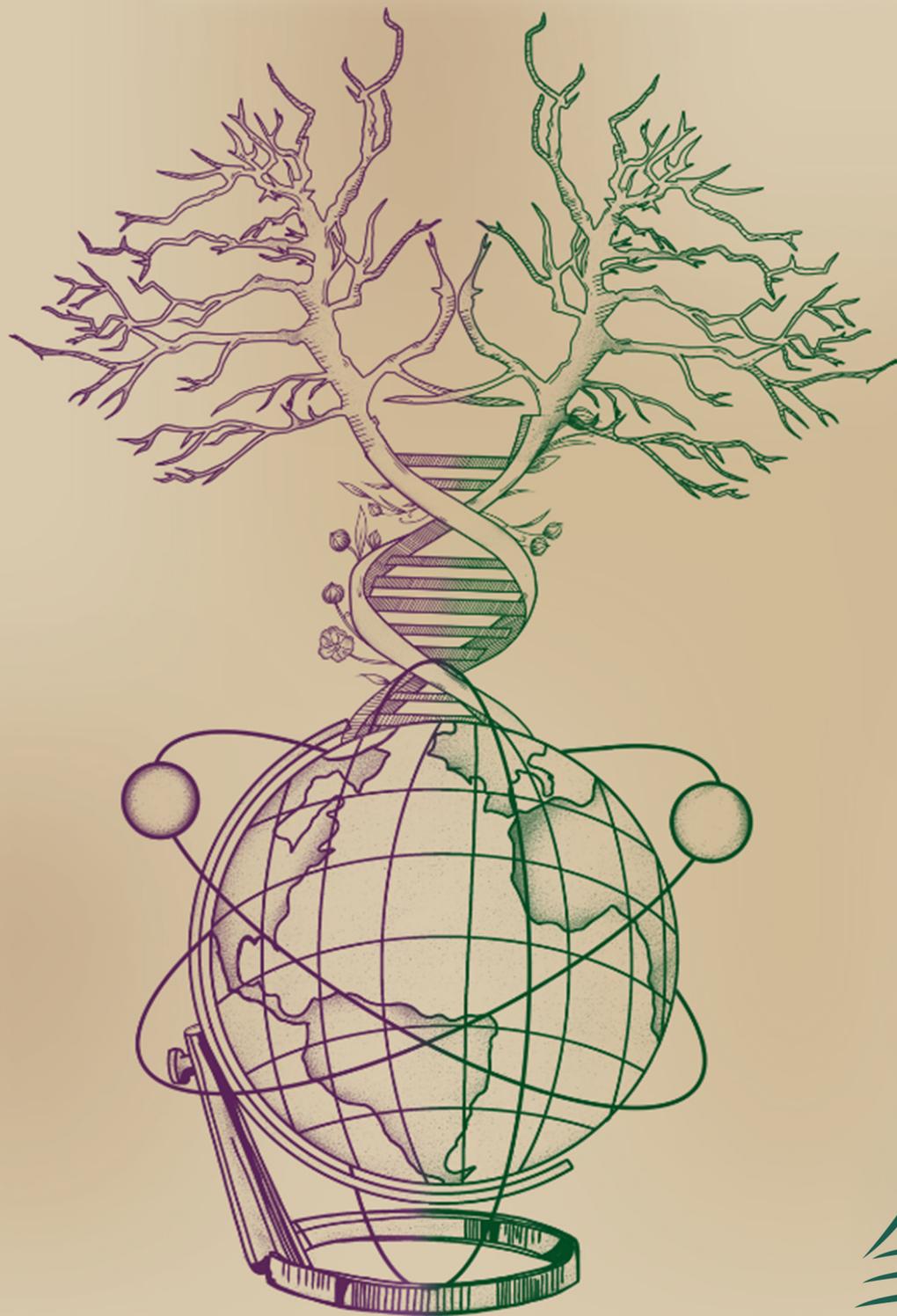




EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica

Ciências, Política e Saúde



IX ENCONTRO DE PESQUISA E XIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FATEB

25 a 28 de outubro de 2022 - Telêmaco Borba/Paraná

Rodrigo Lima
Kelly Cristiane Iarosz
Coordenadores

ANAIS

Vol. III – Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Engenharia Química

Telêmaco Borba – PR
2022

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução para fins de estudo.
Vedada a reprodução, distribuição, comercialização ou cessão sem autorização do autor.

Este livro foi publicado no site: <https://www.even3.com.br/anais/epic2022/>

A correção ortográfica e gramatical é de total responsabilidade dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

U262a	ENCONTRO DE PESQUISA DA FATEB e ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (9/13.: 25 a 28 de outubro de 2022: Telêmaco Borba, PR) Anais... – Telêmaco Borba, PR: UNIFATEB (evento online), 2022. Disponível em: < https://www.even3.com.br/anais/epic2022/ >. Bibliografia. ISBN 978-85-5722-471-1 DOI: doi.org/10.29327/1163745 1. Encontro de pesquisa; 2. Anais. I. UNIFATEB. II. Título.
	CDD 050

IX ENCONTRO DE PESQUISA e XIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CINÉTICA DA UNIFATEB

25 a 28 de outubro de 2022 - Telêmaco Borba/Paraná

Coordenação do Evento

Rodrigo Lima

Kelly Cristiane Iarosz

Comissão Científica

Rodrigo Lima

Kelly Cristiane Iarosz

Alexandre da Silva

Alexandre Maier Eurich

Ana Carolina Nascimento

Ana Paula Bonasso Moreira

Anderson Valério de Oliveira

Antenor Quintiliano Telles

Antony Murillo Costa

Bianca Sandrino

Camila Cristiane Ferreira Padilha

Carlos Eduardo Rodrigues Fontes

Claudeci Coutinho de Oliveira

Débora Camila Aires Cavalcante Souto

Donizeth Aparecido Campolin dos Santos

Douglas Dal Molin

Édina de Fátima da Cruz

Eliane Ferreira Young Blood

Ellen Caroline Zultanski Vicente

Elvio Renato Stresser Pacheco

Emanuele Hartman de Andrade

Enrique Gabrick

Erickson Alex de Lima

Fábia Regina Theis

Flávia Nunes Flores

Gefferson Luiz dos Santos

Geovane Ott de Paula

Getulio Nunes Gonçalves

Gizele Iank Leite

Hanna Caroline Krüger

Harrisson Andretta de Moraes

José Trobia

Jossana Matsen Freitas

Joseane Cíntia Piechnicki

Kaline Araujo de Oliveira

Kevin Mauricio Menon Ribeiro

Leticia Gióia Diniz

Liliane Thereza Caser

Luis Carlos Menezes Almeida Júnior

Marcel Andrey de Goes

Marcelo C. dos Santos Muguet Soares

Marcelo Rugiski

Marco Antonio Cardoso de Souza

Maria Kessany de Carvalho Silva

Maria Raquel de Figueiredo Bacovis

Marjorie Pelik Kempe Camargo

Mateus Tavares de Queiroz

Matheus de Quadros

Mayara Batista

Mayara Vitorino Gevert

Mônica Coutinho Nogueira Telles

Mylena Aparecida Rodrigues Alves

Nara Luiza Valente

Patrício Cardoso

Paulo Eduardo Redkva

Rayne Azevedo Gomes

Renata Martins da Silva

Rogério Saad Vaz

Romualdo José Rodrigues Cordel

Roseli Aparecida Foltran

Sandra Mara Mendes

Sandra Regina Merlo

Vagner dos Santos

Verlaine Lia Costa

Vitor Hugo Bueno Fogaça

Vitor Hugo dos Santos Filho

Comissão de Execução

Rodrigo Lima – Coordenador de Iniciação Científica / UNIFATEB

Kelly Cristiane Iarosz – Coord. da Área de Exatas, Naturais e Engenharias / UNIFATEB

Flávia Nunes Flores – Coordenadora de Estágio e Extensão / UNIFATEB

Periodicidade da publicação

Edição única

Idiomas

Português

Editor

Even3 - R. Sen. José Henrique, 231 - Sala 509 - Ilha do Leite, Recife - PE

CONTATO:

Comissão Científica do EPIC 2022

e-mail: ictcc@unifateb.edu.br

(42) 3271-8000

Responsável

DISPONÍVEL EM:

<https://www.even3.com.br/anais/epic2022/>

SUMÁRIO

Ciências Exatas, Naturais e Engenharias

Engenharia Civil

I. Artigo

01. DIMENSIONAMENTO DE UM GALPÃO DE AÇO COM COBERTURA DUAS ÁGUAS
Juliane Gabriel; Leonardo Lima de Paula; Luiz Bueno 011
02. O DIREITO À CIDADE: DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL NO MUNICÍPIO DE TELÊMACO
BORBA – PR
Cauany Silva Campos; Rodrigo Lima 023
03. TELHADO DE AÇO DE UM GALPÃO
Luiz Henrique Leite Delprete; Tiago Gabriel Cordeiro; Emily Schuwrttemberg 043

II. Resumo Expandido

01. ESTUDO PARA IMPRESSÃO 3D EM ESTRUTURAS DE CONCRETO
Rosilene do Amaral Bueno; Paloma Rodrigues de Andrade; Kevin Mauricio Menon Ribeiro;
Marcel Andrey de Goes 057
02. MODELO EM ESCALA PARA IMPRESSÃO 3D NA ENGENHARIA CIVIL: ELABORAÇÃO DE
PROJETO DE EXTRUSORA PARA DEPOSIÇÃO DE CAMADAS EM MASSA
Paloma Rodrigues de Andrade; Rosilene do Amaral Bueno; Kevin Mauricio Menon Ribeiro;
Marcel Andrey de Goes..... 064

Engenharia de Produção

I. Artigo

01. ANÁLISE DO MACROPROCESSO: IMPACTOS COGNITIVOS EM DOCENTES DURANTE O REGIME
DE HOME OFFICE
Maria Elisa Ximarelli Fuglini; Crisley dos Santos Timóteo; Kaline Araujo de Oliveira 072
02. ANÁLISE DO MICROPROCESSO: O TRABALHO DE DOCENTES EM REGIME DE HOME OFFICE
DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19
Crisley dos Santos Timóteo; Maria Elisa Ximarelli Fuglini; Kaline Araujo de Oliveira 092
03. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM AMBIENTE INDUSTRIAL UTILIZANDO A
FERRAMENTA RULA
Ana Nádia Coito; Crisley dos Santos Timóteo; Nicolas Natã Mattos de Godoi; Kaline Araujo de
Oliveira; Vitor Hugo dos Santos Filho 112

04. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) NO SETOR DE LOGÍSTICA: CARREGAMENTO EM CAMINHÕES

Alex Sandro Marcondes; Ester Ferreira da Silva; Gabriel de Almeida Schefer; Matheus Nilton dos Santos Pontes; Vitor Hugo dos Santos Filho; Kaline Araujo de Oliveira 132

05. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UM SUPERMERCADO LOCALIZADO EM TELÊMACO BORBA – PR UTILIZANDO A FERRAMENTA OWAS

Gabriel Kum de Oliveira; Gabriele Pereira dos Santos; Kaline Araujo de Oliveira; Maria Elisa Ximarelli Fuglini; Vitor Gabriel Santos Sousa; Vitor Hugo dos Santos Filho;..... 153

II. Resumo Expandido

01. A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PESSOAS NA INDÚSTRIA

Diego Carlos Monteiro; Vitor Hugo dos Santos Filho 173

02. CONHECENDO O SOFTWARE SOLIDWORKS E SUAS UTILIZAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO DE DESIGNS SUSTENTÁVEIS

Diogo Aguiar Souza Reis; Bianca Sandrino 178

Engenharia Química

I. Artigo

01. ANÁLISE DO USO DE CATALISADORES DE DIÓXIDO DE TITÂNIO EM FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE

Marco Antonio Cardoso de Souza; Erickson Alex de Lima; Patrícia Aparecida Ribeiro de Lima 184

02. ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE UM REATOR CATALÍTICO PARA A PRODUÇÃO DE FORMALDEÍDO

Natalia Bueno da Silva; Ivo Neitzel 198

03. MÓDULOS DE PERMEAÇÃO PARA PURIFICAÇÃO DE HIDROGÊNIO: UM ESTUDO DE REVISÃO

Clara Elisa Simões Bassetto; Camila Pereira Giroto; Aline Domingues Gomes; Ramiro Picoli Nippes; Marcos de Souza 216

04. RPG APLICADO À QUÍMICA DO MEIO AMBIENTE

Patrícia Aparecida Ribeiro de lima; Erickson Alex de Lima; Marco Antonio Cardoso de Souza 233

II. Resumo Expandido

01. ANÁLISE DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA VISANDO AUMENTAR A RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS PAPÉIS

Loren Beatriz Matias Jamuchewski 249

02. APLICAÇÃO DE CELULOSE MICROFIBRILADA DE PINUS EM POLÍMEROS

Anaisa Lourenço da Silva; Bianca Sandrino 255

03. MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL: INDUÇÃO DE POLIPLÓIDIA EM ESPÉCIES DE GÊNERO EUCALYPTUS

João Henrique Godois Gurski; Rodrigo Lima; Caio Césio Salgado 260

APRESENTAÇÃO

O EPIC - Encontro de Pesquisa e Iniciação Científica da UNIFATEB é um evento realizado anualmente para propiciar à comunidade acadêmica espaço próprio para discussão e divulgação do conhecimento científico, bem como promoção e interação das atividades de pesquisa desenvolvidas em Instituições de Ensino Superior. Cria-se, deste modo, um momento exclusivo e privilegiado para discussão e divulgação de sua produção científica e, desta forma, apoiar o desenvolvimento intelectual contínuo dos alunos de graduação dos cursos presenciais e EAD, de pós-graduação, de iniciação científica, bem como dos docentes nas diversas áreas do conhecimento.

O EPIC UNIFATEB tem como objetivos divulgar os resultados dos projetos de pesquisas científicas e tecnológicas realizadas por acadêmicos e egressos dos cursos de graduação e de pós-graduação da UNIFATEB e de outras IES nacionais e estrangeiras; contribuir para a formação dos participantes; apoiar, incentivar e divulgar o conhecimento científico na comunidade acadêmica; qualificar o corpo docente e discente de graduação e de pós-graduação, seguindo o processo de formação contínua; e estimular o interesse pela pesquisa em áreas carentes de produção científica.

Esta publicação que ora apresentamos é fruto do trabalho de diversos autores das mais variadas áreas do conhecimento, e reúne o resultado de trabalhos apresentados online no IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica do Centro Universitário UNIFATEB, realizado nos dias 25 a 28 de outubro de 2022.

Torna-se importante mencionar que recebemos, mais uma vez, o prestigioso apoio institucional da UNIFATEB no planejamento, organização e realização do EPIC 2022. Agradecemos aos participantes inscritos, autores, apresentadores, coordenadores de sessão, membros da comissão científica, membros da comissão de execução e a toda a comunidade que de alguma forma apoiou e prestigiou o evento.

Prof. Dr. Rodrigo Lima

Coordenador de Iniciação
Científica da UNIFATEB
Coordenador do EPIC 2022

Ciências Exatas, Naturais e Engenharias

Engenharia Civil



DIMENSIONAMENTO DE UM GALPÃO DE AÇO COM COBERTURA DUAS ÁGUAS

Juliane Gabriel¹
Leonardo Lima de Paula²
Luiz Bueno³

Resumo: Este documento apresenta o modelo de formatação a ser utilizado no EPIC 2022: Ciências, Política e Saúde. O resumo é elemento obrigatório constituído de uma sequência de frases objetivas e não uma enumeração de tópicos. Deve ser escrito no mesmo idioma do trabalho, não ultrapassar 250 palavras e sintetizar o tema em questão, os objetivos do estudo, a metodologia utilizada e as considerações finais a que se chegou. Deve-se evitar frases longas e não se recorre a citações ou uso de qualquer tipo de ilustração (gráfico, tabela, fórmulas). Esse resumo deve ficar na primeira página em Fonte Times New Roman 10, espaçamento simples (1,0), justificado e sem recuo na primeira linha. Para as palavras-chave recomendamos um parágrafo único com 3 (três) a 5 (cinco) palavras separadas por ponto-e-vírgula, com a primeira letra de cada palavra em maiúsculo e finalizadas por ponto, conforme exemplo abaixo.

Palavras-chave: Galpão; Dimensionamento; Aço.

Abstract: This document presents the formatting model to be used in EPIC 2022: Science, Policy and Health. The abstract is a mandatory element consisting of a sequence of objective sentences and not an enumeration of topics. It must be written in English, don't exceed 250 words and summarize the topic in question, the study's objectives, methodology and the final considerations. Long sentences should be avoided and quotations or illustrations of any kind (graph, table, formulas) should not be used. This abstract must be on the first page in Times New Roman 10 font, single spacing (1.0), justified and without indentation on the first line. For keywords, we recommend a single paragraph with 3 (three) to 5 (five) words separated by semicolons, with the first letter of each word in capital letters and ending with a period, as shown in the example below.

