músculos, tendões, articulações ou nervos dos membros superiores, principalmente das mãos, punhos e ombros. É causada por esforços repetitivos, posturas inadequadas e sobrecargas físicas (SANTOS, 2019).

Apesar das lesões por esforços repetitivos serem mais evidentes na atualidade, o surgimento dos primeiros casos documentados remonta ao ano de 1700, registrados pelo médico italiano Bernardino Ramazzini, considerado o pai da Medicina do Trabalho, foi o primeiro a descrever as lesões por esforços repetitivos (LER), devido o sofrimento dos artesãos escrivães, sinalizando a leveza e repetitividade do esforço, a sobrecarga estática das estruturas dos membros superiores e a atenção e tensão exigida. (BAWA, 1997).

2.3 Diagnóstico de LER

O diagnóstico da LER/DORT é difícil, pois seus sinais e sintomas se confundem com os de doenças reumáticas. Na fase inicial, não há sinais clínicos visíveis, mas há desconforto que geralmente aparece no final do dia de trabalho. A dor é sentida apenas quando a área afetada é comprimida. Já em uma fase mais avançada a dor é forte, contínua e persiste mesmo quando o membro afetado está imobilizado. Torna-se insuportável e pode causar intenso sofrimento. Edema (inchaço) é comum nesta fase, e a falta de uso pode levar a deformidades. A incapacidade para o trabalho é evidente, e as alterações físicas também podem desencadear problemas psicológicos, como depressão, ansiedade e angústia.

O diagnóstico precoce é imprescindível para a cura do distúrbio e se os sintomas não forem tratados no início tendem a tornar-se crônicos ou irreversíveis, sendo que a prevenção é a melhor solução para assegurar um melhor rendimento do trabalhador na empresa. Os empregadores devem promover a ergonomia nos ambientes de trabalho, reduzindo os esforços repetitivos, as posturas inadequadas e as sobrecargas físicas. Os trabalhadores também devem adotar medidas preventivas, como realizar pausas regulares durante o trabalho e realizar exercícios de alongamento e fortalecimento muscular (COUTO, 1991).

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

O presente estudo é uma pesquisa bibliográfica, que teve como objetivo analisar os principais fatores de risco para o desenvolvimento de lesões por esforços repetitivos (LER) ou distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Essa revisão bibliográfica abrangente permitiu a análise crítica dos diversos aspectos das LER/DORT, desde os fatores de risco até as estratégias de prevenção. As informações provenientes dessas fontes foram integradas para fornecer uma compreensão holística do tema, fundamentando as discussões e conclusões apresentadas neste artigo.

Este trabalho apresenta a proposta de um estudo de caso a ser aplicado em operadores de painel de controle em uma usina de açúcar e álcool no interior do Estado de São Paulo para analisar as causas de lesões por esforço repetitivo e apresentar soluções para diminuir seus efeitos.

O resultado esperado deste artigo é aumentar a conscientização sobre as doenças ocupacionais, informando os leitores sobre os riscos associados ao ambiente de trabalho e as medidas preventivas que podem ser adotadas. Além disso, espera-se destacar a importância da segurança e saúde ocupacional nas empresas, incentivando a implementação de políticas e práticas que protejam os trabalhadores. Ao divulgar conhecimento sobre doenças ocupacionais e promover estratégias de prevenção, o artigo visa contribuir para ambientes de trabalho mais seguros, saudáveis e produtivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É essencial que empregadores e funcionários estejam cientes dos perigos associados às atividades laborais e trabalhem juntos para criar ambientes de trabalho seguros. A educação contínua, o treinamento em segurança, o acesso adequado aos equipamentos de proteção e a adoção de políticas ergonômicas são passos cruciais para mitigar os riscos de doenças ocupacionais.

Finalmente, encorajamos a pesquisa contínua sobre doenças ocupacionais e métodos de prevenção. O conhecimento científico em constante evolução é essencial para identificar novos riscos e desenvolver estratégias de proteção mais eficazes.

Ao adotar uma abordagem proativa em relação à segurança ocupacional, podemos criar ambientes de trabalho mais saudáveis, reduzir o número de casos de doenças ocupacionais e, em última análise, melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e suas famílias. Juntos, podemos construir um futuro onde todos os trabalhadores possam realizar suas atividades profissionais com segurança e bem-estar.

REFERÊNCIAS

- BAWA J. Lesões por esforços repetitivos (LER) ou distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). In: Bawa J. Computador e Saúde. Trad. de E. Farias. São Paulo: Summus; 1997.
- COUTO, Hudson de Araújo. Guia Prático - tenossinovites e outras lesões por traumas cumulativos nos membros superiores de origem ocupacional. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1991.
- COUTO, Hudson de Araújo. Como gerenciar a questão das LER./DORT: Lesões por Esforços Repetitivos / Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho.1ª Edição Ergo Editora, Belo Horizonte – MG - 1998.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- MPS - MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Levantamento está no Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho 2021. In: Acidentes de Trabalho caem 25,6% no Brasil em 10 anos. [S. l.], 4 maio 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias-e-conteudos>. Acesso em: 18 out. 2023.
- NASCIMENTO, Cristiano Rodrigues E. Roger. Distúrbios Gerados Pelo Esforço Repetitivo Relacionados Ao Trabalho-Ler/dort: Uma Revisão De Literatura. 2022.
- SANTOS, Thaise Borges. LESÕES POR ESFORÇO REPETITIVO (LER) E DOENÇAS OSTEOARTICULARES RELACIONADAS (DORT) AO TRABALHO E SOBRECARGA DE TRABALHO DOMÉSTICO EM TRABALHADORAS DE SAÚDE. Anais dos Seminários de Iniciação Científica, n. 23, 2019.

Um estudo sobre a síndrome de lesão por esforço repetitivo em operadores de máquinas

Marcos Ramalho; Gisele Pereira; Juliano Munhoz Beltani; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

marcos.ramalho@fatec.sp.gov.br; gisele.pereira3@fatec.sp.gov.br;
jmbeltani@gmail.com; elainevhm@gmail.com; Moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. O artigo aborda o estudo sobre doenças ocupacionais com foco na Síndrome de Lesões por Esforço Repetitivo (LER), explora causas, mecanismos, sintomas, diagnóstico e impacto na qualidade de vida das pessoas. Este trabalho propõe um estudo de caso em operadores de máquina para analisar as causas da LER e apresentar soluções práticas. Este estudo visa contribuir para a promoção de ambientes de trabalho mais seguros e melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores afetados.

Palavras-Chave: Diagnóstico. Esforço repetitivo. Doenças ocupacionais.

Abstract. The article addresses the study of occupational diseases with a focus on Repetitive Strain Injury Syndrome (RSI), exploring causes, mechanisms, symptoms, diagnosis and impact on people's quality of life. This work proposes a case study on machine operators to analyze the causes of RSI and present practical solutions. This study aims to contribute to the promotion of safer working environments and improving the quality of life of affected workers.

Keywords: Diagnosis. Repetitive effort. Occupational diseases.

1 INTRODUÇÃO

As lesões causadas pela Síndrome de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) são amplamente reconhecidas e que gera impacto na vida e rotina de milhões de pessoas ao redor do mundo, estando diretamente relacionada às pessoas que executam atividades com alta demanda de movimentos repetitivos diariamente, seja no trabalho ou até mesmo durante a prática de alguma atividade física (DE OLIVEIRA, 2023).

Este artigo tem por objetivo explorar a síndrome de LER, tratando de sua etiologia, tratamento, diagnóstico e prevenção. Buscar compreender a natureza da síndrome de lesão por esforço repetitivo pode ser essencial para mitigar os seus efeitos e impactos na vida e rotina de trabalho de milhares de pessoas pelo mundo, pois os seus danos podem causar uma piora na qualidade de vida das pessoas que são diretamente

afetadas pela LER. Este trabalho apresenta a proposta de um estudo de caso a ser aplicado em operadores de máquina em uma fábrica de latas no interior do Estado de São Paulo para analisar as causas de lesões por esforço repetitivo e apresentar soluções para diminuir seus efeitos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Doenças Ocupacionais

Doenças ocupacionais são condições de saúde que estão diretamente relacionadas às atividades laborais e ao ambiente de trabalho de uma pessoa. Elas podem ser causadas por diversos fatores, incluindo exposição a substâncias tóxicas, esforço físico excessivo, posturas inadequadas, repetição de movimentos, fatores ergonômicos desfavoráveis, estresse ocupacional e outros elementos presentes no local de trabalho (MARTINS, 2003).