Keywords: Scientific Article; Methodology; Standards.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o uso de aço na construção civil, é pouco utilizado em comparação ao emprego do concreto, mas conforme estudos apontados pela Aço Brasil entre os anos de 2018 e 2019, o mercado de vendas de

¹Graduando do curso Engenharia Civil, pela Universidade FATEB, campus Telêmaco Borba. Gabrieljuliane13@gmail.com

²Graduando do curso Engenharia Civil, pela Universidade FATEB, campus Telêmaco Borba. leonardolimadp@hotmail.com

³Graduando do curso Engenharia Civil, pela Universidade FATEB, campus Telêmaco Borba. Luizsantosb25@gmail.com

produtos siderúrgicos se destaca em grande escala, cerca 33,4% e um aumento de 4,2% em 2019, podemos ver que mesmo sendo pouco utilizado de forma estrutural o aço tem um forte valor na área estudada, já em diferentes países ou os mais desenvolvidos, seguindo essa tendência mundial, onde há décadas faz-se o uso de estruturas metálicas em galpões industriais e edifícios de múltiplos andares. O Brasil, embora atrasado, finalmente despertou para o mercado da construção industrializada. (ALMEIDA, 2017)

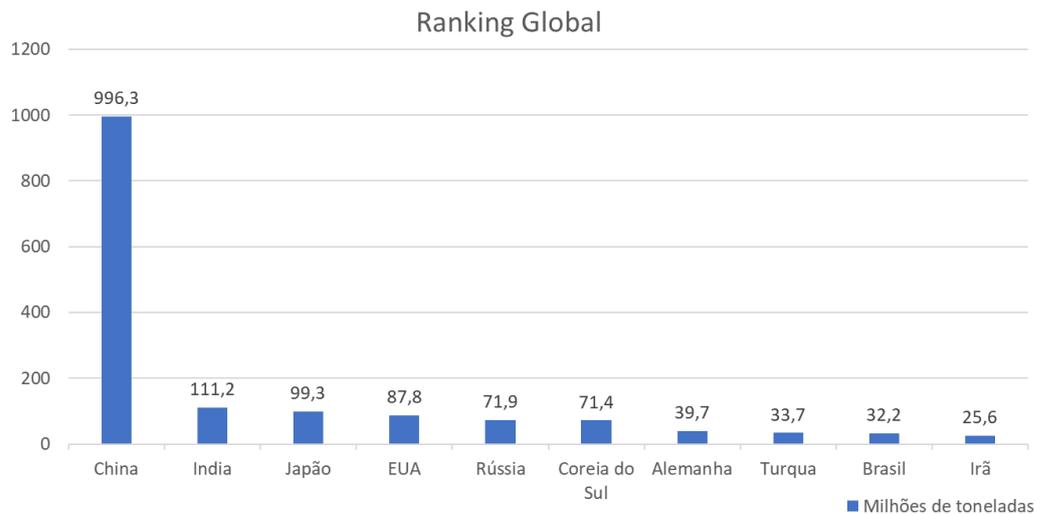
Em estruturas, o uso desse material é um novo recurso em nosso país crescendo gradualmente, desde meados 1880, com a primeira ponte construída, temos a ponte metálica no Brasil, a primeira ponte construída em ferro fundido na data de 1851 e está localizada na cidade de Paraíba do Sul, sobre o rio do mesmo nome, conforme diz a Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCCEM).

Já o emprego em estruturas como galpões, tem ampla variedade de aplicações em diversos setores da economia, sendo especialmente empregadas na área industrial e logística.

O presente trabalho consiste no dimensionamento de um galpão com estrutura em aço galvanizado, contendo telhado de 2 águas.

2. DESENVOLVIMENTO

Em 2019 foi produzido cerca de 32,2 milhões de toneladas de aço ao redor do mundo, conforme traz estudo retirado da Assessoria de Imprensa da World Steel Association, trazendo também um ranking entre os países que conteve a maior produção entre os demais, temos o Brasil como nono colocado:



Fonte: Autores, (2022).

As estruturas metálicas são extremamente benéficas para obras horizontais, como complexos logísticos, centros de distribuição e obras industriais, pois permitem grandes vãos livres, eliminando pilares no interior do galpão que possam dificultar a operação, bem como sua compatibilidade com outros materiais, racionalização de materiais e mão de obra, alta precisão de projeto, alívio de fundações, precisão orçamentária, reciclabilidade e proteção ambiental (CBCA, 2020) e prazos de entrega menores em comparação com outros materiais (Bellei, Pinhp, & Pinho, 2008). De acordo com MEDABIL (2020), os projetos podem reduzir os custos em cerca de 30% em relação às estruturas convencionais.

Também para cada tipo de obra e local ser projetado o tipo do material é diferente, temos hoje no mercado alguns tipos de metais com composições diferentes:

Segundo Pannoni (2005) os aços podem ser distribuídos conforme uma separação entre aços carbonos comuns e aços ligados. O aço carbono é a composição da liga que confere ao aço o seu nível de resistência mecânica geralmente de 0,008% até 2,11% de carbono, além de outros elementos residuais que é utilizado no processo de fabricação. Já o Aço-liga é uma liga de ferro-carbono com elementos residuais de adição em teores acima dos que são considerados normais (níquel, cromo, manganês,

tungstênio, molibdênio, vanádio, silício, cobalto e alumínio).

Os aços carbono são divididos em três classes:

- Aços com baixo teor de carbono: com $(C) < 0,3\%$, que possuem grande ductilidade, ou seja, são ótimos para o trabalho mecânico e soldagem como a construção de pontes, edifícios, navios, caldeiras e peças de grandes dimensões em geral. São aços que não admitem têmpera.
- Aços de médio carbono: com $0,3\% < (C) < 0,7\%$, são aços utilizados em engrenagens, bielas, cilindros, isto é, peças para motores. São aços que, temperados e revenidos, atingem boa tenacidade e resistência.
- Aços com alto teor de carbono: com $(C) > 0,7\%$, são aços de elevada dureza e resistência após à tempera, e são comumente utilizados em molas, componentes agrícolas sujeitos ao desgaste, ferramentas, pinos, entre outros acessórios de máquinas (PANNONI, 2005).

2.1 Flambagem por flexão

Na compressão e na flexão existem três modos de flambagem: local, distorcional, e global (para o modo global: flambagem por flexão, torção e flexotorção – para barras submetidas à compressão, e flambagem lateral com torção – para barras submetidas à flexão).

Aços de elevada resistência mecânica têm geralmente tensões de escoamento acima de 550 MPa e têm sido frequentemente usados em perfis formados a frio na Austrália e Nova Zelândia. O modo distorcional nestes perfis pode ocorrer em seções de paredes finas sujeitas à compressão ou à flexão, em tensões significativamente menores que a tensão de escoamento.

2.2 Flambagem local

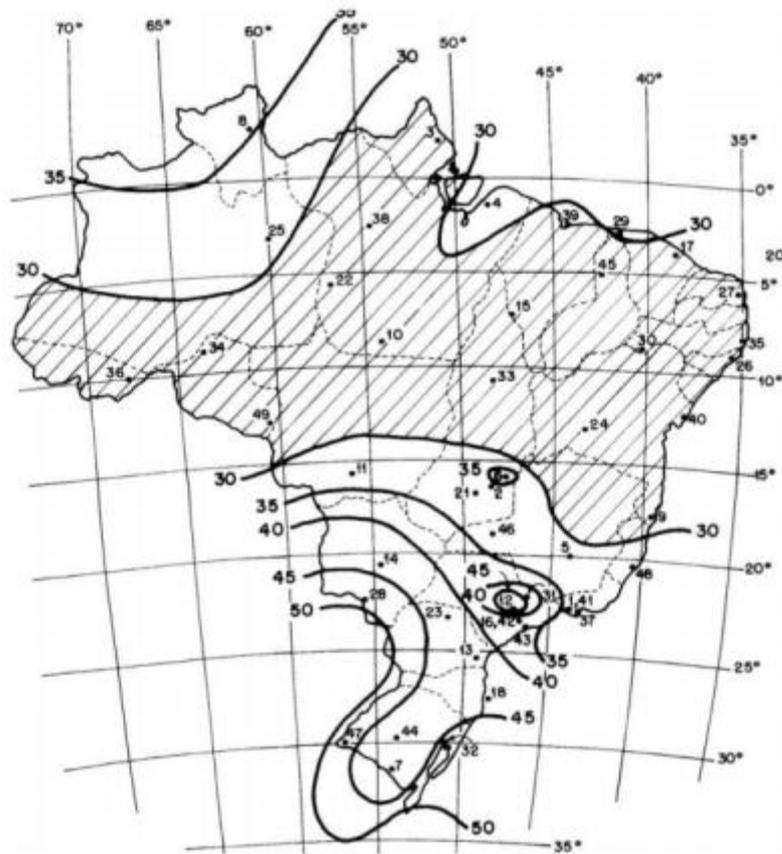
De acordo com (PAULINO, 2009), a flambagem local ocorre na flexão da chapa com as linhas de união dos elementos adjacentes permanecendo

retas. Ao contrário da flambagem local, a local não implica no fim da capacidade portante do perfil, sendo apenas uma redução de sua rigidez global.

2.3 Ação do vento em galpões

Os efeitos causados pela ação do vento são classificados como efeitos estáticos, devidos à ação estática do vento, considerando sua velocidade média; e efeitos dinâmicos, causados ou pela energia cinética contida na turbulência atmosférica; ou pela turbulência gerada em edificações ou obstáculos situados a barlavento da edificação em estudo; ou pelo desprendimento cadenciado de vórtices; ou ainda por instabilidade aerodinâmica por galope ou drapejamento (BLESSMANN 1989).

Conforme a ABNT NBR 6123/1988: “a velocidade básica do vento (V_0) é definida como a velocidade de uma rajada de 3 segundos, excedida em média uma vez em 50 anos a 10 metros acima do terreno em campo aberto e plano”. A velocidade básica é obtida a partir das isopleias fornecidas por esta norma, como mostra a imagem abaixo - Isopleias da velocidade básica no Brasil, com intervalos de 5 m/s.



Fonte: NBR 6123/1988 – Forças devido ao vento em edificações.

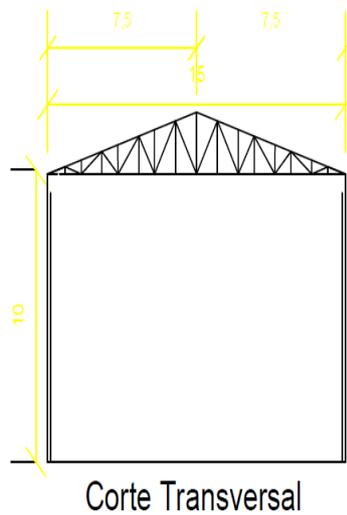
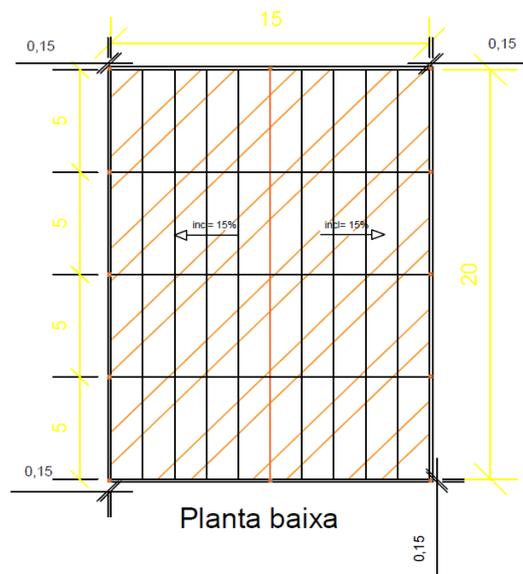
As sugestões existentes na NBR 6123/88 para a análise dinâmica levam em conta a variação no módulo e na orientação da velocidade média do vento. A velocidade média produz efeitos meramente estáticos na estrutura, enquanto que as flutuações ou rajadas produzem oscilações importantes, “especialmente em edificações altas e esbeltas”. Essa amostra de análise dinâmica de estruturas altas é destacada por Simiu; Scalan (1996) e Belvins (1977) que o relaciona à necessidade da análise de vibrações induzidas por carregamento flutuante, APUD LAZANHA (2003).

3. MÉTODOS DE CÁLCULO E RESULTADOS

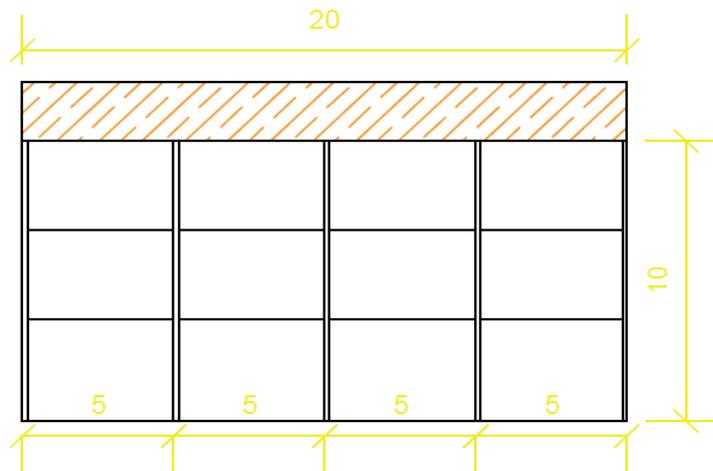
3.1. PLANTA BAIXA

Foi montada uma visualização no software AutoCad de como seria nosso galpão.

1 - Planta baixa



Fonte: Os autores. (2022)



Visão Lateral

Fonte: Os autores. (2022)

3.2 Cálculos via Excel

Foi utilizado o programa Excel, para facilitar nos cálculos do trabalho, contendo os dados e realizando os cálculos, resultando em praticidade, seguindo os parâmetros das nbrs.

DADOS		Unidade		
Comprimento	2000	cm		
Largura	1500	cm		
Altura	1000	cm		
Espaço vigas m ²	37,5	cm		
Total m ² vigas	300	m ²		
Peso telhado	13,5	Kn		
Peso próprio telhas por m ²	0,045	Kn/m ²	0,9	Kn/m
V0	162	km/h		
S1	1			
S2	0,842954062			
S3	0,95			
b	1			
Fr	1			
Z	1,34	m		
p	0,085			
VK	129,7306302	km/h		
VK	36,03	m/s		
Peso Próprio	30	kg/m	294,19	N/m
SOMATORIO FORÇAS	-6,5204			
	6,1	kg/m		

Fonte: Os autores. (2022)

NBR 6123		
Ação dos ventos	45	m/s
Cálculo de S2	0,842954062	
VK	36,03	
q	795,7726317	N/m ²
	79,577	Kn/m ²

Fonte: Os autores. (2022)

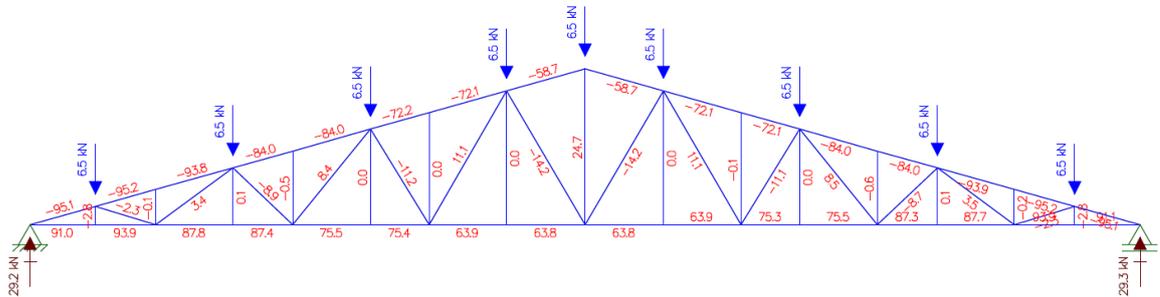
Coeficiente de força do vento	20		-7,54	Kg/m
A	300	m		
q	79,577	Kn/m ²		
Fe	-1			
Coeficiente de arrasto (CE)	-3,769933524			
Área da seção transversal c/ furo				
An	158979,616	mm ²		
b	48,8	mm		
d	0,1	mm		
s	50	mm		
g	50	mm		
t	5,08	mm		

Fonte: Os autores. (2022)

3.3 Demonstração das cargas

Como mostra na Figura 02, o software FTool foi utilizado para o cálculo e demonstração da carga nos nós.

2 - Cálculo dos nós



Fonte: Os autores. (2022)

O peso distribuído nas terças de acordo com a figura 03:

3 - Cálculo das treliças



Fonte: Os autores. (2022)

CONCLUSÃO

Nesta parte do texto onde se colocam as considerações finais. É o local onde as ideias possuem um desfecho ou são levadas para uma nova problemática. Esta parte do trabalho pretende apresentar as principais conclusões, destacando o progresso e as aplicações que a pesquisa ou experiência propicia.

A escrita das considerações finais deve expressar a relação entre os objetivos do trabalho e os resultados encontrados. Pode ser iniciada com o que foi aprendido. Deve ser exposto de forma muito resumida e pontual as idéias principais e as contribuições que o trabalho proporcionou para a área de estudos.

Nas Considerações Finais podem ser colocadas também as limitações do estudo com relação ao problema, sugestões de modificações no método para futuros estudos. Deve, portanto, abster-se do uso de citações. Destinando-se a demonstrar se as hipóteses foram confirmadas, quando houver, a responder às perguntas feitas no início do trabalho e a esclarecer se os objetivos fixados na introdução foram atingidos. A conclusão não é um resumo do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABCCEM (Brasil) (ed.). **Pontes, Viadutos e Passarelas: reduzindo distâncias e superando obstáculos**. 92. ed. São Paulo: ABCCEM, 2009. 48 p. ISSN 1414-6517;

ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, Brasil é o nono maior produtor de aço do mundo, aponta levantamento. 2020 Disponível em: <https://www.abmbrasil.com.br/por/noticia/brasil-e-o-nono-maior-produtor-de-aco-do-mundo-aponta-levantamento>; Acesso em: 21 mar. 2022;

ALMEIDA, W. R. **Utilização de sistemas estruturais metálicos no atual cenário da construção civil brasileira: estudo de caso para a montagem de estrutura e cobertura de galpão industrial de médio porte**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19172/1/CT_GEOB_XXIII_2017_35.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2022;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Estatística da construção metálica**. Disponível em: <<https://www.abccem.org.br/site/arquivos/ABCCEM-Estatisticas-setembro-2019-rev.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2022;

BELEIGOLI, P. P. **Dimensionamento de um galpão em estrutura de aço segundo a nbr 8800:2008** - UFMG. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9BTL6G/1/trabalho_final_dees_especializa__o_pedro_beleigoli.pdf>. Acesso em: 22 mar.2022;

CHODRAUI, G. M. B. **Flambagem por distorção da seção transversal em perfis de aço formados a frio submetidos à compressão centrada e à flexão**. EESC USP. Disponível em: < http://web.set.eesc.usp.br/static/media/prod_ucao/2003ME_GustavoMonteirodeBarrosChodraui.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022;

FALEIROS, J. P. M. et al. O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas: um panorama do período 2001-2010. Revista BNDES Setorial 35, 2010.

FERREIRA, D. L. **Análise dos esforços atuantes em um galpão metálico devido à ação dos ventos** – UFPB. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccce/content/documntos/tccs/copy_of_2016.1/analise-dos-esforcos-atuantes-em-um-galpao-metalico-devi-do-a-acao-do-vento.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022;

FORNEL, G. F. **Ação de vento em pavilhões para uso gerais** – UFSM, RS. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_GUILHERME%20FIORIN%20FORNEL.pdf> Acesso em: 30 mar. 2022;

INSTITUTO AÇO BRASIL, Mercado brasileiro do aço. 2020. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/wpcontent/uploads/2020/08/MBA_Edi%C3%A7%C3%A3o-2020.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2022;

IMIANOWSKY, G. W. **Os principais aço carbono utilizado no Brasil** – UNIFEBE. Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/arquivosSGC/a%C3%A7os%20carbono%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2022;

LUCAS GABRIEL. P. S. **Solução estrutural de galpão em aço** - UFPE. Disponível em:<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17765>> Acesso em: 21 Mar. 2022;

MACÊDO. A. W. **Ação do vento** – USP. Disponível em: <[file:///C:/Users/Pichau/Downloads/OpenAccess-Wahrhaftig-9788580391589%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pichau/Downloads/OpenAccess-Wahrhaftig-9788580391589%20(1).pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2022;

PANNONI, F. D. **Aços Estruturais** – ABM. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/17146411-Acos-estruturais-fabio-domingos-pannoni-m-sc-ph-d-1.html>> Acesso em: 21 abr. 2022;

PAULINO, L. T. **Estudo de resistência a flambagem em perfis formados a frio** – UFTGS. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25828/000753974.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2022;



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



O DIREITO À CIDADE: Desenvolvimento habitacional no município de Telêmaco Borba-PR

Cauany Silva Campos¹
Rodrigo Lima²

Resumo: O artigo desenvolvido visa estudar o território do município de Telêmaco Borba – PR, explorando os fatores históricos e sociais que cercam o desenvolvimento de uma cidade-indústria. Portanto, busca-se relacionar as políticas habitacionais desenvolvidas desde sua criação e o crescimento populacional do município em questão. Além disso, o principal questionamento será se todas as ações tomadas para o desenvolvimento do município foram suficientes para estruturar um local igualitário e acessível à todos, compreendendo todas as ferramentas urbanas para uma vida digna. Dessa forma, o presente estudo é uma análise geral do levantamento histórico, urbano e geográfico realizado no ano inteiro e parte do ano em questão.

Palavras-chave: cidade-indústria; políticas habitacionais; direito à cidade.

Abstract: The article developed aims to study the territory of the municipality of Telêmaco Borba - PR, exploring the historical and social factors that surround the development of a city-industry. Therefore, it seeks to relate the housing policies developed since its creation and the population growth of the municipality in question. In addition, the main question will be whether all the actions taken for the development of the municipality were sufficient to structure an egalitarian place accessible to all, including all the urban tools for a dignified life. Thus, the present study is a general analysis of the historical, urban and geographic survey carried out in the entire year and part of the year in question.

Keywords: city-industry; housing policies; right to the city.

1. INTRODUÇÃO

Dos feudos hierarquizados aos grandes centros industriais, foi dessa forma que a sociedade se transformou de forma exponencial e desorganizada pelo mundo. Com o êxodo rural ocasionado pelo surgimento dos grandes centros urbanos industriais, houveram inúmeras consequências para a sociedade em geral, entre elas estão a precariedade urbana, o surgimento de problemas de saúde e o desemprego. Entre estes, a precariedade urbana permanece até hoje, onde o acesso a moradia digna não é uma realidade alcançável para todos.

¹Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. cauanysc1@gmail.com

²Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. ictcc@fatebtb.edu.br

Ao contrário do que a mídia expõe e replica, a Revolução Industrial iniciada na segunda metade do século XVIII na Inglaterra, não se trata exclusivamente de desenvolvimento tecnológico, portanto, esse período concretizou ainda mais as alterações sociais, a derrubada de governos e os atos históricos de violência e injustiça referente as classes minoritárias. Assim, o trabalho em questão objetiva analisar uma cidade-indústria e suas características, demonstrando se o acesso à cidade é uma realidade alcançável e quais as influências para tal conquista.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O ACESSO À HABITAÇÃO COMO REQUISITO PARA A DIGNIDADE HUMANA

Desde as primeiras civilizações, no período datado como Pré-história, eram os abrigos naturais que faziam parte do cotidiano dos ali viventes, não existindo métodos facilitadores de construção e desenvolvimento. Com o passar dos séculos, os coletores e caçadores tornaram-se nômades, idealizando cada vez mais um local onde seria possível uma vivência familiar segura.

O desenvolvimento humano ocasionado principalmente em função da revolução industrial originou inúmeros fenômenos e acontecimentos, assim, após a 2ª Guerra Mundial, a população encontrava-se apreensiva, portanto, em 1945, surge a Organização das Nações Unidas (ONU), organização da qual objetivava promover a paz mundial.

Em 1948 a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) é proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, incluindo e assegurando os direitos humanos. Um dos elementos contidos no mesmo é o direito à habitação, presente no Art. XXV. Não obstante as orientações e recomendações, não é adequado generalizar que a situação seja a mesma para todos, levando em conta a realidade social de cada nação, das quais seguem diferentes padrões para o cumprimento das recomendações feitas pela ONU.

Todos os países possuem problemas habitacionais, porém, grande parcela do surgimento desses problemas está associada ao aparecimento de refugiados e o crescimento da população sem-teto. Assim, quando o Estado não consegue dar fim ao problema e à sua raiz, a população ocupa irregularmente um espaço da cidade, proporcionando o crescimento de lugares com condições precárias.

O Brasil passou a reconhecer a moradia digna como um direito essencial apenas através da Emenda Constitucional (EC) nº26/2000, realidade ainda não alcançada por grande parte da população brasileira. Os eventos entre o desenvolvimento da DUDH e a EC nº26/2000

moldaram a realidade atual no Brasil, onde problemas urbanos de difícil reversão surgiram, sendo o principal o déficit habitacional. Esse é um problema urbano grave, ramificando-se em ausência de moradia (déficit quantitativo) e a existência de moradias com condições precárias e inadequadas (déficit qualitativo). Uma moradia digna adequada engloba os bens e serviços necessários para se manter uma vida apropriada, sendo uma estrutura essencial para o alcance do direito à cidade, condição contida no Estatuto da Cidade, lei incumbida pelo regulamento dos artigos relativos à política urbana. Segundo a ONU, a moradia deve incluir questões como residência em local adequado e saneamento básico, apresentando habitualidade e prestação de serviços essenciais para promover e manter uma vida adequada.

A partir dos primeiros conceitos em relação à habitação, fica claro que o poder público deve assegurar a habitação adequada através dos programas habitacionais, dando apoio à grande parcela da população com baixa renda.

2.2 CIDADES

2.2.1 Histórico do surgimento das cidades e padrões de organização

O espaço denominado cidade teria nascido após a sedentarização humana, período no qual a relação entre o homem e a natureza é delimitada. O homem substitui a vida nômade pela fixação em apenas um local, assim, com o domínio permanente do território, há a necessidade da organização da vida social e da gestão de produção.

Os primeiros indícios de cidades se deram através da apropriação material do território, destinado agora na época ao plantio e à construção de templos. Com o passar dos séculos as cidades foram acompanhando o fluxo de evolução, proporcionando expansão e grande velocidade de circulação dentro do espaço. Assim, segundo LEFEBVRE (2008), a industrialização é o processo responsável pelo desenvolvimento da sociedade moderna e das questões relacionadas à cidade e a realidade urbana.

O rápido desenvolvimento da Revolução Industrial intensificou a urbanização mundial, alavancando assim o fenômeno do êxodo rural. Portanto, após a migração até os centros industriais, as cidades compunham um local de grande concentração de pessoas, relações sociais e infraestrutura. Conforme as cidades foram idealizadas e desenvolvidas ficou perceptível a importância da relação entre as zonas urbana e rural, uma vez que uma depende da outra.

2.2.2 Conceito de cidade

A cidade é definida pela área composta por uma grande concentração de povoação, seguida por zonas residenciais, comerciais e industriais. O espaço que a cidade ocupa também pode ser designado como zona urbana, tendo como oposto, a zona rural. Assim, segundo MELCHIORS (2016), a cidade é um local de interação e de encontros, porém, ao mesmo tempo manifesta conflitos humanos. Conforme PARDUE e OLIVEIRA (2018), a cidade seria o espaço mais complexo e propício às invenções e experiências humanas, sendo capaz de sustentar a vida urbana.

O grande fluxo de pessoas nas cidades é denominado massa, uma sociedade envolvida na produção, distribuição e consumo de bens e serviços. Além disso, as pessoas inseridas na massa populacional seguem um meio de comportamento generalizado, sendo participativas no meio político e cultural. Apesar das cidades menores não possuírem grande massa populacional, ainda há a intensa concentração de população e a necessidade de gestão. Até mesmo as cidades que proporcionam vida urbana mais simples possuem a necessidade de organização da vida coletiva.

Através da necessidade da organização da vida na cidade, surge o poder urbano, incumbido da gestão da mesma. A primeira forma de gestão presente na história da cidade é a realeza, contando com um poder totalmente centralizado. Na época a guerra era a base do poder, servindo como ferramenta para defesa do território e controle dos súditos. Assim, desde a origem da cidade fica claro que esse termo designa o modo de organizar um dado território, possuindo conseqüentemente uma relação política. Dessa forma, quem é habitante da cidade participa da vida pública, até mesmo se submetendo a regras do local habitado.

2.2.3 O direito à cidade

Apesar dos inúmeros benefícios da urbanização, as desigualdades não foram extintas, assim, boa parte da população brasileira ainda não possui acesso aos serviços básicos para se viver de forma digna. O direito à cidade vem sendo almejado desde 1960, através do Movimento Nacional pela Reforma Urbana (MNRU). Esse movimento foi sessado durante a ditadura militar, porém retornou durante a redemocratização em 1980.

Em 2001 o cenário da cidade dá mais um passo, há a criação da Lei Federal nº10.257, contida e regulamentada no Estatuto da Cidade. O direito à cidade sustentável passa a abranger o direito à serviços públicos, à moradia, à terra, à infraestrutura e entre outros benefícios, compondo os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, dessa forma, podemos definir o direito à cidade como um direito amplo e abrangente, viabilizando o direito de habitar e participar ativamente da cidade. Além do Estatuto da Cidade presente na constituição brasileira, existem importantes documentos internacionais que tratam do tema “o direito à cidade”, como a Carta Mundial pelo Direito à Cidade de 2006 e a Carta-Agenda pelos Direitos Humanos (CGLU) de 2009. A Nova Agenda Urbana (NAU) também foi fundamentada sob o termo “o direito à cidade”, onde o Brasil e o Equador foram considerados referência de legislação de proteção ao direito à cidade.

Apesar da regularização do direito à cidade a realidade brasileira se mostra distante de extinguir a desigualdade social, uma vez que a raça, o gênero, a etnia e a renda delimitam os benefícios urbanos das cidades brasileiras. Essas questões mesmo que indiretamente afetam a vida de milhares de pessoas, diminuindo o acesso à saúde, à educação e ao direito de ir-e-vir perante a cidade

2.3 A HABITAÇÃO NO BRASIL

2.3.1 Breve histórico

É perceptível que em relação a habitação no Brasil, os centros urbanos sobressaem a quantidade populacional da área rural. Segundo IBGE, através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD 2015), constatou-se que 84,72% dos brasileiros vivem na área urbana, enquanto 15,28% vivem na área rural. Portanto, a crise do ramo habitacional muitas vezes está relacionada à renda dos trabalhadores de países em desenvolvimento, que muitas vezes não é compatível com os custos da habitação almejada.

O desenvolvimento desigual da sociedade brasileira nos permite presenciar fenômenos habitacionais negativos, sendo o principal o déficit habitacional, logo, é de grande necessidade que o poder público invista na habitação social, desenvolvendo uma política eficiente que inclua a população menos favorecida. Os principais envolvidos na produção habitacional são o Estado e o setor imobiliário, assim, o Estado compõe os governos Federal, Estadual e Municipal, enquanto isso, o setor imobiliário envolve as transformações urbanas e a construção civil.

A ação do Estado sobre o cenário habitacional brasileiro se iniciou por volta do século XIX, período marcado pela industrialização intensa do país. Nesse período o governo desenvolve ações em prol da construção de moradias destinadas aos assalariados, proporcionando o aluguel de casas a um alto custo. Um dos feitos marcantes da época foram as vilas operárias, instaladas próximas as fábricas, visando manter uma relação emprego-moradia. Muitas vilas operárias foram base para cidades maiores, assim, podemos exemplificar essa situação observando o histórico da cidade de Telêmaco Borba – PR, localidade desenvolvida a partir da construção de uma fábrica papeleira.

A partir do século XX a construção de casas individuais passou a ser substituída pelos conjuntos habitacionais, buscando assegurar moradias acessíveis e de baixo custo. Em 1964 surge o Banco Nacional de Habitação (BNH), ocasionando a periferização de várias cidades, processo ocorrido devido a aquisição de terrenos com menor custo, e conseqüentemente distantes dos centros urbanos e da infraestrutura já estabelecida.

Os recursos utilizados nos investimentos do BNH derivavam do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço) e do SBPE (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos). Após a queda do BNH, em 2003, os principais marcos foram a criação do Ministério das Cidades e do Estatuto da Cidade. O Estatuto da Cidade coordena o destino das propriedades urbanas e identifica quais alterações as cidades devem sofrer e quais serão as formas de administração desses processos.

2.3.2 Programas de habitação social

Entre 1964 e 1986 durante o BNH, podemos perceber a predominância da produção intensa, buscando solucionar o problema de déficit habitacional presente em todo território brasileiro. Um dos pontos negativos dos conjuntos habitacionais da época era a falta de relação com a distribuição da cidade (LIMA e LAY). Desde a extinção do BNH em 1986, o programa habitacional mais efetivo se tornou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), programa federal lançado em 2009.

O principal objetivo do PMCMV desde o início era reduzir o déficit habitacional por meio da produção de habitações, assim, devido à crise de 2008, a construção de novas moradias deveria surtir efeito sobre a economia e o ramo empregatício do país. Quando lançado, o programa objetivava a construção de 1 milhão de habitações, porém, em 2011, a meta alavancou mais de 2 milhões de moradias, contando com investimentos superiores a R\$71 bilhões.

O PMCMV foi dividido em dois outros programas, o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) e o Programa Nacional de Habitação Urbano (PNHU). A distribuição das habitações foi realizada através da estimativa de déficit habitacional de cada estado e respeitando a renda de cada família. O agente principal desse projeto é o setor imobiliário, se responsabilizando pela análise dos empreendimentos e seguindo as normas do MCidades. Todos os projetos do PMCMV passam pela avaliação e aprovação da Caixa Econômica Federal (CEF), sendo uma das principais financiadoras do programa. O poder público ocupa a função secundária de licenciar empreendimentos, além disso, deve facilitar a produção habitacional através da concessão de terrenos e flexibilização da legislação.

As construtoras tomam as principais decisões, já os beneficiários devem realizar o cadastro e aguardar, uma vez que não participam do projeto. O PMCMV contribuiu de forma significativa para que a economia se reerguesse, isso se mostra na busca do controle do desemprego e na destinação de recursos à habitação. Outro ponto positivo do programa se observa em relação à regularização fundiária e da construção de escolas e hospitais.

2.3.3 Déficit atual de moradia no Brasil

Segundo a Fundação João Pinheiro, em 2019, o déficit habitacional no Brasil era de 5,8 milhões de moradias, apresentando tendência de aumento com o passar do tempo. Esses 5,8 milhões se dividem em: habitação precária (1.482.585), coabitação (1.358.374) e ônus excessivo com aluguel urbano (3.035.739). A região com maior déficit habitacional no Brasil é a região Norte e Nordeste (Amapá-17,8%, Roraima-15,2%, Maranhão-12,25%, Amazonas-14,82% e Pará-13,55%). Já o estado com o menor déficit habitacional é o estado de Rio Grande do Sul, com 5,06%.

2.4 MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA

Durante a colonização do Brasil, vários grupos circulavam pelo território paranaense, em destaque estavam os brancos europeus. Segundo dados históricos apresentados por PMTB (2017), os exploradores estiveram na “Região do Alegre” desde o séc. XVI, promovendo expedições dedicadas a conhecer o local e explorar suas riquezas. Entre 1557 e 1577 os jesuítas espanhóis fixaram-se no local, possibilitando a evangelização e a civilização dos nativos.

Durante 20 anos cem mil nativos foram aldeados, porém, a colonização espanhola encontrou dificuldades durante o caminho, pois os bandeirantes capturavam e vendiam os indígenas como escravos. A captura e venda dos indígenas fez com que os aldeados e padres ainda livres fugissem pelo Rio Paranapanema e Paraná, provocando um intenso despovoamento.