A prevenção de doenças ocupacionais é fundamental e envolve a implementação de medidas de segurança no trabalho, regulamentações governamentais, treinamento dos trabalhadores e avaliação de riscos no ambiente de trabalho (DE OLIVEIRA, 2023). Trabalhadores e empregadores devem estar cientes dos perigos potenciais associados às suas atividades laborais e tomar medidas para minimizar o risco de doenças ocupacionais. Além disso, é importante oferecer cuidados médicos e apoio aos trabalhadores afetados por essas condições (MACÊDO, 2015).

2.2 Lesões por Esforços Repetitivos (LER)

As lesões causada por esforços repetitivos nos dias de hoje são conhecidas como (LER), tendo como suas lesões mais comuns bursite, tendinite que estão relacionadas principalmente a membros da parte superior como ombros e pescoço sendo causada por sobrecarga nesta área do corpo, grande parte dessas lesões estão relacionadas ao trabalho devido a atividades laborais repetitivas podem também ser obtidas de práticas esportivas quando ocorrem estas lesões elas podem afetar músculos, tendões, nervos e outras estruturas importantes do corpo (DE BARROS BARBOSA, 1997).

As Lesões por Esforços Repetitivos (LER) relacionadas ao ambiente de trabalho representam atualmente a condição profissional mais prevalente em países industrializados, independentemente do estágio de industrialização (NASCIMENTO, 2022). Argumenta-se que a LER transcende uma mera doença ocupacional, atuando como um reflexo da crise inerente ao sistema de produção capitalista, evidenciando suas contradições e manifestações patológicas na sociedade contemporânea (SANTOS, 2019).

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

O artigo tem como objetivo aprofundar a compreensão da síndrome de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) abordando pontos significativos:

- **Ampliação de Conhecimento sobre a LER:** O artigo busca fornecer informações detalhadas sobre a LER, incluindo sua definição, causas, mecanismos e fisiopatologia subjacentes. Isso contribui para uma melhor compreensão da condição e suas origens.
- **Sintomas e Diagnóstico:** Uma análise aprofundada dos sintomas da LER e das abordagens de diagnóstico é fundamental para identificar a síndrome de forma precoce. Isso é crucial para evitar que a condição se agrave e cause traumas mais sérios. Destacar as causas dos sintomas ajuda a direcionar os profissionais de saúde para um diagnóstico mais preciso.
- **Qualidade de Vida:** O artigo explora os impactos que as lesões por esforço repetitivo podem ter na qualidade de vida das pessoas afetadas. Isso pode incluir limitações nas atividades diárias, restrições no trabalho e até mesmo problemas emocionais devido à dor crônica e à incapacidade funcional.

Ao abordar esses pontos, o artigo não apenas oferece informações valiosas sobre a LER, mas também destaca a importância da prevenção, diagnóstico precoce e tratamento adequado para melhorar a qualidade de vida das pessoas afetadas por essa síndrome. Além disso, pode ajudar a sensibilizar profissionais de saúde, empregadores e trabalhadores sobre a importância da ergonomia e das práticas de trabalho seguras para evitar o desenvolvimento da LER.

Este trabalho apresenta a proposta de um estudo de caso a ser aplicado em operadores de máquina em uma fábrica de latas no interior do Estado de São Paulo para analisar as causas de lesões por esforço repetitivo e apresentar soluções para diminuir seus efeitos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a revisão bibliográfica e os objetivos do artigo, é possível observar a relevância da abordagem das doenças ocupacionais, com ênfase na Síndrome de Lesões por Esforço Repetitivo (LER). A literatura revisada destaca a importância da prevenção dessas condições de saúde, ressaltando a implementação de medidas de segurança no ambiente de trabalho, regulamentações governamentais e treinamento dos trabalhadores.

A discussão sobre a LER proporcionou uma compreensão mais profunda das causas, mecanismos e fisiopatologia subjacentes a essa síndrome, bem como dos sintomas e métodos de diagnóstico. É evidente que a identificação precoce desempenha um papel crucial na minimização dos impactos negativos e traumas que a LER pode causar na qualidade de vida das pessoas afetadas.

Além disso, o estudo de caso proposto oferece uma abordagem prática para analisar as causas das lesões por esforço repetitivo em um contexto real, como operadores de máquinas em uma fábrica. Isso permite a aplicação das informações obtidas na revisão bibliográfica, propondo soluções concretas para reduzir os efeitos da LER no ambiente de trabalho.

Em resumo, este artigo proporcionou uma abordagem abrangente e prática para a compreensão das doenças ocupacionais, com destaque para a Síndrome de Lesões por Esforço Repetitivo. Espera-se que as informações e propostas apresentadas contribuam para a promoção de ambientes de trabalho mais seguros, a prevenção de doenças ocupacionais e a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores afetados.

REFERÊNCIAS

- DE BARROS BARBOSA, Eliane et al. Lesões por esforços repetitivos em digitadores do Centro de Processamento de Dados do Banestado, Londrina, Paraná, Brasil. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 4, n. 2, p. 83-91, 1997. <https://www.revistas.usp.br/fpusp/article/view/76151>
- DE OLIVEIRA, Guilherme Guedes et al. Estudo de lesões por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionado ao trabalho no sul brasileiro entre o período de 2012-2022. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 8, p. 23512-23523, 2023.
- FONSECA, João José Saraiva da. *Metodologia da Pesquisa Científica*. Fortaleza: Uece, 2002.
- MARTINS, Caroline Albereci; FADEL, Marianella Aguilár Ventura; REGIS FILHO, Gilsée Ivan. Lesões por esforços repetitivos em cirurgiões-dentistas: um estudo de caso:

síndrome do túnel carpal. JBC j. bras. clin. odontol. integr, p. 363-367, 2003.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-400778>

NASCIMENTO, Cristiano Rodrigues E. Roger. Distúrbios Gerados Pelo Esforço Repetitivo Relacionados Ao Trabalho-Ler/dort: Uma Revisão De Literatura. 2022.

SANTOS, Thaise Borges. Lesões Por Esforço Repetitivo (Ler) E Doenças Osteoarticulares Relacionadas (Dort) Ao Trabalho E Sobrecarga De Trabalho Doméstico Em Trabalhadoras De Saúde. Anais dos Seminários de Iniciação Científica, n. 23, 2019.

MACÊDO, ANTONIO EDILSON. AMBIENTE DE TRABALHO: aspectos mais significativos das estratégias educativas de prevenção de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho com ênfase à Medicina do Trabalho, a partir da pesquisa bibliográfica. <http://repositorio.laboro.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1528/EDILSON%20MONOGRAFIA%20COMPLETA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Um estudo sobre a síndrome da vibração mão-braço em equipamentos industriais

Jennifer Teles; Elma Batista; Rafael Pereira; Rogério Santos; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

jennifer.teles@fatec.sp.gov.br; elma.batista@fatec.sp.gov.br;
rafael.ferreira95@fatec.gov.br; rogerio.santos67@fatec.sp.gov.br;

Resumo: No cenário atual, é imperativo priorizar a segurança dos trabalhadores que operam máquinas vibratórias. A exposição prolongada a vibrações pode resultar em condições adversas, como a Síndrome de Vibração Mão-Braço (HAVS). Para garantir a segurança dos funcionários, normas internacionais, a exemplo da ISO 2631-1 e ISO 5349, em conjunto com regulamentações nacionais, como a NR-15 no Brasil, estabelecem parâmetros para a medição, avaliação e restrição da exposição a vibrações nos ambientes de trabalho. Este trabalho propõe a análise da HAVS, durante as atividades diárias de um operador de máquina em uma indústria de sabonete no interior do estado de São Paulo, enquanto medições simultâneas serão feitas em ambas as mãos para avaliar os níveis de vibração.

Palavras-Chave: vibração. mão-braço. lesões.

Abstract. In the current scenario, it is imperative to prioritize the safety of workers who operate vibrating machines. Prolonged exposure to vibrations can result in adverse conditions such as Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS). To ensure employee safety, international standards, such as ISO 2631-1 and ISO 5349, together with national regulations, such as NR-15 in Brazil, establish parameters for measuring, evaluating and restricting exposure to vibrations in environments. of work. This work proposes the analysis of HAVS, during the daily activities of a machine operator in a soap industry in the interior of the state of São Paulo, while simultaneous measurements will be made on both hands to evaluate vibration levels.

Keywords: vibration. hand-arm. injuries.

1 INTRODUÇÃO

A exposição a riscos ocupacionais é uma preocupação central em ambientes industriais, onde os trabalhadores frequentemente enfrentam uma variedade de

agentes que podem afetar sua saúde. Entre esses agentes, as vibrações ocupacionais de corpo inteiro (VCI) e de mãos e braços (VMB) desempenham um papel significativo. A Norma ISO 5805 (ISO 5805, 1997) define a vibração mão-braço como a vibração mecânica que é transmitida ao Sistema Mão Braço - Hand Arm System (HAS), geralmente através da palma da mão ou dos dedos ao segurar ferramentas ou peças de trabalho. Essa definição inclui o HAS, referindo-se aos membros superiores do corpo humano que atuam como receptores de vibração ou choque.