Ainda segundo PMTB (2017), após 30 anos, os indígenas vieram em busca de refúgio em nossas terras, se mantendo distantes da expansão paulista. Até o séc. XVIII a população indígena lutou, resistindo à expansão colonizadora empregada em todo território. A riqueza mineral foi uma das atividades que atraíram um grande número de pessoas, onde as mesmas passaram a compor o município de Tibagi, cidade da qual Telêmaco Borba fazia parte.

O bandeirante José Félix da Silva foi o líder e responsável pelo combate da Mortandade, movimento que provocou um genocídio cruel para com os indígenas na localidade onde hoje se encontra o hospital e o Hotel Ikapê, derramando o sangue de muitos inocentes, incluindo mulheres e até mesmo crianças. Como prêmio pelo genocídio, o bandeirante ganhou várias terras, entre elas a Fazenda Monte Alegre, da qual deu a pose de uma parte para seu ajudante e capitão do mato.

A população negra trazida do continente africano teve e tem grande contribuição no desenvolvimento do território telemacoborbense, atuando nas fazendas e na mineração, assim, após a abolição da escravidão, os descendentes africanos permaneceram na região. Um dos marcos que proporcionou maior desenvolvimento de Tibagi foi o Tropeirismo, movimento de venda de diversos produtos e animais, percorrendo toda a região Sul do Brasil. Além disso, houveram dois surtos de crescimento populacional, o primeiro ocorrido em 1912, onde vieram muitas famílias de Minas Gerais e outras localidades afim de participar da extração mineral, e a segunda em 1916, onde foram descobertas novas minas.

Após o falecimento de José Félix, seus familiares acabaram por perder suas terras, sendo assim, uma companhia colonizadora passou a idealizar vários investimentos na região, incluindo a construção de um ramal ferroviário entre São Paulo e Rio Grande do Sul, a colonização local e o incentivo agrícola. Inúmeros estudos foram realizados afim de colocar o projeto em ação, porém a Companhia Agrícola e Florestal e Estrada-de-Ferro Monte Alegre decretou falência, necessitando levar as terras à leilão no ano de 1933 (PMTB, 2017).

Em 1941 a Fazenda Monte Alegre foi definitivamente vendida, sendo adquirida pela família Klabin, uma vez que os estudos realizados pela companhia expuseram a riqueza vegetal e a possibilidade da fixação de uma fábrica de papel e celulose no local. Para viabilizar a

construção da fábrica de papel e celulose o conceito de cidade-empresa foi levado em consideração, compondo um espaço incluindo casas, escola, comércio, hospital e entre outros. Através do conceito de cidade-empresa um bairro residencial foi construído próximo a fábrica, constituindo a Vila Harmonia, Caiubi e Operária. Luiz Vieira foi o engenheiro escolhido pelo Presidente Vargas para executar o projeto das vilas residenciais.

O crescente aumento populacional advindo da atração por uma vida melhor, fez com que as vilas não portassem tamanho fluxo populacional, levando a desativação das mesmas. Horácio Klabin, um dos administradores da Klabin, planejou um novo núcleo habitacional localizado ao outro lado do Rio Tibagi, a “Cidade Nova”. Nesse período, a Klabin apoiou seus trabalhadores, construindo suas casas e criando meios de locomoção para a empresa, como a ponte sobre o Rio Tibagi e o bonde aéreo.

Em 1960 o município foi emancipado, tornando-se o município de Cidade Nova, porém em 1963 a localidade passou a se denominar município de Telêmaco Borba, nome inspirado no nome do coronel Telêmaco Augusto Enéias Morosini Borba. Somente em 1964 o município passou a exercer seu papel, elegendo o primeiro prefeito, Péricles Pacheco da Silva, além de 9 vereadores. O município vem se desenvolvendo cada vez mais, principalmente através das oportunidades que as empresas locais proporcionam, não só aos brasileiros, mas também aos estrangeiros. Segundo IBGE, a população atual no município de Telêmaco Borba é de aproximadamente 79792 pessoas.

2.4.1 A indústria papeleira

A indústria papeleira instalada na Região de Monte Alegre em 1934 denomina-se Grupo Klabin, empresa gerida pela família Klabin, da qual possui como foco o reflorestamento e produção tanto de celulose como de papel. Suas filiais se concentram em sua maioria na região Sul do Brasil, tendo como principal unidade a indústria instalada no município de Telêmaco Borba, mais conhecida como Unidade Monte Alegre

Da produção de livros brancos até a produção de papel com matéria-prima brasileira, foi dessa forma que o cenário empresarial da família Klabin mudou drasticamente quando adquiriram as terras de Monte Alegre – PR, das quais apresentavam amplo espaço para construção e plantio de árvores nativas (araucárias), das quais acreditavam ter grande potencial para a produção de papel.

As indústrias Klabin tiveram dificuldades em instalar a nova unidade, uma vez que a Segunda Guerra Mundial assolava todo o país, fazendo com que a produção iniciasse apenas em 1946 após o término da mesma. Portanto, um dos principais marcos que fizeram com que a indústria fosse nacionalmente e internacionalmente reconhecida foi a visita realizada por Getúlio Vargas à fábrica, então presidente do Brasil na época.

A indústria conseguiu estabilidade e passou a ser reconhecida como uma das maiores empresas do ramo e maior detentora de reflorestamento particular, realizando e concretizando o objetivo inicial da empresa de produzir papel com matéria-prima brasileira (PMTB, 1966).

2.4.2 As vilas residenciais industriais

Com o intuito de garantir mão de obra fixa, a família Klabin alocou recursos para implantar vilas residenciais, das quais poderiam ser usufruídas e ocupadas por funcionários, dependendo assim de sua profissão e cargo dentro da empresa. Existiam três vilas e a ocupação das mesmas era feita da seguinte maneira: Na Vila Harmonia encontravam-se instalados os moradores de nível profissional superior, as casas eram construídas em alvenaria e madeira, as ruas possuíam aberturas em leque, a distância da fábrica era considerada média, existiam serviços urbanos e o meio de lazer se dava através do local Harmonia Clube.

A vila Caiubi era destinada aos moradores de nível profissional médio, as casas eram construídas em madeira, as ruas tinham sentido longitudinal e a distância até a fábrica era considerada longa. Já a vila Operária comportava os moradores de nível profissional de operação, as casas eram constituídas em madeira e a distância em relação à fábrica era considerada próxima (PMTB, 1966).

Apesar da boa intenção do projeto, as moradias passaram a causar problemas na convivência social, enfatizando ainda mais a divergência social e financeira entre as classes de trabalhadores. Assim, enquanto os operários viviam de forma simples e restrita ao necessário, os profissionais graduados dispunham de locais de lazer e vivência familiar, causando dessa forma um certo embaraço, principalmente entre os filhos dos funcionários da empresa.

Segundo PMTB (1966), em 1953 o Grupo Klabin decide dar uma solução ao problema, realizar uma desativação parcial das vilas habitacionais e remanejar parte dos trabalhadores para a localidade oposta à fábrica, necessitando realizar a travessia do Rio Tibagi que dividia as duas regiões. Logo, a firma Vale do Tibagi é criada por Horário Klabin, empresa essa

incumbida de gerir todas as questões urbanas do local a ser povoado, indo desde a limitação dos lotes até a venda dos mesmos.

Nas vilas industriais permaneciam os funcionários graduados e os técnicos especialistas, enquanto isso, os moradores das vilas Caiubi e Operária deveriam se locomover e estabelecer na localidade almejada pela empresa. Os funcionários transferidos poderiam doar sua casa localizada na vila, subsidiar o transporte até o novo local ou contribuir financeiramente com a instalação da casa. Conseqüentemente o transporte das casas foi necessária a construção de uma ponte sob o Rio Tibagi, da qual interligava os dois territórios e dispensava o uso de balsas. Outra importante ferramenta durante esse processo de adaptação foi a elaboração e desenvolvimento de dois teleféricos, dos quais possuíam como principal objetivo relacionar as duas localidades. Todos esses eventos possibilitaram a desativação das vilas Caiubi e Operária, além de reduzir uma fração da vila Harmonia.

Em 1963 ocorre a separação de Tibagi, ocasionando assim o surgimento do município de Telêmaco Borba. A forte adesão da desativação e a ocupação das casas próprias em todas regiões da cidade torna-se um cenário favorável à empresa, sintetizando os gastos da empresa em relação à manutenção das vilas industriais.

2.4.3 Núcleos residenciais florestais

Os chamados núcleos residenciais florestais surgiram antes mesmo dos bairros residenciais fabris, compondo assim pontos importantes ao redor da fábrica. Um dos principais núcleos habitacionais rurais da região é denominado Lagoa, localizado à 13 km da fábrica, abrigando atualmente o KPAF, sede Klabin do Paraná Agroflorestal. Outros importantes núcleos são as regiões de Antas, Palmas, Miranda e Mandaçaia, instalados entre 1948 e 1953 (PMTB, 1966).

Segundo PMTB (1966), a função dos núcleos rurais ficou mais acentuada após o acontecimento de um incêndio em uma das áreas de plantio da fábrica, devastando cerca de 36.000 hectares de reflorestamento. Dessa forma, esses centros foram sendo desenvolvidos nas proximidades da fábrica e de suas plantações, visando assim uma forma de evitar novos focos de incêndio através da mão-de-obra rural fixa. Um fenômeno comum durante esse período foi a intensa desativação das vilas industriais e a crescente ampliação dos núcleos rurais.

Assim, os trabalhadores residiam no município de Telêmaco Borba e em oito núcleos mantidos pela empresa Klabin. Os núcleos rurais compunham 1963 residências e eram

distribuídos da seguinte maneira: Núcleo rural Miranda (20 km de Lagoa - 241 residências), Antas (11 km de Lagoa - 356 residências), Km 28 (16 km de Lagoa - 236 residências), Lagoa (434 residências), Palmas (18 km de Lagoa – 295 residências), Mandaçaia (25 km de Lagoa – 191 residências), Rio Branco (120 km de Lagoa – 145 residências) e Porteira Grande (50 km de Lagoa – 65 residências).

Os núcleos rurais acima citados continham inúmeras ferramentas que permitiam a vivência digna e o acesso aos bens básicos para a habitação adequada, estabelecendo, portanto, uma relação de autonomia ao que diz respeito ao município de Telêmaco Borba. Logo, a localidade contava com a presença de variados recursos próprios como, água encanada, posto de saúde, clube de lazer, mercado, quadras, praças e entre outros. Apesar disso, o principal núcleo ainda se denomina Lagoa, abrigando o KPAF e possuindo estrutura mais moderna e de maior qualidade. Mesmo com os benefícios desencadeados através do incentivo de crescimento dos núcleos habitacionais (núcleos rurais e vila Harmonia), houveram muitos gastos em relação ao mantimento das mesmas, alcançando cerca de 4 milhões de dólares entre 1988 e 1990.

Assim, a empresa se depararia futuramente com funcionários que não possuem casa própria, isso se deve em função do não incentivo à construção civil desde a década de 90, realidade essa contraditória, uma vez que durante as décadas de 70 e 80 foram arquitetados três conjuntos derivados do BNH no município. Devido à todas essas questões, fica visível para a empresa a necessidade da redução da Vila Harmonia, região essa com a qual ocorre o maior investimento em manutenção, reduzindo as residências para 180 unidades, das quais passam a ser administradas por terceiros. A vila Harmonia torna-se então um símbolo de bairro de classe alta, uma vez que é independente da cidade e ainda possui fatores importantes para a habitação correlacionados com a natureza e preservação (PMTB, 1966).

2.4.4 Relação cidade e empresa

A criação do município de Telêmaco Borba tem total ligação com a Empresa Klabin, sendo essa, dona de cerca de 86% dos 1718 km² que compõem o território telemacoborbense. Analisando a situação do município na época de 1991, existiam muitos moradores desempregados, totalizando 12.000 habitantes sem fonte de renda. Além disso, os moradores que contavam com o vínculo empregatício fixo eram totalmente dependentes da Klabin, compondo uma mão de obra de 7269 trabalhadores advindos da população de aproximadamente 65.000 habitantes (PMTB, 1966).

Segundo PMTB (1966), a dependência com a empresa papelreira fez com que os governantes do município de Telêmaco Borba idealizassem o Programa de Industrialização da cidade, distribuindo cerca de 32 empresas em 3 diferentes distritos industriais. As empresas trazidas e instaladas deveriam ter foco na utilização da matéria-prima mais abundante da região, ou seja, a madeira. Três distritos foram arquitetados, sendo divididos da seguinte maneira: o primeiro distrito se tratava da fixação de indústrias madeireiras, responsáveis pela transformação da madeira em produtos comercializáveis; o segundo distrito era onde deveria se estabelecer o comércio atacadista local; já o terceiro distrito seria responsável pelo estacionamento de caminhões, diminuindo assim o tráfego de automóveis pesados no centro da cidade.

Além de facilitar a instalação de outras empresas através da redução de custo de terreno, a indústria Klabin realizou os seguintes feitos de impacto na cidade: Instalação de torre de TV; doação do terreno e apoio na construção da Escola de Guarda Mirim, doação do terreno e apoio na construção do Quartel do Corpo de Bombeiros; Construção do aeroporto; Doação de terreno para compor o lixão; Implantação do processo de reciclagem. Demais municípios próximos também contavam com o apoio da empresa, recebendo ampliação de ferramentas urbanas como hospitais, escolas e entre outros.

Relacionando todos os municípios com o qual o Rio Tibagi se relaciona, a empresa passou a levantar estudos e a financiar 50% do investimento em tratamento do mesmo, isso se deve aos efluentes derivados da produção industrial. Sendo assim, Telêmaco Borba passa a ser reconhecida como o 5º município mais desenvolvido no estado, dados esses colhidos pelo Centro de Análise Econômica do Grupo DCI Visão em 1991.

Os investimentos sociais realizados pela empresa não estão ligados à ampliação, modernização e manutenção como a maioria das empresas, sendo assim, o principal objetivo dessas ações é causar boa impressão aos moradores e utilizadores de seus produtos, uma vez que empresas papelreiras tem vários pontos negativos, como por exemplo os temidos desastres naturais que podem vir a ocorrer (PMTB, 1966).

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise de resultados foi realizada considerando as principais ferramentas urbanas necessárias para a obtenção do acesso à cidade, sendo elas a educação, saúde e assistência

social. Dessa forma, analisou-se as seguintes ferramentas aplicadas ao município de Telêmaco Borba – PR entre o período de criação do mesmo (1964) até a atualidade (2022).

3.1 FERRAMENTAS URBANAS DE EDUCAÇÃO

Usando como base o Recenseamento de 1966 do município de Telêmaco Borba, verifica-se os primeiros indícios da implantação da educação no território em questão, dessa forma, observa-se a fixação de algumas escolas isoladas rurais e urbanas. As escolas da época possuíam amplo local, material didático e casa de residência para as professoras docentes. Além das escolas isoladas, haviam as escolas florestais, particulares, os cursos noturnos, cursos de alfabetização (ALFA), jardins de infância e a Escola Profissional do SENAI.

Usando como base o site da Prefeitura Municipal e os mapas desenvolvidos durante essa pesquisa, verifica-se a abrangência educacional durante cada década. Analisando o período entre 1950 e 1969, é possível verificar um desenvolvimento urbano mais evidente na região Leste e bairros próximos, hoje nomeados bairros Centro, Jardim Monte Carlo, Macopa, Bela Vista, Ana Mery, Santa Rita, Pinheiros, Bona vila e proximidades em torno do bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Observa-se a criação de três escolas municipais para atendimento da população, compondo uma localização condizente com o desenvolvimento urbano da época, porém, analisando um raio de 2km entre as mesmas é possível verificar regiões onde não há abrangência, incluindo grande parte do bairro Jardim Monte Carlo.

O período entre 1970 e 1979 marca um desenvolvimento urbano mais evidente na região Sudeste e bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Observa-se a criação de sete escolas municipais, possuindo localização condizente com o desenvolvimento urbano da época, porém, analisando um raio de 2km entre as mesmas é possível verificar regiões onde não há abrangência, incluindo grande parte do extremo Sudeste.

No período entre 1980 e 1989, é possível verificar um desenvolvimento urbano mais evidente na região Oeste, parte da zona Sudeste e bairros próximos, hoje nomeados bairros Jardim União, Área 6, Área 3, São João, Vila Ozorio, Nossa Senhora de Fátima e proximidades da área industrial. Além disso, observa-se a criação de seis escolas municipais, todas em localização condizente com o desenvolvimento urbano da época, assim, analisando um raio de 2km entre as mesmas é possível verificar que todas as regiões em desenvolvimento são abrangidas pelas escolas criadas.

Analisando o período entre 1990 e 1999, verifica-se um desenvolvimento focado na

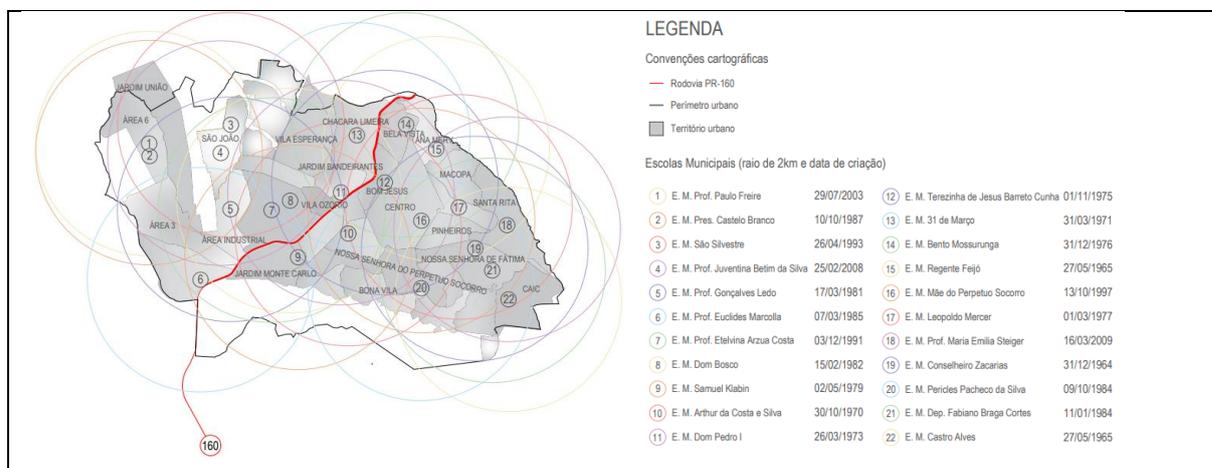
zona Sudeste, evidenciando o bairro Caic como foco de ampliação. Além disso, observa-se a criação de três escolas municipais, excluindo boa parte do bairro Caic.

O período entre 2000 e 2009 tem desenvolvimento focado na zona Sul, evidenciando uma localização próxima ao bairro Jardim Monte Carlo. Observa-se a criação de oito escolas municipais e três centros municipais de educação infantil, incluindo a localização do município por completo.

Entre 2000 e 2021, é possível verificar um desenvolvimento focado na zona Norte, evidenciando os bairros Vila Esperança, Chácara Limeira e Jardim Bandeirantes. Observa-se a criação de oito centros de municipais de educação infantil (CMEIs), incluindo a localização do município por completo, ou seja, foi uns dos períodos em que todos os bairros passaram a possuir ao menos um CMEI.

A Figura 01 mostra uma visão geral das escolas municipais criadas e instaladas até a atualidade (2022). Assim, observa-se que as vinte e duas escolas criadas abrangem de forma uniforme o município, oferecendo acesso a todos.

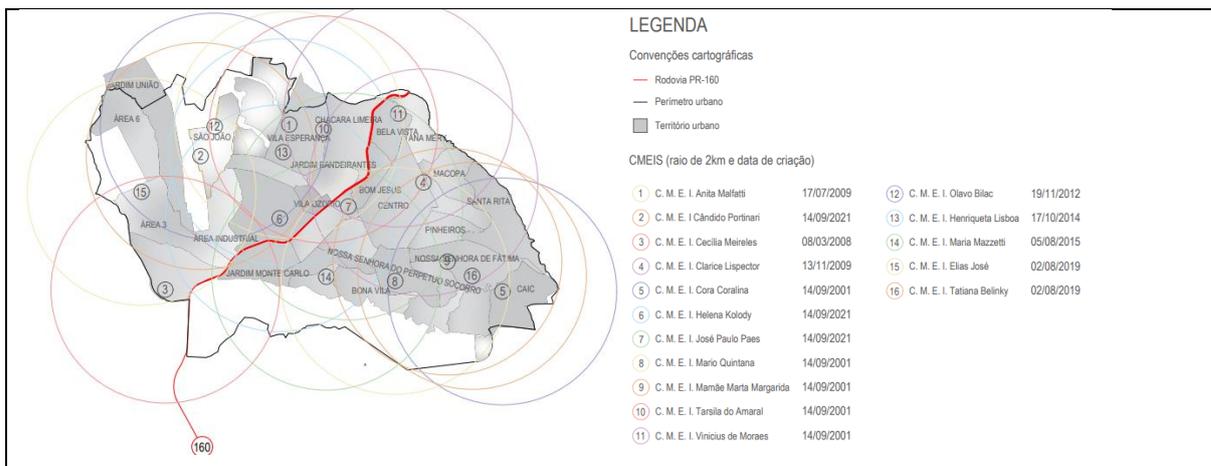
Figura 01 – Escolas municipais no período entre 1964-2021.



Fonte: Autor (2022).

Já a Figura 02 mostra uma visão geral dos centros municipais de educação infantil instalados até a atualidade (2022). Assim, observa-se que os dezesseis centros municipais de educação infantil abrangem de forma uniforme o município, oferecendo acesso a todos.

Figura 02 – Centros municipais de educação infantil no período entre 2001-2021.

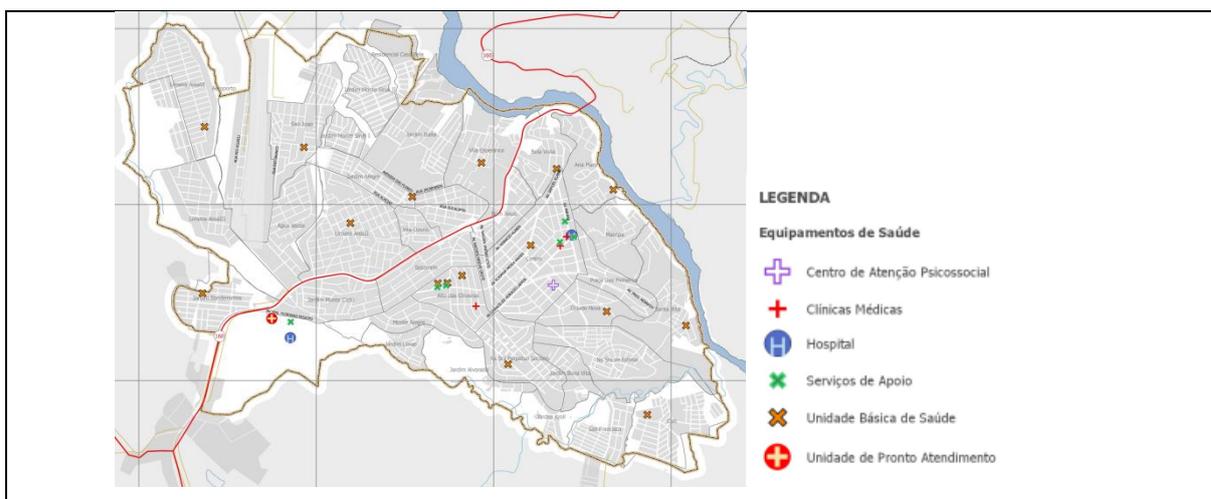


Fonte: Autor (2022).

3.2 FERRAMENTAS URBANAS DE SAÚDE

Usando como base a Figura 03, verifica-se a presença de unidades básicas de saúde (UBS), Unidade de Pronto Atendimento, locais de serviços de apoio, hospitais, clínicas médicas e centro de atenção psicossocial. A área central certamente possui mais ferramentas urbanas, enquanto localidades próximas ao aeroporto tem menos acesso à saúde pública. Os principais bairros que possuem menos acesso à essas ferramentas são: Área III, Casa Bela, Monte Sinai II, Jardim Itália e Água Verde.

Figura 03 – Ferramentas urbanas de saúde no município de Telêmaco Borba.



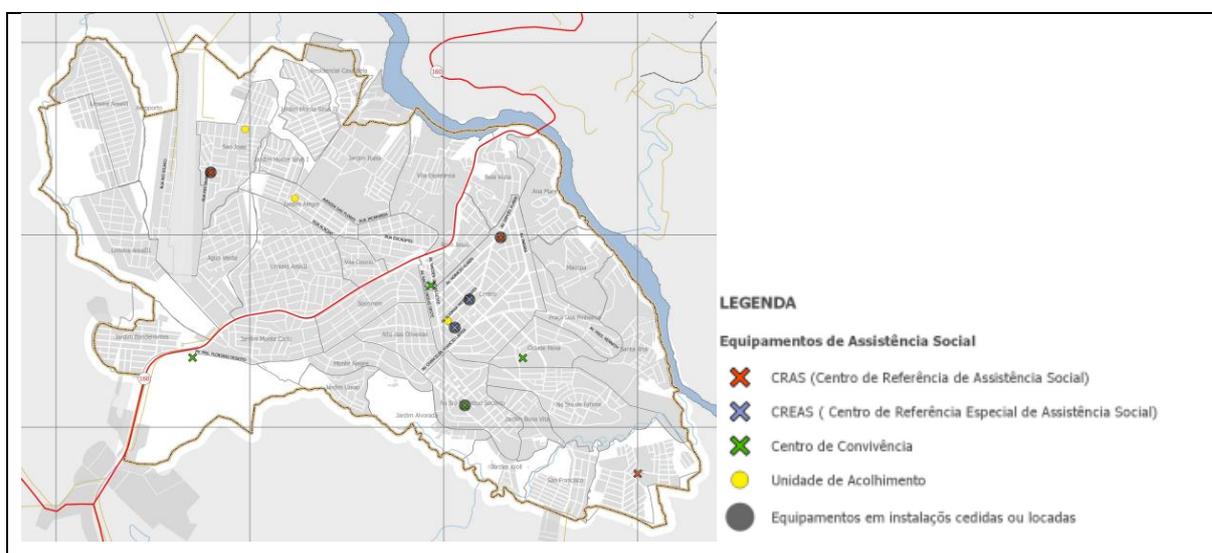
Fonte: PMTB (2017).

3.3 FERRAMENTAS URBANAS DE ASSISTÊNCIA SOCIAL

Usando como base o Recenseamento de 1966 do município de Telêmaco Borba, verifica-se os primeiros indícios da implantação da assistência social no território em questão, dessa forma, observa-se a fixação de algumas associações de apoio como, a Associação de Proteção à Maternidade e Infância de Harmonia/Lagoa/Telêmaco Borba, Associação das Damas de Caridade, Sociedade de São Vicente de Paula, Legião da Boa Vontade, Posto Santo Antonio e o Grupo Escoteiro. O apoio social era realizado visando fortalecer a população local, estando presentes em questões até mesmo de sepultamento, transporte de enfermos e pessoas sem recursos.

Usando como base a Figura 04, verifica-se a presença de Centros de Referência de Assistência Social (CRAS), Centros de Referência Especiais de Assistência Social (CREAS), Centros de Convivência e Unidades de Acolhimento. A área central certamente possui mais ferramentas urbanas, enquanto as outras localidades seguem afastadas.

Figura 04 – Ferramentas urbanas de assistência social no município de Telêmaco Borba.



Fonte: PMTB (2017).

CONCLUSÃO

No decorrer desta pesquisa observou-se a formação de uma cidade-indústria desde seus primórdios, o município de Telêmaco Borba – PR. Sua construção e desenvolvimento tem total correlação com as indústrias Klabin, sendo estruturada a partir de vilas indústrias e florestais,

dando total apoio à empresa. Apesar dos benefícios desencadeados pela indústria e seu intenso desenvolvimento, observa-se uma tercerização do assistencialismo prestado durante muitos anos pela indústria papelreira, passando as responsabilidades para o governo atuante na época.

Analisando os programas habitacionais empregados pelo governo ao longo dos anos podemos perceber uma intensa contradição, assim, ao mesmo tempo que buscam apoiar a população carente, entregam moradias mal planejadas/executadas e distantes dos centros urbanos. Além disso, as políticas públicas não reverteram o déficit habitacional, apenas transformaram o problema em curto prazo, fazendo com que o déficit quantitativo se tornasse em sua maioria um déficit qualitativo.

Em relação às ferramentas urbanas, a educação se mostra a ferramenta mais bem desenvolvida no município entre os anos de 1964 e 2021, abrangendo todo o território de forma uniforme. As ferramentas de saúde como hospitais e UBS atendem todo o território, enquanto o assistencialismo social encontra-se centralizado no território (considerando mapa desenvolvido pelo próprio município). Assim, pode-se concluir que o município foi bem estruturado, apresentando apenas uma certa deficiência em relação à qualidade das moradias e à distância dos centros de assistência social dos variados bairros. Essas questões que apresentam certa irregularidade podem ser trabalhadas e melhor planejadas nos próximos governos, enfatizando e desenvolvendo meios para entregar moradias dignas, diminuindo assim o déficit qualitativo que anteriormente aos programas habitacionais se caracterizava como déficit quantitativo.

REFERÊNCIAS

AMANAJÁS, R.; KLUG, L. B. **Direito à cidade, cidades para todos e estrutura sociocultural urbana**. Repositório do conhecimento do IPEA. 43 p. DOI: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8622/1/Direito%20c3%a0%20cidade.pdf>.

AMIRATI, L. B. **Direito humano à moradia digna e Lei da Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social: uma relação possível por meio da atuação do Conselho de Arquitetura e Urbanismo**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. DOI: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39553/1/DISSERTACAO%20Luzia%20Brec kenfeld%20Amirati.pdf>. 131 p.

BARAVELLI, J. E. **Subsídio e déficit habitacional no Programa MCMV**. Revista de Ciências HUMANAS, Florianópolis, v.49, n.1, p.199-215, jan-jun2015. DOI: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revistacfh/article/view/2178-4582.2015v49n1p199>.

CARVALHO, C. O. de.; BRITO, F. L. **Mobilidade urbana: conflitos e contradições do direito à cidade**. Revista de Direito Econômico e Socioambiental, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 103-132, jan./jun. 2016. DOI: 10.7213/rev.dir.econ.socioambienta.07.002.AO06.

GOVBR. **Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas**. Governo Federal, 2021. DOI: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadeguacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas>. Acesso em: 7 de setembro de 2021.

IBGE. **Cidades e estados, Telêmaco Borba**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. DOI: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/telemaco-borba.html>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Ed.Centauro, 2008. 143 p.

LIMA, M. A.; LAY, M. C. D. **A configuração de conjuntos habitacionais e seus efeitos na interação social**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. p 16. DOI: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/83664>.

LIPPI, L. O. **CIDADE: história e desafios**. Rio de Janeiro: Ed.Fundação Getulio Vargas, 2002. 295 p.

LIS, L. **Déficit habitacional do Brasil cresceu e chegou a 5,876 milhões de moradias em 2019 diz estudo**. G1, 2021. DOI: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/03/04/deficit-habitacional-do-brasil-cresceu-e-chegou-a-5876-milhoes-de-moradias-em-2019-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

MELCHIORS, L. C.; ALMEIDA, M. S. **Entre o sonho e a realidade: a habitação social no Brasil de uma perspectiva histórica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p 59. DOI: <https://doi.org/10.14409/ar.v0i7.4938>.

MELCHIORS, L. C. **Como anda a habitação social no Brasil? Reflexões sobre a trajetória das políticas habitacionais da década de 1960 à atualidade**. Goiânia, v.2, n.2, p.199-218, jul./dez 2016. DOI: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/5274>.

MELLO, C. M. C. de.; BEZERRA, M. do C. de L. **Relação entre Política urbana e habitacional: instrumentos urbanísticos em apoio ao provimento da habitação social sustentável**. Rev. C&Trópico, v. 44, n. 1, p. 60-82, 2020. DOI: [https://doi.org/10.33148/cetropicov44n1\(2020\)art4](https://doi.org/10.33148/cetropicov44n1(2020)art4).

MOREIRA, V. L. B.; PINA, S. M. G. **Mais do Mesmo? A Trajetória da Habitação Social No Brasil**. UNICAMP, Congresso PLURIS2012 (Reabilitar o Urbano). p 9. DOI: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10578/9295>.

MOTA, P. M. S. da. **Gestão de habitação social – Proposta de um manual de serviço das zonas comuns**. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto,2010. p 141.

PARDUE, D.; OLIVEIRA, L. A. **Direito à cidade: problema teórico e necessidade empírica**. PLURAL, Revista do Programa de pós-graduação em sociologia da USP, São Paulo, v.25.2, 2018, p. 1-19.

PMTB. **Histórico de Telêmaco Borba**. Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba, 2017. Disponível em: <http://www.telemacoborba.pr.gov.br/a-cidade/historico.html>. Acesso em: 13 de agosto de 2021.

PMTB. **Recenseamento geral**. Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba, 1966. Disponível em: Museu Histórico Desembargador Edmundo Mercer Junior – Tibagi PR.

ROLNIK, R. **O que é a cidade**. São Paulo: Brasiliense, 1995. (Coleção Primeiros Passos; 203), 12 p.

TELHADO DE AÇO DE UM GALPÃO

Resumo: Este documento apresenta o modelo de formatação a ser utilizado no EPIC 2022: Ciências, Política e Saúde. O resumo é elemento obrigatório constituído de uma sequência de frases objetivas e não uma enumeração de tópicos. Deve ser escrito no mesmo idioma do trabalho, não ultrapassar 250 palavras e sintetizar o tema em questão, os objetivos do estudo, a metodologia utilizada e as considerações finais a que se chegou. Deve-se evitar frases longas e não se recorre a citações ou uso de qualquer tipo de ilustração (gráfico, tabela, fórmulas). Esse resumo deve ficar na primeira página em Fonte Times New Roman 10, espaçamento simples (1,0), justificado e sem recuo na primeira linha. Para as palavras-chave recomendamos um parágrafo único com 3 (três) a 5 (cinco) palavras separadas por ponto-e-vírgula, com a primeira letra de cada palavra em maiúsculo e finalizadas por ponto, conforme exemplo abaixo.

Palavras-chave: Galpão; Estrutura; Aço.

Abstract: This document presents the formatting model to be used in EPIC 2022: Science, Policy and Health. The abstract is a mandatory element consisting of a sequence of objective sentences and not an enumeration of topics. It must be written in English, don't exceed 250 words and summarize the topic in question, the study's objectives, methodology and the final considerations. Long sentences should be avoided and quotations or illustrations of any kind (graph, table, formulas) should not be used. This abstract must be on the first page in Times New Roman 10 font, single spacing (1.0), justified and without indentation on the first line. For keywords, we recommend a single paragraph with 3 (three) to 5 (five) words separated by semicolons, with the first letter of each word in capital letters and ending with a period, as shown in the example below.

Keywords: Scientific Article; Methodology; Standards.