A compreensão das propriedades da vibração, como magnitude, frequência e direção, é crucial para avaliar os riscos associados à exposição ocupacional a vibrações. Além disso, a duração da exposição desempenha um papel crítico na determinação dos efeitos na saúde dos trabalhadores (MIZUSHIMA, 2020).

O objetivo do artigo é fornecer uma visão abrangente sobre os riscos ocupacionais associados à exposição a vibrações ocupacionais de mãos e braços em ambientes industriais. Neste artigo serão apresentadas as regulamentações pertinentes, medidas de controle e a importância da gestão de riscos nesse contexto, com o intuito de promover a proteção da saúde dos trabalhadores e garantir a criação de ambientes de trabalho seguros e saudáveis. Este trabalho propõe a análise da vibração no sistema mão-braço, durante as atividades diárias de um operador de máquina em uma indústria de sabonete no interior do estado de São Paulo, enquanto medições simultâneas serão feitas em ambas as mãos para avaliar os níveis de vibração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Síndrome de Vibração Mão-Braço (HAVS), também conhecida como Vibration White Finger (VWF), é uma condição de saúde que afeta indivíduos que estão expostos a vibrações repetitivas e frequentes, como aquelas causadas por ferramentas elétricas e máquinas industriais. Consideradas doenças ocupacionais, sendo assim normatizadas e reconhecidas como doenças ocupacionais (SOEIRO, 2011) consta em uma lista Europeia e, posteriormente, na Norma ISO 5349-1 (ISO 5349-1, 2001).

A exposição a agentes que causam a Síndrome de Vibração Mão-Braço (HAVS) é regulamentada em relação à exposição às vibrações transmitidas ao corpo. Os limites para a exposição às vibrações nas mãos e braços variam de acordo com as regulamentações de segurança ocupacional em diferentes países. Geralmente, essas regulamentações especificam limites para a exposição diária permitida e podem ser expressas em termos de aceleração (metros por segundo ao quadrado, m/s^2) ou frequência ponderada, por exemplo A(8).

Messias (2014) investigou o impacto de três tipos de luvas no esforço do músculo Flexor Digitorum Superficialis. Os resultados indicaram que luvas de algodão aumentam

a intensidade do esforço muscular, enquanto luvas de nylon reduzem o esforço. É importante observar que a relação entre o uso de luvas e o esforço muscular pode depender de vários fatores, incluindo o tipo de luva, o material da luva, a dureza, a tarefa realizada e a postura do braço do operador. Portanto, compreender como as luvas afetam o esforço muscular requer uma abordagem holística e a consideração de múltiplos parâmetros (MESSIAS, 2014).

O Anexo 8 da NR 15 (BRASIL, 2020) estabelece critérios para caracterização da condição de trabalho insalubre, decorrente da exposição a vibrações de corpo inteiro (VCI) e vibrações de mão-braço (VMB). Dessa forma, são estabelecidos limites de exposição ocupacional diária a vibrações. E para definir as situações de insalubridade, é preciso realizar algumas avaliações no local de trabalho. São elas: a Avaliação Preliminar da Exposição; Avaliação quantitativa da exposição dos trabalhadores às VMB; Avaliação quantitativa da exposição dos trabalhadores às VCI; e Avaliação periódica da exposição.

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

O desenvolvimento e uso de luvas anti-vibratórias representam uma importante medida de proteção para minimizar os riscos ocupacionais associados à transmissão de vibrações que é transmitida das ferramentas ou máquinas para as mãos e os membros superiores dos trabalhadores, proporcionando uma barreira de proteção essencial. No longo dos anos foram realizados estudos para analisar a eficácia das luvas anti vibratórias, na atenuação das vibrações transmitidas para o HAS pois o desempenho das luvas depende da operação e da ferramenta, das propriedades visco elásticas da luva, do tipo de material da luva, da postura do braço do operador (MILHO, 2009).

Este estudo pretende realizar a coleta e análise de dados baseados na norma NHO 10 da Fundacentro (NHO-10, 2013), que, por sua vez, segue a norma ISO 5349/2001, abordando a vibração de mãos e braços. Este trabalho propõe a análise da

vibração no sistema mão-braço, durante as atividades diárias de um operador de máquina em uma indústria de sabonete no interior do estado de São Paulo, enquanto medições simultâneas serão feitas em ambas as mãos para avaliar os níveis de vibração. A partir dos resultados de vibração obtidos que excederem os limites estabelecidos pelas normas, serão propostas medidas preventivas e corretivas para abordar a insalubridade, melhorar as condições de trabalho, promover a saúde ocupacional dos colaboradores e garantir a manutenção da produtividade.

A prevenção de lesões musculoesqueléticas, neurológicas e outras condições relacionadas à exposição a vibrações começa com uma cultura de segurança no local de trabalho, juntamente com a implementação de medidas de controle eficazes. Isso inclui o uso de equipamentos de proteção individual, treinamento adequado, manutenção preventiva de máquinas, a gestão do tempo de exposição e a monitorização contínua.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou a importância da conscientização e da gestão eficaz dos riscos ocupacionais relacionados à exposição a vibrações ocupacionais de corpo inteiro (VCI) e de mãos e braços (VMB) em ambientes industriais. As vibrações ocupacionais complexas, que envolvem a exposição de várias partes do corpo a diferentes níveis e direções de vibração, requerem uma avaliação cuidadosa e a implementação de medidas de controle apropriadas. As normas internacionais, como a ISO 5805 (1997), fornecem orientações valiosas para medir, avaliar e gerenciar esses riscos.

Além disso, a conformidade com regulamentações de saúde e segurança ocupacional, como a NR-15 no Brasil, é fundamental para garantir que as empresas cumpram os requisitos legais e protejam a saúde de seus trabalhadores.

A proteção da saúde dos trabalhadores é uma responsabilidade compartilhada entre empregadores, trabalhadores e autoridades regulatórias. A gestão eficaz dos riscos ocupacionais relacionados à exposição a vibrações é crucial para criar ambientes de trabalho seguros, saudáveis e produtivos. A prevenção de condições adversas é uma prioridade, e o conhecimento e a ação proativa são essenciais para alcançar esse objetivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Anexo 8 – Vibração – da Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e Operações Insalubres. Publicado em 22/10/2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao->

tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15.

FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.

ISO 5805: Mechanical Vibration and Shock - Human exposure to vibration - Vocabulary. Geneva, 1997. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/11953.html>.

ISO 5349-1. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements, Geneva, Switzerland: ISO - International Organization for Standardization, 2001.

MESSIAS, R.P. , R. A eficácia das luvas anti-vibratórias no amortecimento das vibrações transmitidas ao punho. 2014. Dissertação (Mestre em Engenharia e Gestão Industrial) Universidade Nova de Lisboa, 2014. Disponível: https://run.unl.pt/bitstream/10362/11059/1/Messias_2014.pdf.

MILHO, R. M. B. J. O esforço, o conforto e a vibração no sistema mão-braço, associados à utilização de luvas anti-vibratórias (Doctoral dissertation, FCT-UNL). (2009). Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/2450/1/Milho_2009.pdf.

MIZUSHIMA, A. J. Avaliação da vibração no sistema mão-braço em operadores de máquinas de corte de grama. (2020). Disponível: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/217415>.

NHO-10. Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibração de Corpo Inteiro, São Paulo, SP: FUNDACENTRO, 2013.

SOEIRO, N. S. (2011, August). Vibrações e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional. In I Workshop de Vibração e Acústica da Região Norte. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Aloisio-Schmid/publication/283426714>.

Um estudo sobre a síndrome do polegar de texto em alunos do ensino superior

Jennifer Teles; Elma Batista; Rafael Pereira; Rogério Santos; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

jennifer.teles@fatec.sp.gov.br; elma.batista@fatec.sp.gov.br;
rafael.ferreira95@fatec.gov.br; rogerio.santos67@fatec.sp.gov.br;

Resumo. *Este trabalho aborda o crescente aumento de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho e ao uso de celulares, destacando a síndrome do polegar de texto como um distúrbio comum nesse contexto. A pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa e proposta de um estudo de caso, com revisão bibliográfica. Os resultados esperados incluem uma compreensão aprofundada da síndrome do polegar de texto, suas causas e tratamentos, visando melhorar a qualidade de vida dos afetados. Além disso, propõe uma avaliação de estudantes universitários e a implementação de medidas preventivas para reduzir os riscos de distúrbios osteomusculares relacionados ao uso de smartphones.*

Palavras-chave: *Síndromes. Tecnologia. Tratamento.*

Abstract. *This work addresses the growing increase in musculoskeletal diseases related to work and the use of cell phones, highlighting carpal tunnel syndrome as a common disorder in this context. The research uses a qualitative approach and proposes a case study, with a literature review. The expected results include an in-depth understanding of carpal tunnel syndrome, its causes and treatments, aiming to improve the quality of life of those affected. Furthermore, it proposes an assessment of university students and the implementation of preventive measures to reduce the risks of musculoskeletal disorders related to smartphone use.*

Keywords: *Syndromes. Technology. Treatment..*

1 INTRODUÇÃO

Gradativamente vem crescendo o número de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho e ao uso de celulares. Tais doenças vem expandindo-se de tal forma que estão adquirindo características de uma epidemia. Esta síndrome possui pico de incidência entre 40 e 59 anos e sua prevalência é estimada entre 4 e 5% da população.