1. INTRODUÇÃO

A origem do nome telhado origina-se do emprego de telhas e é comumente associado à cobertura de um edifício. No entanto, o telhado é só uma classe de cobertura, a qual é identificada por apresentar um ou mais planos inclinados em relação à linha horizontal, estes planos recebem o nome de água. Segundo o item 11.6.1 da NBR 8800 (2008, p. 100) a inclinação tem que ser de 5% para evitar o acúmulo de fluido. Sua cobertura é apoiada nas terças e vigas (FICHT, 2015).

No Brasil, o aço é um dos materiais mais utilizados na construção civil, este material apresenta muitos benefícios. Possui elevada resistência, elevada ductilidade, alto grau de confiança, canteiro de obras menor e mais organizado, apresenta grande facilidade de reforço e ampliação e rapidez de execução (RIBEIRO, 2021).

A maior parte das construções em aço são de estruturas horizontais, com um único pavimento. Os galpões compõem grande parte dessa parcela, com soluções mais versáteis e econômicas que proporcionam grandes vãos livres, com alto grau de responsabilidade, no qual requer atenção especial e sendo indispensável de ser realizado por profissional capacitado (RIBEIRO, 2021).

Os componentes de uma treliça são: telha, apoio da terça, corrente, mão francesa, arco, tirante, contravento horizontal, contravento vertical, pilar, bloco e estaca.

Para este trabalho iremos projetar um telhado de um galpão de 20m x 16m com treliças de 2m de vão. O objetivo é compilar os conhecimentos de estrutura, calculando todos os esforços que irão atuar sobre o galpão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 FLAMBAGEM

2.1.1 Flambagem por flexão

Também chamada de Flambagem Euler em homenagem ao matemático que formulou pela primeira vez o problema, é considerada uma instabilidade elástica, a flambagem acontece quando há uma flexão transversal devido a compressão, dessa forma pode perder a estabilidade sem atingir a tensão de escoamento (MANCINI, 1996).

2.1.2 Carga Crítica de Euler

A carga crítica de Euler, também conhecida como carga crítica de flambagem, é definida como a carga a partir da qual a barra está sofrendo compressão e se mantém em posição indiferente.

Para sua determinação, a carga crítica (P_{cr}) produz um colapso na barra com a carga aplicada (P) e o deslocamento na horizontal (δ), através (H) e após seretira (H) (PINHEIRO, 2005).

2.1.3 Flambagem Local

Flambagem local é a flambagem que ocorre nas placas componentes de um perfil comprimido, esse tipo de flambagem apresenta deslocamento lateral em forma de ondulações.

2.2 DIMENSIONAMENTO PEÇAS COMPRIMIDAS

A flambagem causada pela carga crítica, está diretamente ligada às dimensões da seção da barra, o tipo de vinculação e do seu comprimento livre. As vinculações mais robustas ou com comprimento menores, aplicam o aumento do valor da carga crítica (DIAS, 2015).

2.3 DIMENSIONAMENTO PEÇAS TRACIONADAS

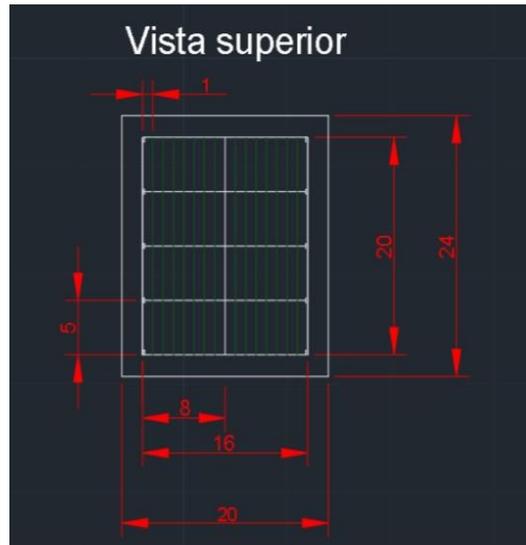
Peças tracionadas são aquelas que estão sujeitas a dois tipos de tração, axial ou tração simples. Tirantes, Contraventos de torres, Barras de treliças tracionadas são exemplos comuns dessas peças.

As peças tracionadas recebem uma distribuição de tensões na seção, nos estados limites últimos e esforços normais resistentes. A resistência à tração é determinada pela ruptura da seção com furos e o escoamento generalizado da seção (SARDÁ, 2022).

3 RESULTADOS

3.1 PLANTA BAIXA

Foi montada uma visualização no software AutoCad de como seria nosso galpão.



Fonte: Os autores (2022).

3.2 CÁLCULOS

3.2.1 Área de influência nas terças e vigas

A espessura utilizada para cálculo será 0,43 mm, o peso considerado nos cálculos será 3,68 kg/m².

Área de influência terça;

$$A = B * L$$

$$A = 2 * 20$$

$$A = 40\text{m}^2$$

- Carga nas terças;

$$\text{telha} = 3,55 \text{ kg/ m}^2 = 0,035 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga} = (0,035 * 40) / 20$$

$$\text{Carga} = 0,071 \text{ kN/m}$$

Cada terça está suportando uma carga de 0,068 kN/m.

- Carga nas Vigas;

A área de influência das vigas é metade da área de influência das terças, desse modo recebe apenas metade da carga das telhas.

$$\text{Carga} = (0,035 * 20) / 20$$

$$\text{Carga} = 0,035 \text{ kN/m}$$

3.2.2 Ação do vento

Para a realização dos cálculos de ação do vento é necessário conhecer as velocidades do vento na região de estudo. A norma brasileira de regulamentação NBR 6123 estabelece critérios para o dimensionamento de estruturas considerando a variável do vento.

- Velocidade básica do Vento;

Fonte: ABNT, NBR 6123.

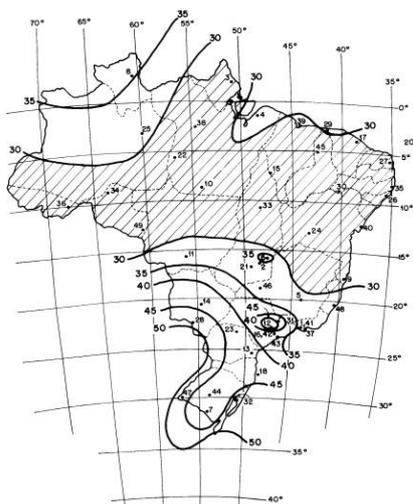


Figura 9 - Isopleias da velocidade básica.

Seguindo a informação das isopleias da NBR 6123, consideramos que a velocidade básica do vento na área de estudo (Paraná) é de 45 m/s.

$V_0 = 45 \text{ m/s}$

- Fator topográfico;

O fator topográfico S1 leva em consideração as variações do relevo do terreno. Vamos considerar terreno plano ou fracamente acidentado.

$S_1 = 1,0$

- Categoria;

As categorias segundo a ABNT, são cinco. Quanto menor a categoria maior a ação do vento. Para nossa estrutura, consideramos categoria IV;

Fonte: ABNT, NBR 6123.

Categoria IV: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. Exemplos:

- zonas de parques e bosques com muitas árvores;
- cidades pequenas e seus arredores;
- subúrbios densamente construídos de grandes cidades;
- áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas.

Figura 10 - Categoria IV da ABNT, NBR 6123.

- Classe da edificação;

Fonte: ABNT, NBR 6123.

Classe A: Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 m.

Figura 11 - Classe A da ABNT, NBR 6123.

A classe da edificação considera as dimensões máximas da mesma, consideramos classe A, pois sua dimensão máxima é de 20 m.

- Parâmetros meteorológicos;

Fonte: ABNT, NBR 6123.

Tabela 1 - Parâmetros meteorológicos

Categoria	z_g (m)	Parâmetro	Classes		
			A	B	C
I	250	b	1,10	1,11	1,12
		p	0,06	0,065	0,07
II	300	b	1,00	1,00	1,00
		F_r	1,00	0,98	0,95
		p	0,085	0,09	0,10
III	350	b	0,94	0,94	0,93
		p	0,10	0,105	0,115
IV	420	b	0,86	0,85	0,84
		p	0,12	0,125	0,135
V	500	b	0,74	0,73	0,71
		p	0,15	0,16	0,175

Figura 12 - Parâmetros meteorológicos.

Cruzando as informações obtivemos os valores de b, p e F_r . O fator de rugosidade é o mesmo para cada classe, então manteve-se o mesmo para as cinco categorias.

$b=0,86$

$p=0,12$

$F_r=1,0$

- Fator S2;

Para calcular S2 utiliza-se das informações obtidas anteriormente, e substitui Z pela altura a qual se quer descobrir a ação do vento, para esse projeto iremos calcular a ação do vento em três pontos, 3m, 5m e 10m.

$$Z \leq 3m$$

S2=b*Fr(Z/10)^p		
	b	1
	Fr	1
	z	3
	p	0,085
S2	0,902725	

$$S2 (3m) = 0,90$$

$$Z = 5m$$

S2=b*Fr(Z/10)^p		
	b	1
	Fr	1
	z	5
	p	0,085
S2	0,942785	

$$S2 (5m) = 0,94$$

$$Z = 10m$$

S2=b*Fr(Z/10)^p	
b	1
Fr	1
z	10
p	0,085
S2	1

S2 (10m)= 1

- Fator estatístico S3;

O fator estatístico S3 é baseado em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação.

Fonte: SCHWARK (2016).

Tabela 3 - Valores mínimos do fator estatístico S₃

Grupo	Descrição	S ₃
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

Figura 13 - Fator estatístico S3.

Consideramos o projeto como galpão industrial, que se encaixa no grupo três como instalação industrial com baixo fator de ocupação, S3=0,95.

S3= 0,95

- Velocidade característica do Vento;

Para calcular a velocidade característica utilizamos a equação, substituindo S2 pelos três valores obtidos anteriormente.

$$V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$$

$$h \leq 3m \rightarrow V_k = 45 * 1 * 0,90 * 0,95$$

$$h \leq 3m \rightarrow V_k = 38,475 \text{ m/s}$$

$$h \leq 5m \rightarrow V_k = 45 * 1 * 0,94 * 0,95$$

$$h \leq 5m \rightarrow V_k = 40,185 \text{ m/s}$$

$$h \leq 10m \rightarrow V_k = 45 * 1 * 1 * 0,95$$

$$h \leq 10m \rightarrow V_k = 42,75 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica

$$q = 0,613 * V_k^2$$

$$h \leq 3m \rightarrow q = 0,613 * 38,475^2$$

$$h \leq 3m \rightarrow q = 0,91 \text{ kN/m}^2$$

$$h \leq 5m \rightarrow q = 0,613 * 40,185^2$$

$$h \leq 5m \rightarrow q = 0,99 \text{ kN/m}^2$$

$$h \leq 10m \rightarrow q = 0,613 * 42,75^2$$

$$h \leq 10m \rightarrow q = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

- Cálculo da Força de arrasto

$$EF = -1,0; EG = -0,8; GH = -0,4; FH = -0,6$$

para 90°:

$$F = -1,0 * 0,99 * 160 \text{ m}^2 = -158,4 \text{ kn}$$

$$F = -0,4 * 0,99 * 160 \text{ m}^2 = -63,36 \text{ kn}$$

para 0°:

$$F = -0,8 * 0,99 * 160 \text{ m}^2 = -126,72 \text{ kn}$$

$$F = -0,6 * 0,99 * 160 \text{ m}^2 = -95,04 \text{ kn}$$

Para o carregamento do vento, utilizamos o valor de -158,4 kn, que dividido pela nossa área de 160 m², chegamos ao valor de -0,99 que multiplicado pela área da nossa terça chegamos ao carregamento distribuído de -1.98 kn/m.

- Cálculo da força de dimensionamento

Peso próprio arbitrado: 0,3 kn/m

Coefficientes para as combinações segundo a NBR 8681 (tabela 1 e 4).

- peso próprio = 1,25
- peso estrutura metálica = 1,25
- vento = 1,4

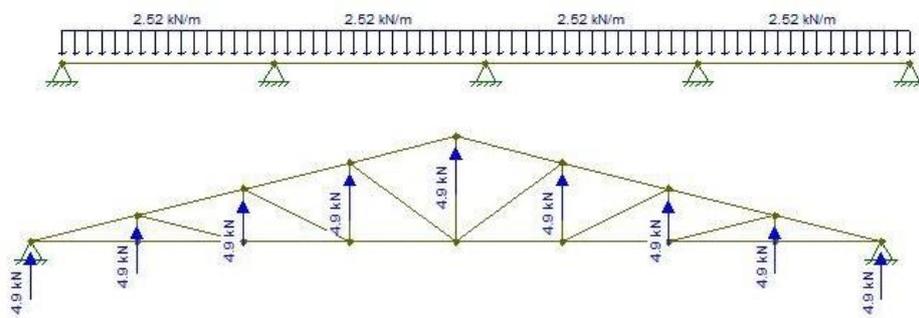
Combinações das cargas:

- peso próprio = $0,3 * 1,25 = 0,37$
- peso estrutura metálica = $0,071 * 1,25 = 0,08875$
- vento = $-1,98 * 1,25 = -2,772$

- valor final = $0,375 + 0,08875 - 2,772 = -2,30825$ kn/m
(sinal negativo indica que é uma força de sucção).

4 CARGAS DISTRIBUÍDAS

O software FTool foi utilizado para o cálculo e demonstração da carga nos nós.



Fonte: Os autores. (2022)

CONCLUSÃO

Cumprimos com os objetivos deste projeto, o galpão teve seu projeto arquitetônico desenhado em AutoCad com dimensões de 320m². Calculamos a ação do vento, o carregamento nas telhas da cobertura, o carregamento nas terças, calculamos viga trave e viga mestra e por fim o dimensionamento de contravento.

Concluimos que o projeto em questão, após os cálculos necessários, teoricamente a estrutura irá suportar as forças atuantes sobre ela.

REFERÊNCIAS

FICHT NETO, Herbert. Análise da ação do vento em um galpão metálico de telhado curvo. 2015.

FRUCHTENGARTEN, Julio ; SILVA, Valdir Pignatta. **ESTRUTURAS METÁLICAS** **E** **DE MA**

DEIRA.

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1646682/mod_resource/content/1/Dimensio_namento%20de%20Estruturas%20de%20Aço%20-%20Apostila%20do%20curso%20PEF2402.pdf.

MANCINI, Eddie. **FLAMBAGEM.** Repositório USP. Disponível em: http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/6256/Mancini_Flambagem.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 mar. 2022.

NBR 6118 Válida a partir de edição ABNT NBR **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento Design of concrete structures -Procedure.** 6118. Disponível em: https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf>.

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança. **Estruturas metálicas: cálculo, detalhes, exercícios e projetos.** Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0cPLDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=livro+sobre+estruturas+metálicas&ots=DrSYgLvU2G&sig=XpQPDAgFRnp95zLyXYJGdyBDHuw#v=onepage&q=livro+sobre+estruturas+metálicas&f=false>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

RIBEIRO, Alexandre Assis. ANALISE COMPARATIVA DO PESO TOTAL DA ESTRUTURA DE UM GALPÃO METALICO EM PORTICO DE PERFIL DOBRADO EEM PORTICO DE PERFIL LAMINADO DIMENSIONADOS NO CYPE3D®. 2021.

SARDÁ, Alexandre Augusto. **ESTRUTURAS METÁLICAS PEÇAS TRACIONADAS.**

2022. Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM370/EstruturasMet%20C3%A1licas_aula3.pdf>.

SCREMIN, JULIANO J. **Sistemas Estruturais I** -Aula 05a Flambagem Local em Peças de Aço Comprimidas). Disponível em:

http://www.jjscremin.com/aulas/SE1AULAS/SE1_B1-005Aa.pdf>.

Acesso em

:
2022.

3 maio

SOARES, Maria Da Conceição Barbosa Vieira. **Influência Das Tensões Residuais No Comportamento Em Fadiga E Fratura De Ligas Metálicas.** Disponível em:

<http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/10668/06122.pdf?sequence=1>

>

ESTUDO PARA IMPRESSÃO 3D EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

Rosilene do Amaral Bueno¹
Paloma Rodrigues de Andrade²
Kevin Maurício Menon Ribeiro³
Marcel Andrey de Goes⁴

Resumo: O concreto é um material utilizado em todo o mundo e atualmente o uso de mão-de-obra é bastante alta em várias etapas do processo de construção. As inovações atuais buscam a melhoria em vários aspectos na construção, a era tecnológica trazida pela impressão 3d em concreto para construção de estruturas demonstra vantajosa aplicabilidade no setor da construção civil. Diminuindo em até 60% os desperdícios com matéria-prima entre 50-80% dos custos com mão de obra além, do aumento em até 70% da produtividade. Portanto, demonstra algumas das possibilidades trazidas por esta tecnologia quando aplicada no setor de construção civil. Desse modo será desenvolvido um estudo de como formular traços adequados de concreto para esta aplicação.

Palavras-chave: Concreto; Tecnologia; Impressões 3d.

Abstract: Concrete is a material used all over the world and currently the use of manpower is quite high in various stages of the construction process. The current innovations seek improvement in various aspects of construction, the technological era brought by 3d printing on concrete for the construction of structures shows advantageous applicability in the construction industry. Reducing raw material waste by up to 60%, labor costs by 50-80%, and productivity by up to 70%. Therefore, it demonstrates some of the possibilities brought by this technology when applied in the construction industry. Thus, a study will be developed on how to formulate adequate concrete mixes for this application.

Keywords: Concret; Technology; 3d impressions.

¹Rosilene do Amaral Bueno cursando Engenharia Civil, pela Unifateb, campus de Telêmaco Borba. rosilenedoamaral9@gmail.com.

²Paloma Rodrigues de Andrade, cursando Engenharia Civil, pela Unifateb, campus de Telêmaco Borba. randradepaloma@gmail.com

³Kevin Maurício Menon Ribeiro, professor do curso das Engenharias, pela Unifateb, campus de Telêmaco Borba. eng.kevin.mmr@gmail.com

⁴Marcel Andrey de Goes, professor do curso das Engenharias, pela Unifateb, campus de Telêmaco Borba. marcel.pg@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A técnica de impressão 3D com a extrusão de concreto mostra o avanço atual da tecnologia na construção. Além da pesquisa e desenvolvimento na fabricação aditiva de concreto que está se tornando uma tecnologia crescente, uma nova geração de concreto, como o concreto de forma deslizante e o concreto autoconsolidante semifluido. Comparado com o concreto comum, esse concreto apresenta benefícios que o diferencia do tradicional, com fluidez; estabilidade e menor pressão de cofragem. Dessa forma, possuindo melhores vantagens o faz substituir o concreto comum e sendo vantajoso para a área da construção ¹.

O uso da impressão 3d na construção civil é relativamente novo, o seu uso iniciou no ano 2000, e por este motivo muitas variáveis ainda não estão bem estabelecidas ou não são muito conhecidas. Isso abre portas para inserir modelos de utilidade, que podem ser patenteados, e métodos de avaliar os materiais ou mesmo o método de impressão (modo de deposição das camadas). Estas abordagens tem potencial em proporcionar à instituição retornos na prestação de serviço ou através da venda da ideia/modelo ².

Tratando-se de uma técnica em desenvolvimento, produzir um sistema que permita avaliar a massa fornecida por empresas do ramo ou mesmo desenvolver composições e validá-las do ponto de vista mecânico, pela sua aplicação na impressão 3D pode trazer uma boa visibilidade para a instituição no contexto de desenvolvimento desta tecnologia ³.

A aplicabilidade de inovação com a impressão em 3D na indústria da construção trará novos benefícios comparado ao processo atual, portanto o ritmo dos desenvolvimentos pressionam a indústria da construção a inovar e garantir que a produtividade da construção atenda aos novos objetivos, os custos estejam sob controle e toda essa nova formulação esteja de forma sustentável para o meio ambiente ¹.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, o modelo construtivo mais utilizado no nosso país é altamente não automatizado e dependente da participação humana em praticamente todos os seus estágios. Isso contribuiu para a redução da produtividade, aumento da quantidade de erros, aumento do

risco a vidas e aumento do custo relacionado a mão de obra. A impressão 3d, para a indústria da construção civil, é um dos processos mais atrativos pela possibilidade do seu uso na impressão de estruturas com otimização do processo, do ponto de vista de produtividade de aproveitamento de recursos; e também pela redução de riscos associados a lesões ocupacionais ^{4 5}.

O rápido progresso nos últimos anos dos métodos de impressão 3d proporcionam ao setor da engenharia civil uma promissora possibilidade ao associar o método de deposição em camadas de concreto com a ideia de construção de modelos habitacionais. Estudos anteriores já demonstraram que esta tecnologia é capaz de reduzir entre 30-60% dos desperdícios construção em matéria prima, 50-80% dos custos de mão de obra além de aumentar entre 50-70% a produtividade ^{4 5 6}.

Em 2016, o primeiro edifício impresso em 3D foi construído em Dubai e usado como prédio de escritórios (Figura 1). Este edifício foi concluído com uma única impressora 3D de 36,6×12,2×6,1 metros, contando com um operador e uma série de eletricitas, encanadores e arquitetos. Além disso, curvas complexas no interior e exterior foram trabalhadas como parte do design visual e uma forma de demonstrar as possibilidades da tecnologia 3D ⁶.

Figura 1 – O primeiro escritório construído com a tecnologia de impressão 3d.



Fonte: ⁵.

Na impressão 3d para construção civil, o concreto é como a “tinta” utilizada para impressão das estruturas pela múltipla deposição de camadas. Embora seja um material composto largamente utilizado a séculos na construção civil, sua aplicação na impressão 3d é relativamente recente e a sua trabalhabilidade é tratada como algo crítico para esta aplicação ¹³. Este fator está intimamente relacionado com a dosagem dos componentes do concreto bem como a escolha dos materiais a serem utilizados. Além disso, é necessário também que o concreto apresente ⁶.

- adesão e rigidez suficiente para sustentar as múltiplas camadas a serem depositadas para impressão da estrutura;
- curto tempo de pega;
- alta resistência mecânica inicial, o que pode ser proporcionado com o uso de agentes aceleradores;
- baixa porosidade.

Com o objetivo de reduzir o uso do aço nas estruturas da construção civil, alguns pesquisadores também têm avaliado o uso de diferentes fibras no concreto, para aumentar a sua resistência mecânica em flexão e tração. Hambach ¹⁴ avaliou diferentes fibras (incluindo fibras carbono, vidro e de basalto) em uma pasta cimentícia para impressão 3d. Neste estudo foi comprovado que a adição de 1% (v/v) de fibra de carbono pode aumentar em até 174,5% a resistência a flexão. Le. ³ investigou a dosagem da mistura de um concreto de impressão de alto desempenho e descobriu que quando o diâmetro do bocal do cabeçote é de 9 mm, uma combinação de 0,26 água-aglutinante, 3:2 areia-aglomerante, 1% de superplastificante e 0,5% de retardador pode otimizar as propriedades do concreto fresco. Essas proporções podem ser um direcionamento para estabelecer um possível traço para o concreto de impressão, porém, sabemos que os insumos utilizados são de outra região portanto, suas características físicas e químicas são completamente diferentes, o que também pode proporcionar relações diferentes ao usar insumos da nossa região ³.

Em relação aos agregados utilizados no concreto (areia e brita), é necessário um controle mais acentuado em relação a granulometria para evitar problemas na extrusão, principalmente relacionado ao formato e granulometria das britas. Lin ¹⁶ em seu estudo demonstrou que, sobre as mesmas condições de bombeamento, areia com diversas granulometrias, formatos de grão e módulos de finura não demonstram nenhum efeito significativo sobre a extrusão. Por outro lado, com o traço fixado, o aumento no módulo de finura proporciona um aumento na fluidez, propriedades mecânicas, no número de camadas impressas estáveis e diminui a viscosidade assim como a espessura de cada camada ¹⁶.

3. METODOLOGIA

O processo de impressão 3D baseado em extrusão é iniciado por bombear o material através do tubo para a impressão o material deve ser suficientemente fluido para ser bombeado através do tubo, mas deve ser rígido suficiente para manter a forma e sustentar seu peso, fazendo a preparação do concreto com a mistura para identificar as proporções ideais para impressão de concreto, uma boa trabalhabilidade, resistência ao cisalhamento além do estudo de resistências dos materiais que compõem o concreto ideal para extrusão, desse modo etapas deverão serem seguidas;

- Elaborar um traço de concreto adequado.
- Fazer levantamento sobre tipos de concretos utilizadas para impressão 3d na construção civil (composição/exigência de resistência mecânica);
- Estudar como desenvolver traços para concretos com aplicação em impressão 3d na construção civil;
- Desenvolver uma Parte II do projeto onde será feito o estudo de traço de concreto em sua aplicação no processo de impressão 3d.

Na composição do concreto para o processo de extrusão, encontra-se na literatura testes variados de medidas dos materiais, composições e variáveis dos comportamentos dos materiais da argamassa. O principal desafio para o traço é encontrar as quantidades certas de água e aditivos para obter os resultados desejados, além da pasta que deve ser suficientemente fluida para extrusão, mas suficientemente firme para a estabilidade mecânica da estrutura. Uma maneira de contornar esse paradoxo é usar o acúmulo estrutural do concreto para garantir fluidez suficiente durante a extrusão e estabilidade após o depósito. Conforme Perrot ¹³, utilizou em seu experimento pasta de cimento contendo cimento, caulim e carga de calcário. O teor de aglutinante seco, expresso em peso, foi de 50% de cimento, 25% de carga de calcário e 25% de caulim. A fase de mistura foi dividida em duas fases: 2 minutos a 140 rpm e 3 minutos a 280 rpm. As experiências são então realizadas numa massa firme para imitar o carregamento causado pela impressão de uma coluna de concreto. Desse modo, foi possível demonstrar que o componente estrutural é crucial na técnica de extrusão, a fim de conseguir um padrão de construção aceitável ¹³.

4. CONCLUSÃO

Tendo em vista o desenvolvimento de projetos atrelados ao uso da tecnologia em 3d na construção civil, há uma necessidade do estudo de técnicas da impressão do concreto para a sua utilização tornar-se um processo mais frequente e viável no meio construtivo. Sabendo das

suas vantagens para diminuição de mão-de-obra e maior produtividade nos processos da construção, conclui-se que a aplicação do projeto de estudo é de grande valia no meio construtivo.

REFERÊNCIAS

1. Zhang, Y., Zhang, Y., Guojian L., Yonggan , M., W, Bo. Pang. Fresh properties of a novel 3D printing concrete ink. Elsevier Ltd, (2018).
2. Sanjayan, J. G. , Nematollahi , B., Xia, M., Marchment, T. Effect of surface moisture on inter-layer strength of 3D printed concrete. Elsevier Ltd, (2018).
3. Le, T. T. *et al.* Mix design and fresh properties for high-performance printing concrete. *Mater. Struct. Constr.* 45, 1221–1232 (2012).
4. Shatornaya, A. M., Chislova, M. M., Drozdetskaya, M. A. & Ptuhina, I. S. Efficiency of 3D printers in Civil Engineering. 9, 22–30 (2017).
5. Jumambeckov K.U., S. R. A. TECHNOLOGY OF 3D PRINTING: DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN KAZAKHSTAN. *Eur. J. Nat. Hist.* 6, 46–48 (2014).
6. Zhang, J., Wang, J., Dong, S., Yu, X. & Han, B. A review of the current progress and application of 3D printed concrete. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* 125, 105533 (2019).
7. Releases, P. 3D Concrete Printing Market to Reach \$ 56.4 Million by 2021.
8. Web Urbanist: Architecture, Art, D. & B. E. World’s First 3D-Printed Office Building Unveiled in Dubai. (2016).
9. Gosselin, C. *et al.* Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete - a new processing route for architects and builders. *Mater. Des.* 100, 102–109 (2016).
10. Lao, W., Li, M., Wong, T. N., Tan, M. J. & Tjahjowidodo, T. Improving surface finish quality in extrusion-based 3D concrete printing using machine learning-based extrudate geometry control. *Virtual Phys. Prototyp.* 15, 178–193 (2020).
11. Siddika, A., Mamun, M. A. Al, Ferdous, W., Saha, A. K. & Alyousef, R. 3D-printed concrete: applications, performance, and challenges. *J. Sustain. Cem. Mater.* 9, 127–164 (2020).
12. Salet, T. A. M., Ahmed, Z. Y., Bos, F. P. & Laagland, H. L. M. Design of a 3D printed concrete bridge by testing*. *Virtual Phys. Prototyp.* 13, 222–236 (2018).
13. Perrot, A., Rangeard, D. & Pierre, A. *Structural built-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques.* *Mater. Struct. Constr.* 49, 1213–1220 (2015).
14. Hambach, M., Rutzen, M. & Volkmer, D. *Properties of 3D-Printed Fiber-Reinforced*

Portland Cement Paste. 3D Concrete Printing Technology (Elsevier Inc., 2019).
doi:10.1016/b978-0-12-815481-6.00005-1.

15. Zhang, J., Wang, J., Dong, S., Yu, X. & Han, B. *A review of the current progress and application of 3D printed concrete. Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* 125, 105533 (2019).
16. Lin, J. C., Wu, X., Yang, W., Zhao, R. X. & Qiao, L. G. *The influence of fine aggregates on the 3D printing performance. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 292, (2018).
17. Long, W. J.; Khayat, K. H.; Lemieux, G.; Hwang, S. D.; Han, N. X. Performance based specifications of workability characteristics of prestressed, precast selfconsolidating concrete - a North American prospective. *Materials*, 7, 2474e2489, 2014

MODELO EM ESCALA PARA IMPRESSÃO 3D NA ENGENHARIA CIVIL: ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EXTRUSORA PARA DEPOSIÇÃO DECAMADAS EM MASSA

Paloma Rodrigues de Andrade¹
Rosilene do Amaral Bueno²
Kevin Maurício Menon Ribeiro³
Marcel Andrey de Goes⁴

Resumo: Alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, a inovação tecnológica trazida pela impressão 3d em concreto para construção de estruturas no setor da construção civil apresenta grandes potencialidades. A possibilidade de reduzir até 60% os desperdícios com matéria prima, entre 50-80% dos custos com mão de obra além de aumentarem até 70% a produtividade são algumas das possibilidades trazidas por esta tecnologia ao ser aplicada no setor de construção civil. Nesse projeto propomos uma parte inicial de elaboração de projeto e levantamento de custo para uma extrusora a ser acoplada em sistema de deslocamento em 3 dimensões para possibilitar impressões 3d em concreto.

Palavras-chave: Extrusora; Impressão 3d; Concreto.

Abstract: In line with the sustainable development goals of the 2030 Agenda, the technological innovation brought about by 3d printing on concrete for the construction of structures in the civil construction sector has great potential. The possibility of reducing raw material waste by up to 60%, between 50-80% of labor costs in addition to increasing productivity by up to 70% are some of the possibilities brought by this technology when applied in the civil construction sector. In this project we propose an initial part of project elaboration and cost survey for an extruder to be coupled to a 3-dimensional displacement system to enable 3d impressions on concrete.

Keywords: Extruder; 3D Printing; Concrete.

¹Paloma Rodrigues de Andrade, cursando Engenharia Civil, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. randradepaloma@gmail.com

²Rosilene do Amaral Bueno, cursando Engenharia Civil, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. Rosilenedoamaral19@gmail.com

³Kevin Maurício Menon Ribeiro, professor do curso das Engenharias, pela UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. eng.kevin.mmr@gmail.com

⁴Marcel Andrey de Goes, professor do curso das Engenharias, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. marcel.pg@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o modelo construtivo mais utilizado no nosso país é altamente não automatizado e dependente da participação humana em praticamente todos os seus estágios. Isso contribuí para a redução da produtividade, aumento da quantidade de erros, aumento do risco a vidas e aumento do custo relacionado a mão de obra (SHATORNAYA, et al., 2017).

A impressão 3d, para a indústria da construção civil, é um dos processos mais atrativos pela possibilidade do seu uso na impressão de estruturas com otimização do processo, do ponto de vista de produtividade de aproveitamento de recursos; e também pela redução de riscos associados a lesões ocupacionais (JUMAMBECKOV, 2014).

O desenvolvimento dessa técnica, ainda, está alinhado com o objetivo 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) da “Agenda 2030” de objetivos de desenvolvimento sustentável, visto a inovação proporcionada por essa técnica na industria da construção civil.

O rápido progresso nos últimos anos, dos métodos de impressão 3d proporcionam ao setor da engenharia civil uma promissora possibilidade ao associar o método de deposição em camadas de concreto com a ideia de construção de modelos habitacionais. A tecnologia de impressão 3D baseada em extrusão é uma técnica de fabricação na qual o material é depositado através de um bico ao longo de um caminho calculado, formando assim um objeto em camadas (ZHANG, et al., 2019).

No entanto, o uso dessa tecnologia é relativamente novo, e por este motivo algumas variáveis ainda não estão bem estabelecidas ou não são muito conhecidas. Como exemplo pode-se citar a forma geométrica do extrudado, que quando não é bem controlada pode gerar uma superfície irregular (LAO, et al., 2020). Isso abre portas para inserir modelos de utilidade, que podem ser patenteados, e métodos de avaliar os materiais ou mesmo o método de impressão.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo projetar uma extrusora de impressão 3D em concreto, seguindo as etapas de levantamento de possíveis normas para uso de impressão 3D na construção civil; elaboração do desenho técnico da extrusora para impressão e desenho técnico da extrusora auxiliar para deposição de arame de reforço nas camadas de concreto; levantamento das peças a serem utilizadas na construção da extrusora; e numa segunda etapa do projeto, a construção da extrusora.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. CONTEXTO HISTÓRICO

A automação dos processos operacionais da indústria é um conceito que existe há algum tempo. A indústria automotiva foi umas das pioneiras ao introduzir a linha de montagem desenvolvida por Ford. O foco da automação dos processos é aumentar o lucro e reduzir recursos de tempo, mão-de-obra e matéria-prima (MARTINELLI, 2020).

Em 1950 esse conceito chegou à indústria da construção, com robôs japoneses usados para depositar blocos e tijolos. Depois vieram as bombas de concreto, as espumas de isocianato, e as construções pré-fabricadas, entre 1980 e 1990 (MARTINELLI, 2020).