Estudos transversais vêm demonstrando prevalência de 9,2% nas mulheres e 0,6% nos homens (ALEXANDRE et al, 2021).

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre a Síndrome do Polegar de Texto e posteriormente fazer uma análise da incidência dessa síndrome em alunos do ensino superior.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Síndrome do Polegar de Texto

O distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT) é uma condição que afeta o sistema músculo-esquelético devido à realização de tarefas laborais repetitivas, movimentos excessivos ou posturas inadequadas. Uma das DORT mais comuns e bem conhecidas é a síndrome do polegar de texto, que afeta principalmente o punho e a mão (TEIXEIRA, 2011).

A síndrome do polegar de texto é caracterizada pela compressão do nervo mediano no punho, na região chamada de túnel do carpo. Isso ocorre devido à inflamação dos tendões, aumento da pressão no túnel e, em alguns casos, a presença de cistos ou outros fatores que reduzem o espaço disponível para o nervo (TEIXEIRA, 2011). Os sintomas incluem dor, dormência, formigamento e fraqueza nas mãos, particularmente nos dedos polegar, indicador, médio e anelar.

Essa síndrome é frequentemente associada a profissões que exigem movimentos repetitivos da mão e do punho, como digitadores, operadores de caixa, costureiras e trabalhadores que usam ferramentas manuais com frequência. Além disso, fatores individuais, como predisposição genética, também podem desempenhar um papel na sua ocorrência.

Para prevenir a síndrome do polegar de texto e outros DORT relacionados ao trabalho, é importante promover a ergonomia adequada no local de trabalho, proporcionando pausas frequentes, treinamento sobre postura e movimentos corretos, bem como o uso de equipamentos ergonômicos (BARBOSA, 2020). Reconhecer os sintomas precocemente e buscar tratamento é fundamental para evitar complicações a longo prazo.

Observa-se que com o crescimento e a popularização dos aparelhos móveis houve também um grande aumento de queixas relacionadas a dores em várias regiões do corpo. O uso em demasia desses aparelhos pode acarretar diversas patologias e os primeiros sintomas de desconforto são na região das mãos, antebraço e pescoço (GUTERRES et al., 2017).

2.2 Uso da Tecnologia Móvel e suas Consequências

As tecnologias estão cada vez mais inseridas na vida das pessoas e inundam o seu cotidiano. Para uma geração que já nasceu em meio a tecnologia, fazer uso dos recursos disponíveis pode ser mais produtivo e eficiente, já que produzindo mídias essas poderão ser compartilhadas no meio virtual (MARTINS, 2021).

Com o crescimento dos smartphones, houve um grande aumento nas queixas relacionadas a dores no corpo. O uso excessivo do aparelho pode acarretar algumas patologias, causando desconforto nas mãos, no braço e no pescoço (PANATO, 2017). Escrever, manusear objetos, digitar ou até mesmo o cumprimento o informal são movimentos que se repetem durante o dia a dia, que podem gerar dores, desconforto, podendo progredir para uma tendinite. A dor e a diminuição da força são sintomas comuns nesse tipo de distúrbio, assim alterando as rotinas de trabalho e lazer da pessoa como no seu bem estar no seu dia a dia (AURICH, 2012).

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Este estudo permite entender as causas da síndrome de túnel do carpo, bem como seus efeitos, os quais podem ser amenizados ou até mesmo sanados mediante a utilização do método adequado para tratamento, seja mudança de hábitos diários que visem solucionar a problemática sem contribuição farmacológica ou até descompressão cirúrgica, que possibilita uma melhor qualidade de vida para o paciente com acometimento da Síndrome do Polegar de Texto. O presente trabalho apresenta a proposta de realização de uma avaliação de estudantes do ensino superior na Faculdade de Tecnologia de Lins no interior do Estado de São Paulo, e posteriormente adotar medidas que possam diminuir ou eliminar os riscos de problemas osteomusculares relacionados ao uso de smartphones no dia a dia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final das discussões aqui apresentadas, compreendeu-se que a associação do tempo de uso do smartphone à postura inadequada pode lesar áreas da cervical e ombros.

Além disso, esclareceu-se que o nível da lesão está diretamente ligado ao tempo de uso do smartphone e que este tempo somado à má postura são os responsáveis pelo maior risco de problemas osteoarticulares e musculares, principalmente à postura com o pescoço posicionado para frente e para baixo.

Mediante esses achados e outras comparações entendeu-se que as complicações músculo esqueléticas ocorrem devido ao uso inadequado dos smartphones, principalmente dores na musculatura de membros superiores e na região cervical, gerando pontos de gatilhos e lesões articulares.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Liliane Ferreira et al. Síndrome do túnel do carpo: uma revisão bibliográfica. Revista Científica da Faculdade de Medicina de Campos, v. 16, n. 2, p. 49-55, 2021.
- AURICH, F. L. D. O. (2012). Avaliação pré e pós-operatória dos pacientes com síndrome do túnel do carpo submetidos a tratamento cirúrgico. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-938434>.
- BARBOSA, C. P. A., DE SOUZA FARIAS, L. M., & GONÇALVES, M. R. (2020). Síndrome Do Túnel Do Carpo E Seus Reflexos Na Qualidade De Vida Do Paciente Acometido. SEMPRESq-Semana de Pesquisa da Unit-Alagoas. Disponível em: https://eventos.set.edu.br/al_sempesq/article/view/13674.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- GUTERRES, Jayne. L. et al. Principais queixas relacionadas ao uso excessivo de dispositivos móveis. 2017. Trabalho acadêmico (Graduação em Fisioterapia) – Faculdade União das Américas, Foz do Iguaçu, PR, 2017.
- MARTINS, J. L., & PEREIRA, R. (2021). Impacto Do Uso Do Smartphone Nos Músculos Da Mão, Antebraço E Pescoço De Estudantes Universitários: Um Estudo De Revisão. Anais da Mostra Científica da FESV, 1(12), 335-346. Disponível em: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/AMCF/article/view/809/723>

PANATO, Karen Biatchi et al. Avaliação de pontos de tensão muscular em usuários de smartphone. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182422>.

TEIXEIRA, L. Distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho com ênfase na síndrome do túnel do carpo. Disponível: el-do-ca <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2011/04/tapoio-síndrome-do-túnel-po4.pdf>.

A importância das boas práticas de fabricação no manuseio do colágeno bovino

Aldineide Gomes da Silva; Gisele Molina Becari; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

aldigomes8@gmail.com; gisele.becari@fatec.sp.gov.br;
elainevhm@gmail.com; Moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. *O presente trabalho tem o objetivo demonstrar a importância das boas práticas de fabricação no manuseio da matéria-prima para a produção do colágeno bovino. Após a coleta das análises das boas práticas na área de insumos, será elaborado um processo para melhor aplicação das práticas e consolidação dos padrões pré-estabelecidos para melhoria contínua das atividades do produto utilizado para essa análise, visando o cumprimento da legislação e processamento de alimentos e normas da qualidade.*

Palavras-Chave: *Colágeno bovino. Gestão da Qualidade. Boas práticas de fabricação.*

Abstract. *This project's objective is to demonstrate the importance of good manufacturing practices in handling the raw material for bovine collagen production. After collecting the analyses of best practices in the input area, a process will be developed for the improved application of these practices and the consolidation of pre-established standards for the continuous enhancement of the product activities used for this analysis, with a focus on compliance with food processing regulations and quality standards.*

Keywords: *Bovine collagen. Quality management. Good manufacturing practices.*

1 INTRODUÇÃO

O colágeno tem um papel fundamental na indústria de saúde, estética e de alimentos, e é responsável por fornecer uma proteína essencial para o corpo humano, já que ela auxilia no bom funcionamento e melhoria da pele e estética, músculos e cartilagens (SILVA e PENNA, 2012). A produção de colágeno bovino envolve várias etapas, desde a obtenção da matéria-prima (pele de bovinos) até a obtenção do colágeno purificado. Este processo visa não apenas cumprir rigorosamente a legislação e as normas de qualidade relacionadas ao processamento de alimentos, como também

aprimorar continuamente as operações, pretendendo obter eficiência e a redução de perdas da matéria-prima e produto ao longo da fabricação (CARVALHO et. al, 2022).

O presente trabalho tem o objetivo de demonstrar a importância das Boas Práticas de Fabricação no manuseio da matéria-prima para a produção do colágeno bovino. Após a coleta das análises das boas práticas na área de insumos, será elaborado um processo para melhor aplicação das práticas e consolidação dos padrões pré-estabelecidos para melhoria contínua das atividades do produto utilizado para essa análise, visando o cumprimento da legislação e processamento de alimentos e normas da qualidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

No Brasil, a entidade encarregada de administrar e supervisionar as diretrizes de acordo com a ISO 9001 é a ANVISA. De acordo com a (ANVISA, 2022) a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade eficaz em Autoridades Reguladoras faz parte de recomendações e iniciativas promovida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para que determinados padrões e requisitos estatutários e regulamentares sejam atendidos de forma consistente, assim como expectativas dos cidadãos e usuários, na disponibilização de produtos sujeitos à regulação sanitária (LOBO, 2020).

As ferramentas da qualidade, conforme destacado por Franco (2017), são técnicas empregadas com a finalidade de definir, medir, analisar e propor soluções para questões que possam, eventualmente, surgir e impactar negativamente o desempenho dos processos de trabalho. Um dos princípios fundamentais da gestão da qualidade é a coleta e análise de dados. Por meio de métodos estatísticos, como gráficos em geral e os gráficos de Pareto, é possível identificar a causa raiz de um problema e determinar as ações corretivas prioritárias, como abordado por Coutinho (2019). Adicionalmente, os diagramas de Ishikawa, também conhecidos como diagramas de espinha de peixe ou diagramas de causa e efeito, são frequentemente empregados para uma investigação aprofundada das causas fundamentais de um problema, conforme explanado por Marcondes (2022).

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) desempenham um papel fundamental na Gestão da Qualidade, uma vez que, por meio delas, é possível atingir o nível de conformidade previamente estabelecido pelos clientes no momento da compra de produtos e serviços, conforme observado por Machado (2015). Essas práticas abrangem um conjunto de diretrizes a serem adotadas tanto pela indústria de alimentos quanto pelos serviços de alimentação, abrangendo todo o processo, desde a aquisição das matérias-primas até a produção final, com o propósito de assegurar a segurança e a integridade do consumidor.

O colágeno bovino é uma substância muito importante para a saúde e para a indústria, amplamente utilizado em produtos que vão desde suplementos alimentares até produtos de beleza. Explorando a jornada do colágeno bovino desde sua origem até o processo de extração. A matéria-prima do colágeno bovino vem do gado, principalmente as partes não comestíveis como pele, tendões, ossos e cartilagens. Essas partes do animal são ricas em colágeno, uma proteína estrutural que confere força e elasticidade aos tecidos.

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. Conforme Yin (2001), o método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

O trabalho apresentado visa demonstrar a importância das Boas Práticas de Fabricação no manuseio da matéria-prima para a produção de colágeno bovino. Uma vez que as análises das boas práticas na área de insumos sejam coletadas, será elaborado um processo que otimize a aplicação dessas práticas e a consolidação dos padrões pré-estabelecidos. Os resultados esperados no desenvolvimento deste trabalho serão:

- **Melhoria Contínua da Qualidade do Produto:** Com a implementação das Boas Práticas de Fabricação, é esperado que haja uma melhoria contínua na qualidade do colágeno bovino produzido, garantindo sua segurança e integridade para os consumidores.
- **Conformidade com Regulações e Normas:** Ao seguir rigorosamente as Boas Práticas de Fabricação, as organizações que produzem colágeno bovino poderão cumprir as regulações e normas estabelecidas pela ANVISA e outras autoridades regulatórias, assegurando a legalidade do produto no mercado.
- **Redução de Problemas e Custos:** As ferramentas da qualidade, como as mencionadas no texto, podem ajudar a identificar e eliminar problemas no

processo de produção, resultando em uma redução dos custos de retrabalho e desperdício de matéria-prima.

- **Competitividade Internacional:** O cumprimento de padrões de qualidade internacional, como a ISO 9001, permitirá que os produtos brasileiros, incluindo o colágeno bovino, sejam mais competitivos no mercado global, facilitando a exportação e abrindo portas para mercados internacionais.
- **Segurança do Consumidor:** A principal prioridade é garantir a segurança e a integridade do consumidor. Espera-se que as Boas Práticas de Fabricação minimizem os riscos de contaminação ou produtos inadequados, promovendo a confiança dos consumidores.

A implementação eficaz dessas práticas não apenas assegurará a qualidade do colágeno bovino, mas também contribuirá para o crescimento e o desenvolvimento da indústria, promovendo a saúde e a segurança dos consumidores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho enfatiza a importância das Boas Práticas de Fabricação (BPF) no manuseio da matéria-prima para a produção de colágeno bovino, destacando sua influência positiva na qualidade, segurança e conformidade com regulamentações.

A melhoria contínua da qualidade do produto é um dos principais resultados esperados, permitindo que o colágeno bovino alcance padrões elevados de pureza e segurança, atendendo às expectativas dos clientes e regulamentações governamentais. Além disso, a conformidade com a ISO 9001, como proposta pela ANVISA, não apenas simplifica os processos industriais, mas também abre oportunidades para a exportação de produtos brasileiros para mercados internacionais, impulsionando a economia.

Portanto, a implementação rigorosa das Boas Práticas de Fabricação no setor de colágeno bovino é um passo essencial para aprimorar a qualidade, assegurar a conformidade regulatória e atender às expectativas dos consumidores. Esse compromisso com a excelência na produção de colágeno não apenas fortalece a indústria, mas também promove a saúde e o bem-estar daqueles que consomem produtos contendo essa substância valiosa.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Boas práticas de fabricação (BPF) para estabelecimentos industrializadores de alimentos. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/agenda-regulatoria/2017-2020/temas/alimentos/arquivos/tema-4-12.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2023.

- ANVISA. Sistema de Gestão da Qualidade. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/institucional/governanca-publica/sistema-de-gestao-da-qualidade>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- CARVALHO, S. D. S., FRANCISCO, V., SILVA, K., BOGUSZ JUNIOR, S., & NASSU, R. (2022). Efeito do tempo e temperatura na maciez e teores de colágeno de carne bovina processada pelo método Sous Vide. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 28., 2022. Anais...[Online]: SBCTA; Embrapa, 2022. Evento online..
- COUTINHO, Thiago. Veja quais são as 7 Ferramentas da Qualidade para revolucionar o seu negócio. 2019. Disponível em:<<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/7-ferramentas-da-qualidade>>. Acesso em: 25 set. 2023.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- FRANCO, Jader J. Ferramentas da Qualidade e Seis Sigmas. Maringá: Unicesumar, 2017.
- LOBO, Renato Nogueirol. Gestão da qualidade. 2.ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2020.
- MACHADO, Roberto Luis Pires; DUTRA, André de Souza; PINTO, Mauro Sérgio Vianello. Boas Práticas de Fabricação (BPF). 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132846/1/DOC-120.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2023.
- MARCONDES, José Sergio. Ferramentas da Qualidade: O que é? Conceitos e Modelos. 2022. Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/ferramentas-da-qualidade-conceito-e-modelos/>>. Acesso em: 15 set. 2023.
- SILVA, Tatiane Ferreira da; PENNA, Ana Lúcia Barretto. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. Revista do Instituto Adolfo Lutz, p. 530-539, 2012.
- YIN, Robert. Estudo de Caso Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Um Estudo sobre a Gestão da Qualidade Inclusiva

Laura Aquino; Luana Lais Souza; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

aquinolaura183@gmail.com; luanalaissouzaa@gmail.com;

elainevhm@gmail.com; moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. *Este trabalho propõe melhorar a acessibilidade e inclusão de pessoas surdas na Fatec de Lins/SP, reconhecendo a importância da igualdade de acesso à educação superior. Utilizando ferramentas da qualidade como o Ciclo PDCA, 5W2H e fluxogramas, busca-se criar um ambiente educacional mais acessível e inclusivo. O progresso em direção a uma sociedade mais inclusiva começa com ações concretas para tornar a educação superior acessível a todos.*

Palavras-Chave: *Gestão da Qualidade. Inclusão. Acessibilidade.*

Abstract. *This work proposes to improve accessibility and inclusion of deaf people at Fatec de Lins/SP, recognizing the importance of equal access to higher education. Using quality tools such as the PDCA Cycle, 5W2H and flowcharts, we seek to create a more accessible and inclusive educational environment. Progress towards a more inclusive society begins with concrete actions to make higher education accessible to all.*

Keywords: *Quality Management. Inclusion. Accessibility.*

1 INTRODUÇÃO

A população brasileira é composta por uma grande diversidade de pessoas, e cerca de 10 milhões são de cidadãos surdos. É de extrema importância garantir a igualdade de acesso aos serviços para todas as pessoas, independentemente de suas capacidades (AGÊNCIA BRASIL, 2023). A inclusão de pessoas surdas não é apenas um dever ético, mas também contribui para a diversidade e enriquecimento com melhores oportunidades e experiências sociais e empresariais (MADRUGA, 2021).