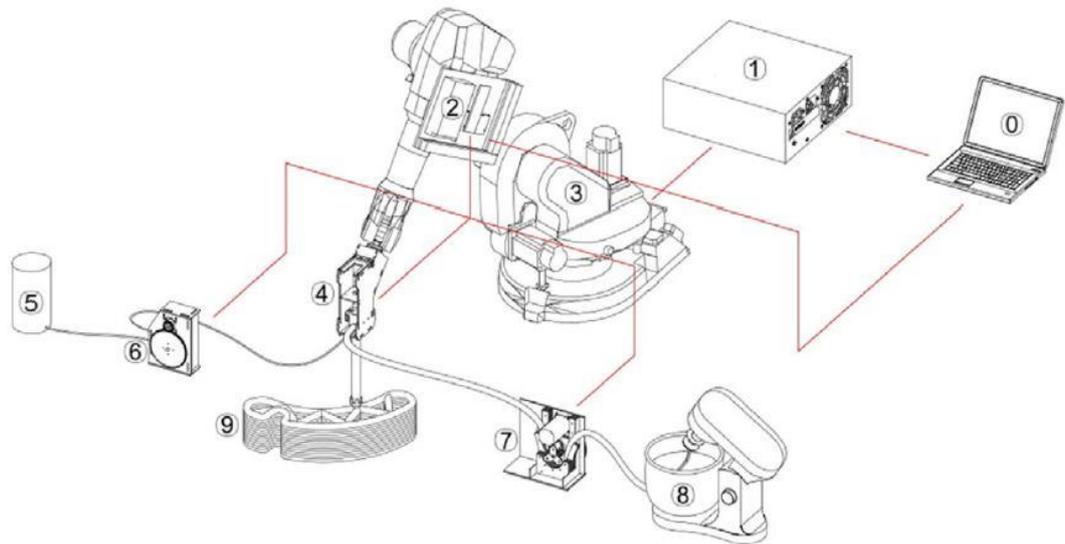
Seguindo esse caminho de evolução de técnicas, a tecnologia de impressão 3D foi introduzida na indústria da construção por Khoshnevis e Dutton em 1998. Ao desenvolverem o primeiro processo de impressão em concreto 3D (3DCP) mostraram que essa tecnologia poderia reduzir o tempo e o custo de mão de obra de uma construção (LAO, et al., 2020).

A partir desse ponto, foi observado um crescimento de estudos sobre a automação dos processos de edificações por meio da impressão em escala real. Esses já demonstraram que esta tecnologia é capaz de reduzir entre 30-60% dos desperdícios construção em matéria prima, 50-80% dos custos de mão de obra além de aumentar entre 50-70% a produtividade (ZHANG, et al., 2019).

2.2. EXTRUSORA PARA IMPRESSÃO 3D

O sistema de deposição de massa para impressora 3d, chamado de extrusora, é ilustrado esquematicamente na Figura 1, sendo composto por: (4) cabeçote de impressão; (5 e 6) sistema para bombeamento do agente acelerador de cura; (7 e 8) sistemas de mistura e bombeamento de massa. Os demais componentes (0-3) são destinados a movimentação nos eixos x, y e z para impressão e podem ser configurados como na Figura 1, através de um braço robótico ou por meio de sistemas mais tradicionais contando com motores de passo, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 1 Representação esquemática da configuração de um setup de impressão 3d para impressão de estruturas



Fonte: Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete - a new processing route for architects and builders, 2016.

Figura 2 Modelo de sistema de movimentação de eixos com motores de passo

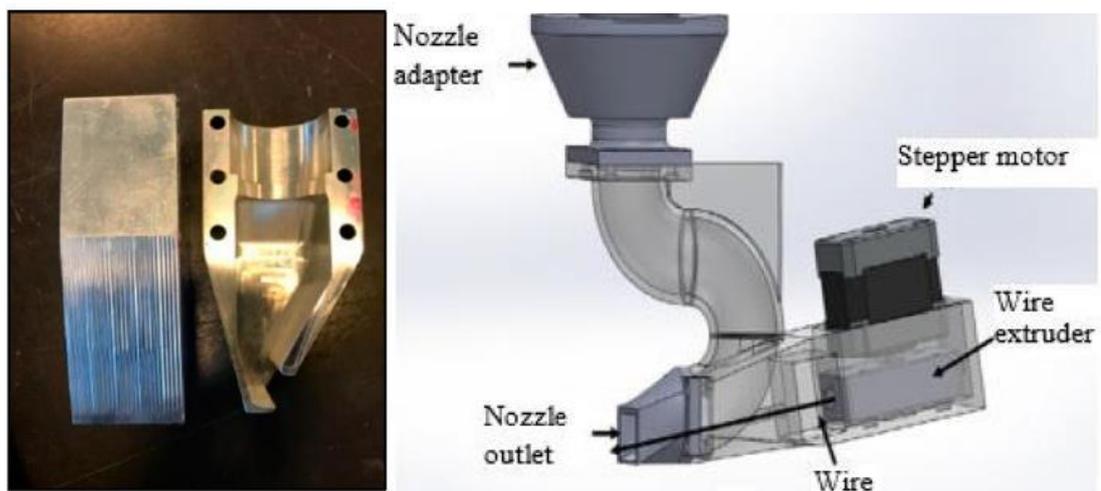


Fonte: A review of the current progress and application of 3D printed concrete, 2019.

O sistema de extrusão para impressoras 3d de concreto, baseadas no modelo de deposição em camadas, é responsável pelo transporte do concreto desde o recipiente de armazenamento/preparo até o cabeçote de impressão. O concreto é preparado em bateladas em sistema a parte, seguindo o traço desejado e então deve ser mantido em um recipiente que permita homogeneização para evitar segregação de seus componentes, é comum também o uso de aditivos retardantes e plastificantes. Este concreto é então bombeado por um sistema de

mangueiras, as quais podem ser pressurizadas por uma bomba ou transportadas por um sistema de rosca sem fim. Ao final da linha, a mangueira de transporte se conecta ao cabeçote onde são realizados ajustes associados a espessura da camada que será depositada, largura e formato de seção transversal desta camada. (LAO, et al., 2020). Um exemplo de corte de um cabeçote de extrusão é mostrado na Figura 2.a e na Figura 2.b é ilustrada uma extrusora que conta com um sistema para deposição de reforço de arame, utilizando uma extrusora auxiliar montada com motor de passo (Stepper motor). Esta é uma abordagem promissora por proporcionar um aumento significativo na resistência mecânica das camadas com reforço. (SIDDIKA, et al., 2020). O cabeçote é fixado ao sistema de deslocamento para a deposição das camadas e impressão da estrutura.

Figura 1 (a) Vista de um corte lateral de um cabeçote de extrusão para concreto; (b) Esquema representativo de extrusora auxiliar para reforço com arame de aço.



Fonte: Adaptada de Design of a 3D printed concrete bridge by testing, 2018.

Como demonstrado na Figura 2, é possível e relativamente comum o uso de um sistema auxiliar de bombeamento de agente acelerador, o qual é responsável por aumentar a velocidade de ganho de resistência mecânica das camadas depositadas para minimizar distorções da mesma, maximizar a integridade da estrutura impressa e a precisão dimensional.

2.3. METODOLOGIA

Será realizado o levantamento de dados na literatura a respeito de como desenvolver uma “Extrusora” para impressão 3d em concreto. A partir desse será feito um modelo utilizando o Software AutoCad da Extrusora conciliando com o suporte que será desenvolvido no projeto enviado pelo professor Kevin, de desenvolvimento do sistema de deslocamento de eixos para manufatura aditiva. Pretende-se desenvolver o modelo de forma que a maior parte das peças possa ser produzida pela impressora 3d da instituição, bem como por torneamento ou fresamento. Após o modelamento no software, os componentes eletrônicos necessários para construção da Extrusora serão listados e cotados para levantamento da estimativa de custo do modelo. Caso aprovado o investimento, será escrita uma Parte II do projeto atual, com o objetivo de construir e testar o modelo de Extrusora proposto assim como o traço de concreto para impressão 3d.

CONCLUSÃO

A impressão 3D baseada no sistema de extrusão é uma técnica que permite a fabricação de elementos, como concreto, por meio do modelo de deposição de camadas. Essa tecnologia é um atrativo para indústria da construção, uma vez que seu uso pode reduzir o tempo de execução de um projeto, a mão-de-obra necessária, e custos da edificação. Além de estar alinhada aos objetivos de desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, pretende-se desenvolver um sistema de extrusão para deposição de camadas de concreto para impressão de modelo de casa popular. Partindo do levantamento de dados sobre a impressão 3D, feito por meio de consultas a estudos/artigos; seguindo com os desenhos técnicos da extrusora, que serão executado no software AutoCAD; e finalizando, a primeira etapa, com a estimativa de custo do modelo, que será feita a partir da listagem e cotação dos componentes a serem utilizados na construção da extrusora.

O desenvolvimento desse projeto de impressão por deposição das camadas é uma abordagem que tem potencial em proporcionar à instituição retornos na prestação de serviço ou através da venda da ideia/modelo. Além de que a técnica em impressão 3D pode trazer uma boa visibilidade para a instituição no contexto de desenvolvimento desta tecnologia, e consequentemente, parcerias com empresas do ramo.

REFERÊNCIAS

- Gosselin, C. et al. Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete - a new processing route for architects and builders. *Mater. Des.* 100, 102–109 (2016).
- Hambach, M., Rutzen, M. & Volkmer, D. Properties of 3D-Printed FiberReinforced Portland Cement Paste. *3D Concrete Printing Technology* (Elsevier Inc., 2019). doi:10.1016/b978-0-12-815481-6.00005-1.
- Jumambeckov K.U., S. R. A. TECHNOLOGY OF 3D PRINTING: DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN KAZAKHSTAN. *Eur. J. Nat. Hist.* 6, 46–48 (2014).
- Lao, W., Li, M., Wong, T. N., Tan, M. J. & Tjahjowidodo, T. Improving surface finish quality in extrusion-based 3D concrete printing using machine learning-based extrudate geometry control. *Virtual Phys. Prototyp.* 15, 178–193 (2020).
- Le, T. T. et al. Mix design and fresh properties for high-performance printing concrete. *Mater. Struct. Constr.* 45, 1221–1232 (2012).
- Lin, J. C., Wu, X., Yang, W., Zhao, R. X. & Qiao, L. G. The influence of fine aggregates on the 3D printing performance. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 292, (2018).
- Martinelli, J. Um pouco de História. Inova House 3D. 21 de jan. de 2020. Disponível em: <<https://www.inovahouse3d.com.br/post/um-pouco-de-hist%C3%B3ria/>> Acesso em: 14 de ago. De 2022.
- Perrot, A., Rangeard, D. & Pierre, A. Structural built-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques. *Mater. Struct. Constr.* 49, 1213–1220 (2015).
- Releases, P. 3D Concrete Printing Market to Reach \$ 56.4 Million by 2021.
- Salet, T. A. M., Ahmed, Z. Y., Bos, F. P. & Laagland, H. L. M. Design of a 3D printed concrete bridge by testing*. *Virtual Phys. Prototyp.* 13, 222–236 (2018).
- Shatornaya, A. M., Chislova, M. M., Drozdetskaya, M. A. & Ptuhina, I. S. Efficiency of 3D printers in Civil Engineering. 9, 22–30 (2017).
- Siddika, A., Mamun, M. A. Al, Ferdous, W., Saha, A. K. & Alyousef, R. 3Dprinted concrete: applications, performance, and challenges. *J. Sustain. Cem. Mater.* 9, 127–164 (2020).
- Web Urbanist: Architecture, Art, D. & B. E. World's First 3D-Printed Office Building Unveiled in Dubai. (2016).
- Zhang, J., Wang, J., Dong, S., Yu, X. & Han, B. A review of the current progress and application of 3D printed concrete. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* 125, 105533 (2019).

Engenharia de Produção

ANÁLISE DO MACROPROCESSO: IMPACTOS COGNITIVOS EM DOCENTES DURANTE O REGIME DE *HOME OFFICE*

Maria Elisa Ximarelli Fuglini¹
Crisley dos Santos Timóteo²
Kaline Araujo de Oliveira³

Resumo: O trabalho remoto torna-se destaque durante a pandemia da COVID-19, onde a única alternativa para que as organizações se mantivessem abertas, era adaptar as atividades de seus colaboradores de modo que trabalhassem em suas próprias casas. Com a mudança de rotina do trabalho da modalidade presencial ao *home office*, muitos não estavam preparados psicologicamente e fisicamente para adaptar sua vida pessoal com seu trabalho, onde não tiveram suporte da instituição para adaptar suas residências para desempenhar suas atividades. Com isso, os profissionais com maior impacto foram os docentes, passando a ter cargas de trabalho exaustivas, e procurando a busca pela inovação durante as aulas ministradas, para que pudessem conseguir com que os alunos captassem o conteúdo. Esta pesquisa tem por objetivo analisar a relação homem e trabalho a nível macroprocesso, em busca da verificação da qualidade de vida no trabalho quanto a ergonomia cognitiva. A metodologia utilizada foi de característica bibliográfica, utilizando periódicos para se tivesse o embasamento teórico dos temas relevantes para o trabalho, também foi elaborado um questionário onde foi enviado aos docentes de todas as regiões do Brasil. Com a análise dos dados evidenciou impactos cognitivos quanto a saudabilidade dos professores, podendo vir a originar doenças mais graves.

Palavras-chave: *Home Office*; Docentes; Qualidade de Vida.

Abstract: Remote work becomes prominent during the COVID-19 pandemic, where the only alternative for organizations to remain open was to adapt the activities of their employees so that they worked from their own homes. With the change of work routine from the face-to-face modality to the home office, many were not psychologically and physically prepared to adapt their personal life to their work, where they did not have support from the institution to adapt their homes to perform their activities. As a result, the professionals with the greatest impact were the professors, who began to have exhausting workloads, and sought to seek innovation during the classes taught, so that they could get students to capture the content. This research aims to analyze the man/work relationship at a macro-process level, to verify the quality of life at work in terms of cognitive ergonomics. The methodology used was bibliographic, using journals to have the theoretical basis of the relevant themes for the work, a questionnaire was also prepared which was sent to teachers from all regions of Brazil. With the analysis of the data, it evidenced cognitive impacts regarding the healthiness of the teachers, which could lead to more serious diseases.

Keywords: Home Office; Teachers; Quality of life.

¹Graduanda do curso de Engenharia de Produção pela UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.
mariaelisaximarelli@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia de Produção, pela UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.
crisley.dk@gmail.com

³Orientadora do PIC - Projeto de Iniciação Científica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.
karaujoliveira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O *home office* ganha destaque durante o período de pandemia da COVID-19, que atingiu o mundo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) denominou como pandemia a disseminação comunitária da COVID-19 em todos os continentes, em 11 de março de 2020, após a doença ser identificada em Wuhan na China em dezembro de 2019. (BRASIL, 2020). Como medidas preventivas foi determinado pelos governos o isolamento social, onde muitas organizações tiveram que adaptar suas atividades de maneira remoto, passando a aderir a modalidade de *home office* (ZANDAVALLI; SILVA, 2020).

A principal estratégia para diminuir o número de casos e mortes pela Covid-19 foi o fechamento total ou parcial de locais que reuniam muitas pessoas, tais como escolas, estabelecimentos comerciais considerados não essenciais, fronteiras e cancelamento de eventos públicos (ALMEIRA et al., 2020).

O trabalho do professor é uma profissão com muitos desafios e exigências, e com a mudança repentina de modalidade de trabalho, houve uma sobrecarga de atividades refletindo na saúde física, mental e no desempenho profissional dos professores. Com isso, surgindo doenças, comprometendo a qualidade de vida e bem-estar dos docentes (COSTA; CAMPOS, 2021).

Com a falta de interação social com as pessoas e o acúmulo de atividades gerada devido a mudança de rotina de trabalho, foi desencadeado altos níveis do estresse, podendo originar doenças mais graves, impactando negativamente na vida pessoal e profissional do indivíduo e tendo efeitos graves na sua saúde mental (SILVEIRA, 2021).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), condições de trabalho estressantes reduzem o bem-estar físico, psíquico e social das pessoas, afetando sua capacidade de pensar, se emocionar, interagir com os outros e aproveitar a vida, além de torná-las mais suscetíveis a doenças, como a Síndrome de *Burnout* (OMS, 2016).

Diante disso, uma das profissões que mais foi vulnerável ao estresse e a síndrome de *Burnout* são os docentes. O trabalho docente sofre pela precarização, com a extensa carga horária, alto número de turmas sob sua responsabilidade, pressão dentro do ambiente de trabalho, falta de reconhecimento e remuneração insuficiente devido a exposição dos professores aos agentes estressores no ambiente de trabalho (ANDRADE; CARDOSO, 2012; MASSA et al., 2016).

Com isso, o presente trabalho tem por objetivo a análise do macroprocesso do *home office* dos docentes, buscando a partir da coleta de dados, evidenciar os impactos psicológicos causados em profissionais da educação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ERGONOMIA

De acordo com Falzon (2015), a definição adotada pela *International Ergonomics Association* (IEA) em meados de 2000, destaca que a ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos, e os outros componentes de um determinado sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas, e o desempenho global dos sistemas.

O objetivo da ergonomia de acordo com a NR 17 divulgada na portaria MTP n.º 423 de outubro de 2021, pelo Ministério do Trabalho e Previdência (MTP), é o estabelecimento de parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente aos trabalhadores (BRASIL, 2021).

A ergonomia pode ser dividida em três áreas principais de especialização que representam competências em características humanas específicas, sendo a ergonomia física, ergonomia cognitiva e a ergonomia organizacional (MESQUITA; SOARES, 2020).

2.1.2 ERGONOMIA FÍSICA

A ergonomia física estuda as implicações fisiológicas, anatômicas e biomecânicas da pessoa no ambiente de trabalho investigando como as ações laborais interferem na musculatura, articulações, posturas e movimento. Assim, é dividida em dois grandes grupos, a análise do posto de trabalho, relativa ao local específico em que o profissional executa suas tarefas, e a análise do ambiente, que envolve as condições do entorno em que o trabalho está sendo desenvolvido (RIASCOS, 2022).

Segundo a IEA (2022), a ergonomia física se relaciona com a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, arranjo físico do posto de trabalho, segurança e saúde.

A ergonomia física visa um equilíbrio entre as exigências do trabalho aos limites e capacidades do homem, com o aumento nas exigências do mundo globalizado, as empresas buscam por uma produtividade cada vez maior, para que consigam atingir a demanda do mercado que está inserida, devido a isso em muitos casos, os trabalhadores realizam tarefas repetitivas, posturas desfavoráveis e força excessiva (COIMBRA et. al, 2015).

2.1.3 