A implantação da Linguagem Brasileira de Sinais pode impactar positivamente a sociedade, promovendo a conscientização sobre a cultura surda aos estudantes e membros do corpo docente da Fatec/Lins garantindo que as necessidades e os direitos das pessoas surdas sejam atendidos de forma adequada e eficaz. Além disso, proporcionar a acessibilidade e aprimoramento da prestação de serviços pode gerar

vantagens competitivas para a organização, ampliando o seu público-alvo e melhorando a sua reputação.

O objetivo deste trabalho é apresentar estratégias de gestão utilizando ferramentas da qualidade, a fim de melhorar a prestação de serviços para pessoas surdas na Fatec de Lins/SP.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com De Souza et. al. (2021) a Educação Inclusiva representa um conceito abrangente de ensino voltado para a diversidade, que se baseia em padrões projetados para atender às necessidades das pessoas com deficiência, visando à sua integração plena no ambiente escolar. Esse enfoque proporciona a oportunidade para que os indivíduos com deficiência compartilhem o mesmo espaço educacional com seus colegas sem restrições, gerando, um ambiente propício ao aprendizado e ao desenvolvimento acadêmico para todos, levando em consideração as particularidades de cada aluno.

Para Bezerra et. al. (2022) o ensino superior ainda é de difícil acesso para muitos surdos devido ao histórico de falta de inclusão no ensino básico. Isso resultou em uma lacuna educacional que torna desafiador para eles prosseguirem com a educação superior de forma igualitária, devido a falta de intérpretes e o apoio adequado em muitas instituições.

De acordo com um estudo realizado pelo Instituto Locomotiva durante a Semana da Acessibilidade Surda em 2019, apenas 7% dos brasileiros surdos concluíram o ensino superior, enquanto 15% frequentaram o ensino médio, 46% chegaram ao ensino fundamental e infelizmente 32% não possuem qualquer nível de instrução. Esses números refletem a necessidade urgente de melhorias no acesso à educação para a comunidade surda no Brasil.

3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

3.1 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é um método de gerenciamento de processos que serve como o caminho para alcançar as metas estabelecidas e compreende quatro fases que levam aos resultados desejados no processo (DEMING, 1990) (AGOSTINETTO, 2006): 1) Plan (Planejamento): nesta fase, estabelecem-se metas e elabora-se um plano para alcançar os objetivos propostos. 2) Do (Execução): envolve a comunicação das metas e dos planos para que todas as partes envolvidas compreendam e apoiem a proposta. 3) Check (Verificação): consiste na análise dos dados obtidos em relação às metas estabelecidas,

para determinar se o rumo definido está alinhado com os resultados desejados. 4) Action (Ação): aqui, a estratégia que se mostrou eficaz é implementada como parte da maneira atual de executar as atividades.

3.2 Ferramenta 5W2H

De acordo com Silva (2009), o método 5W2H é uma ferramenta adotada para a elaboração de planos de ação eficazes e a implementação bem-sucedida das soluções identificadas. Além disso, essa metodologia é reconhecida por sua capacidade de padronizar procedimentos. O nome “5W2H” é derivado das palavras em inglês: what? (o que?), why? (por que?), who? (quem?), where? (onde?), when? (quando?), how? (como?) e how much? (quanto custa?). Cada uma dessas perguntas desempenha um papel fundamental na estruturação completa e organizada do planejamento e execução de tarefas e projetos.

3.3 Ferramenta Fluxograma

Conforme Lucinda (2010), o fluxograma é uma representação visual que delinea os fluxos das diversas operações em um processo. Esta ferramenta é de considerável importância, pois permite uma análise detalhada do processo, promovendo uma compreensão abrangente das atividades realizadas por todos os envolvidos na empresa. Por sua vez, Seleme e Stadler (2012) descrevem o fluxograma como um processo cuidadosamente delineado. A análise desse fluxograma possibilita a identificação de potenciais ocorrências de problemas ao longo do processo, tornando eles um recurso valioso para a detecção e solução de questões operacionais.

4 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. O método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

Com base em princípios de educação inclusiva, o trabalho se propõe em criar um ambiente educacional mais acessível para estudantes surdos na Fatec Lins. Isso incluirá a identificação de desafios no ensino superior para essa comunidade, como a falta de

intérpretes e suporte adequado, bem como o acesso limitado a recursos educacionais. As Ferramentas da Qualidade estudadas neste trabalho serão aplicadas a fim de promover a inclusão efetiva de estudantes surdos na Fatec de Lins/SP, melhorando a qualidade da prestação de serviços e contribuindo para o acesso igualitário à educação superior.

A aplicação das ferramentas da qualidade, como o Ciclo PDCA, o método 5W2H e o uso de fluxogramas, oferece uma abordagem estruturada e sistemática para identificar, planejar e implementar mudanças que tornem o ambiente educacional mais acessível e inclusivo. Além disso, a conscientização sobre a cultura surda e a promoção de oportunidades iguais são aspectos essenciais dessa iniciativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conscientização sobre as necessidades específicas das pessoas surdas, a formação adequada dos professores, a disponibilização de recursos acessíveis e a colaboração das pessoas são aspectos que devem ser continuamente enfatizados e fortalecidos. Portanto, para garantir que a população surda não sofra atrasos durante o curso superior, a implantação da disciplina de linguagem de sinais (Libras) na grade curricular é imprescindível.

Em última análise, a melhoria da acessibilidade na Fatec de Lins/SP não apenas atende a um dever ético, mas também enriquece a instituição, proporcionando vantagens competitivas, ampliando o público-alvo e melhorando sua reputação. O progresso rumo a uma sociedade mais inclusiva começa com ações concretas, e este trabalho representa um passo na direção certa, promovendo uma educação superior acessível a todos, independentemente de suas capacidades.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL: O país tem 10,7 milhões de pessoas com deficiência auditiva, diz estudo. Disponível em: <https://ilocomotiva.com.br/clipping/agencia-brasil-pais-tem-107-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-auditiva-diz-estudo/>. Acesso em: 10 set. 2023.
- AGOSTINETTO, J. S. Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças. Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2006.
- BEZERRA, Victor Lopes; SOUSA, Francisco Ebson Gomes. Acessibilidade linguística para surdos: reflexões de professores surdos em formação. Anais CONEDU - VIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Campina Grande: Realize Editora, 2022.

BRASIL. Decreto 5.626, de 26 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm . Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de jul. de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm . Acesso em: 10 set. 2023.

DE SOUZA, Milene Karolyne; SANTOS, Luciano Pereira da Silva; DE MELO, Renata Maciel. Diretrizes de implementação para Sistemas de Gestão da Qualidade em instituições de ensino sob o enfoque da Educação Inclusiva. Revista Educação Especial, v. 34, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3131/313165836053/313165836053.pdf> . Acesso em: 12 set. 2023.

DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da administração. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.

LUCINDA, M. A. Qualidade: fundamentos e práticas para curso de graduação. 3 ed. Rio de Janeiro: Brasport , 2010.

MADRUGA, Sidney. Pessoas com deficiência e direitos humanos. Saraiva Educação SA, 2021.

SELEME, R.; STADLER, H. Controle da qualidade: as ferramentas essenciais. Curitiba: Interfaces, 2012.

SILVA, Glauco Garcia Martins Pereira. Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado. Florianópolis: UFSC 2009. 157 p. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

Descarte sustentável da água em uma empresa de produção de colágeno

Jessica de Souza Santos; Vanessa Santos; Elaine Moraes; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

jessica.santos178@fatec.sp.gov.br; vanessa.santos110@fatec.sp.gov.br;
elainevhm@gmail.com; moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. *O setor de produção de colágeno é notório por seu elevado consumo de água, uma vez que o processo de extração do colágeno envolve múltiplas etapas que requerem volumes substanciais desse recurso. O objetivo desta pesquisa será mapear e analisar as estratégias e práticas que podem ser implementadas para promover um descarte sustentável dos efluentes gerados por uma empresa de produção de colágeno. Esta pesquisa contribuirá para a empresa em questão, destacando a importância das práticas responsáveis na preservação dos recursos hídricos e na mitigação do impacto ambiental.*

Palavras-Chave: *Sustentabilidade. Colágeno. Gestão Ambiental.*

Abstract. *The collagen production sector is notorious for its high water consumption, as the collagen extraction process involves multiple stages that require substantial volumes of this resource. The aim of this research is to map and analyze strategies and practices that can be implemented to promote sustainable disposal of effluents generated by a collagen production company. This research will contribute to the company in question, emphasizing the importance of responsible practices in preserving water resources and mitigating environmental impact.*

Keywords: *Sustainability. Collagen. Environmental management.*

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a sobrevivência de todos os seres vivos e desempenha um papel fundamental em diversos setores da sociedade, incluindo a indústria. No entanto, a exploração desenfreada e o descarte inadequado da água têm gerado preocupações crescentes sobre a sustentabilidade de nossas práticas de uso desse recurso finito (FERREIRA, RIBEIRO, 2022).

O setor de produção de colágeno é notório por seu elevado consumo de água, uma vez que o processo de extração do colágeno envolve múltiplas etapas que

requerem volumes substanciais desse recurso. Além disso, muitas empresas nesse setor enfrentam desafios significativos relacionados ao tratamento e ao descarte da água utilizada, resultando em impactos ambientais notáveis.

Neste contexto, o presente trabalho se dedica a investigar um desafio específico relacionado à gestão sustentável da água: o descarte sustentável da água em uma empresa de produção de colágeno.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Impactos Ambientais e Sociais

A avaliação da qualidade da água descartada em uma empresa voltada à produção de colágeno representa um estágio de extrema relevância em suas operações, desempenhando uma função essencial em diversos aspectos, com impactos significativos tanto para a organização quanto para o meio ambiente. O descarte inadequado da água, como evidenciado pela falta de práticas sustentáveis, pode resultar em sérios impactos ambientais (QUEMEL et al., 2021). O lançamento de água contaminada no meio ambiente pode comprometer ecossistemas aquáticos, afetar a vida aquática e causar problemas de saúde pública. Portanto, a implementação de práticas sustentáveis é crucial para mitigar esses impactos adversos.

Alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies do planeta, estando o desenvolvimento econômico e social dos países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção (DONADIO, 2005).

Para Coppola et al., (2020), a indústria de colágeno é altamente dependente de recursos hídricos, e a qualidade da água utilizada e descartada é fundamental para a integridade dos produtos finais. Uma abordagem responsável para a gestão da água não apenas reduz os riscos ambientais, mas também pode melhorar a qualidade dos produtos, contribuindo para a reputação e a competitividade da empresa.

Para Dias (2023), as considerações econômicas e regulatórias desempenham um papel crucial na implementação bem-sucedida de práticas de gestão sustentável da água. Empresas que adotam práticas sustentáveis podem obter benefícios econômicos a longo prazo, incluindo economia de recursos hídricos e redução de custos operacionais.

Além disso, segundo Ribeiro et al., (2021), a conformidade com regulamentações ambientais é fundamental para evitar multas e penalidades legais. A análise estatística fornece evidências sólidas para apoiar a importância da gestão sustentável da água, o

que pode contribuir para o alinhamento da empresa com as regulamentações ambientais em vigor.

A avaliação de práticas de descarte sustentável em uma empresa de produção de colágeno envolve a caracterização do processo de descarte de água, a conformidade com regulamentações ambientais, a redução de efluentes, o reuso de água, o monitoramento ambiental, treinamento de pessoal, inovação tecnológica, responsabilidade social, eficiência no uso de recursos hídricos e a avaliação de impactos sociais. Essa avaliação é crucial para assegurar que a empresa opere de forma responsável, protegendo o meio ambiente e contribuindo para a sustentabilidade.

2.2 Metodologia

A empresa em foco neste estudo é uma indústria de produção de colágeno localizada na região central do país. Fundada há mais de duas décadas, a empresa é reconhecida pela qualidade de seus produtos e pela sua relevância no mercado de suplementos alimentares e produtos à base de colágeno.

A análise estatística será aplicada para correlacionar os dados coletados e avaliar a significância de diferenças entre amostras, com base nos conceitos apresentados por Pagotto et al., (2021). Essa análise é uma parte fundamental do estudo. Ela permitirá que os pesquisadores identifiquem padrões nos dados coletados e determinem se existem correlações significativas entre diferentes variáveis. Neste estudo serão exploradas ferramentas da qualidade, como o mapeamento de processo e a metodologia PDCA, ferramentas essas que ajudarão a avaliar o estado atual das práticas de descarte de água na empresa, identificar áreas de melhoria e desenvolver estratégias específicas para promover a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos hídricos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar a análise do descarte sustentável da água na empresa, será implementada uma abordagem de coleta de dados abrangente. Serão analisados documentos internos da empresa, como registros de consumo de água, licenças ambientais, relatórios de monitoramento ambiental, políticas internas de gestão de recursos hídricos e relatórios de sustentabilidade.

Entrevistas serão realizadas com membros estratégicos da equipe de gerenciamento, abrangendo o gerente de produção, o encarregado do departamento ambiental e o diretor financeiro. Essas entrevistas visam coletar informações acerca das práticas de descarte de água, bem como compreender as percepções sobre a relevância da sustentabilidade e os obstáculos enfrentados pela organização.

O processo de coleta de dados será realizado com precisão e método, com o propósito de alcançar uma compreensão abrangente da situação atual da empresa no que tange ao descarte sustentável de água. A partir destes dados, serão delineadas medidas e estratégias destinadas a aprimorar tanto a eficiência quanto a sustentabilidade no uso e descarte da água.

Em resumo, as análises que serão realizadas podem mostrar a importância de práticas sustentáveis de gestão da água na indústria de colágeno, enfatizando os impactos ambientais adversos do descarte inadequado da água, onde a implementação de alternativas eficazes e o cumprimento das regulamentações ambientais são passos essenciais em direção a uma gestão responsável da água, que beneficia tanto o ambiente quanto a viabilidade econômica da empresa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, este estudo de caso destaca a necessidade premente de implementar práticas sustentáveis de gestão da água na indústria de colágeno. A gestão responsável da água não apenas protege o meio ambiente e atende às regulamentações, mas também oferece oportunidades para melhorar a eficiência operacional e promover a inovação na indústria. Continuar a pesquisa e aprimorar as práticas de descarte sustentável da água é fundamental para garantir um futuro mais sustentável e responsável tanto para a empresa quanto para o meio ambiente.

É importante ressaltar que esse estudo ainda está em andamento, e os pontos abordados até o momento representam um conjunto inicial de observações e diretrizes para dar continuidade à pesquisa. Estas são considerações iniciais que servirão como base para investigações mais aprofundadas e análises detalhadas. À medida que o estudo progride, serão coletados mais dados, conduzidas análises mais abrangentes e identificadas soluções específicas para promover a sustentabilidade no descarte de água na empresa. Portanto, os resultados finais e as conclusões detalhadas ainda estão por vir à medida que a pesquisa avança.

REFERÊNCIAS

- COPPOLA, Daniela et al. Marine collagen from alternative and sustainable sources: Extraction, processing and applications. *Marine drugs*, v. 18, n. 4, p. 214, 2020.
- DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental pública: uma abordagem multidisciplinar em nível municipal. *Gestão ambiental e biodiversidade: tópicos atuais em pesquisa*, v. 1, n. 1, p. 72-90, 2023.

- DONADIO, Nicole MM; GALBIATTI, João A.; PAULA, Rinaldo C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, v. 25, p. 115-125, 2005.
- FERREIRA, Rildo Mourao; RIBEIRO, Sânia Marizete Alves. Escassez de água no brasil como consequência do agronegócio. *Século XXI em direito e ciências jurídicas*, p. 90, 2022.
- PAGOTTO, Lyvia Gonzalez et al. Análise de variância e testes de médias: um estudo aplicado em experimentos com variedades de algodoeiro e seleções de citrumelo. *Brazilian Applied Science Review*, v. 5, n. 3, p. 1287-1296, 2021.
- QUEMEL, Gleicy Kelly China et al. Revisão integrativa da literatura sobre os resíduos de serviço de saúde, com enfoque em medicamentos, e as consequências do descarte incorreto. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 45461-45480, 2021.
- RIBEIRO, Silvio Paula et al. Evidenciação dos custos e investimentos ambientais: estudo das empresas do setor de madeira e papel da B3. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*. 2021.

Gestão de Risco no Transporte Público

Willian Gustavo dos Santos; Raphael Massignan Gonçalves Santos; Gisele Molina Becari; João Luís Cardoso de Moraes;

Faculdade de Tecnologia Professor Antonio Seabra -Lins – SP– Brasil

williangustavo91@gmail.com; raphaelfmassignan@gmail.com;
gisele.becari@fatec.sp.gov.br; Moraes.jlcm@gmail.com;

Resumo. *Este artigo tem por objetivo propor a aplicação da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) para identificar as principais fontes de riscos em um sistema de transporte público na cidade de Lins, São Paulo. A FMEA é uma ferramenta preventiva que visa analisar possíveis falhas nos processos, possibilitando às organizações aprimorar a qualidade, confiabilidade e segurança de seus serviços, reduzir custos relacionados a retrabalho, cumprir regulamentações e normas, e elevar a satisfação do cliente. Neste trabalho, a ferramenta será aplicada na identificação de falhas no serviço de transporte público, também conhecida como FMEA de Serviços, focando na identificação de falhas no planejamento e execução dos serviços delegados pelo poder público à iniciativa privada por meio de licitação.*

Palavras-Chave: *Gestão de Riscos. Transporte Público. Ferramenta da Qualidade.*

Abstract. *This article aims to propose the application of the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) tool to identify the main sources of risks in a public transport system in the city of Lins, São Paulo. FMEA is a preventive tool that aims to analyze possible failures in processes, enabling organizations to improve the quality, reliability and safety of their services, reduce costs related to rework, comply with regulations and standards, and increase customer satisfaction. In this work, the tool will be applied to identify flaws in the public transport service, also known as Service FMEA, focusing on identifying flaws in the planning and execution of services delegated by the public authorities to the private sector through bidding.*

Keywords: *Risk management. Public transportation. Quality Tool.*

1 INTRODUÇÃO

No Brasil mais de 80% da população vivem nas cidades, e sendo assim dos 175 milhões de habitantes do país, cerca de 140 milhões utilizam o sistema de transporte

público, ou seja, esses 80% das pessoas que utilizam esse serviço ainda sofrem com o descaso de um sistema que não funciona direito (FERRAZ e TORRES, 2004).

A acessibilidade que assegura o transporte para pessoas com mobilidade reduzida tem que estar funcionando corretamente e com a sua manutenção em dia. Segundo a NBR 14022 (2011), acessibilidade é a “condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida dos serviços de transporte coletivo de passageiros, por pessoas com deficiência, ou mobilidade reduzida”, ou seja o seu mal funcionamento deve causar riscos a essa população que deixa de utilizar o sistema por causa da falta de preparo para recebê-los com o mínimo de condições.

O objetivo deste trabalho é analisar a gestão de riscos no transporte público a fim de propiciar mais segurança e conforto para todos envolvidos nesse serviço.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A gestão de risco é um processo essencial em qualquer organização, independentemente do seu tamanho ou setor de atuação. Ela envolve a identificação, avaliação e mitigação de ameaças que podem afetar o alcance dos objetivos da empresa (NBR31000, 2018). A primeira etapa desse processo é a identificação de riscos potenciais, que podem variar desde desafios financeiros, regulatórios, operacionais, até aqueles relacionados a crises naturais ou cibersegurança. Após a identificação, é crucial avaliar a probabilidade e o impacto de cada risco para priorizar a alocação de recursos e desenvolver estratégias de mitigação. A gestão de risco não é um processo estático, mas sim contínuo, adaptando-se às mudanças no ambiente de negócios e na organização, garantindo assim a resiliência e a sustentabilidade a longo prazo.

Uma abordagem eficaz de gestão de risco não apenas ajuda a prevenir perdas financeiras, mas também a maximizar oportunidades (RECCHIA, 2016). Ela promove a transparência e a responsabilidade dentro da organização, bem como a conformidade com regulamentos e padrões. A comunicação eficaz de informações relacionadas a riscos entre as partes interessadas é um componente crítico desse processo, garantindo que todos compreendam os riscos e as medidas tomadas para enfrentá-los. A gestão de risco é um elemento central da governança corporativa, que contribui para a tomada de decisões informadas, a proteção dos ativos da organização e a manutenção da sua resiliência em face de um ambiente de negócios em constante evolução.

O risco tem sido uma parte intrínseca da vida cotidiana desde os primórdios da humanidade, como observado por Damodaran (2009). No contexto do transporte público, inúmeros riscos cercam a experiência do cidadão, tais como a quebra do veículo, o que pode resultar em atrasos significativos nas atividades diárias devido à falta de um check-list adequado e uma manutenção preventiva insuficiente (MELO, 2021).

Além disso, desvios no trajeto e congestionamentos inevitavelmente levam a atrasos nas linhas, muitas vezes causados por problemas de manutenção viária, exigindo rotas alternativas para manter o fluxo normal. Acidentes são outra realidade diária que pode interromper temporariamente as linhas, até que um veículo de apoio chegue para restabelecer a operação (STERSI, 2019).

A aplicação da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) na gestão de riscos é uma estratégia proativa e sistemática para identificar, avaliar e mitigar potenciais falhas em processos, produtos ou sistemas (MENEZES, 2022). O FMEA é amplamente utilizado em diversos setores, como manufatura, saúde, tecnologia e automotivo, para melhor compreender os riscos associados a um determinado contexto. A metodologia envolve a análise de modos de falha, efeitos dessas falhas, suas causas e a identificação de ações preventivas e corretivas para minimizar ou eliminar esses riscos.

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (2002), a abordagem qualitativa busca compreender os resultados por meio do conhecimento e da pesquisa justa ao conhecimento levantado que pode ser compreendido e explorado para a escolha dos melhores resultados. Conforme Yin (2001), o método estudo de caso engloba muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que habitualmente não são incluídas no acervo de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. A metodologia utilizada neste trabalho foi estudo de caso e revisão bibliográfica do tema por meio de livros e artigos científicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Este trabalho propõe aplicar a ferramenta de gestão de riscos que levante as principais fontes de riscos dentro de um sistema de transporte público na cidade de Lins no estado de São Paulo. A ferramenta que será utilizada é a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Segundo LOBO e SILVA (2014) a FMEA é uma ferramenta utilizada para identificar possíveis falhas e analisar falhas nos processos de forma preventiva.

Ao aplicar o FMEA, as organizações podem aprimorar a qualidade, confiabilidade e segurança de seus produtos ou serviços, reduzir custos associados a retrabalho e reparos, atender a regulamentações e normas mais rigorosas e melhorar a satisfação do cliente. A ferramenta permite priorizar os riscos com base em critérios como severidade, probabilidade de ocorrência e detecção, o que ajuda a direcionar recursos para as áreas de maior impacto.

Neste trabalho será utilizada a ferramenta para identificar falhas no serviço, denominada FMEA de Serviços, que é instrumento designado para identificar falhas no planejamento e a execução dos serviços, que o poder público delega à iniciativa privada por meio de processo licitatório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da ferramenta FMEA na gestão de riscos é uma abordagem estruturada que capacita as organizações a antecipar e lidar com problemas potenciais, promovendo a prevenção de falhas, aprimorando a eficiência operacional e fortalecendo a resiliência em face de desafios futuros.

Espera-se que com a aplicação do FMEA no sistema de transporte público possa melhorar a qualidade dos serviços prestados, e consequentemente aumentar a demanda de passageiros, e conquistar efetivamente novos passageiros, aumentando significativamente a receita da empresa permissionária dos serviços.

REFERÊNCIAS

- NBR14022, ABNT NBR 14022: Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros. Elaboração: 2011
- NBR31000, ABNT NBR ISO 31000: Gestão de Riscos: Diretrizes. Elaboração: 2018
- DAMODARAN, Aswath. Gestão estratégica do risco: Uma referência para a tomada de riscos empresariais. São Paulo: Bookman: 2009
- FERRAZ, Antônio Clóvis “Coca” Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. Transporte Coletivo Urbano. São Carlos: Editora Rima: 2004.
- FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: Uece, 2002.
- LOBO, Renato Nogueirol; SILVA, Damião Limeira da. Gestão da Qualidade: Diretrizes, Ferramentas, Métodos e Normatização. São Paulo: Érica, Editora Saraiva: 2014.
- MELO, Rogério Vicente; LIMA, Eduardo Souza; DE OLIVEIRA, Ualison Rebula. Gerenciamento De Risco Em Oficina De Manutenção: Estudo De Caso No Transporte Público Por Ônibus. 2021.
- MENEZES, Luciene Oliveira et al. A Metodologia FMEA (Failure Mode And Effects Analysis) Aplicada À Gestão De Riscos De Escorregamentos De Solo Em Porto, Portugal. Geosciences - Geociências, v. 41, n. 3, p. 703-719, 2022.

PERNOUD, Régine. Luz Sobre a Idade Média. Portugal: Publicações Europa América:1997.

RECCHIA, Wania Maria. Aplicação da metodologia FMEA na gestão de risco no planejamento estratégico da UFSCar. 2016.

STERSI, Maria Augusta et al. Gestão de riscos à qualidade: manual prático para uso da ferramenta FMEA em processos farmacêuticos. 2019.

YIN, Robert. Estudo de Caso Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

VI Congresso de Inovação e Tecnologia

VIII Workshop de Iniciação Científica e Tecnológica

ISBN 978-65-00-97528-4

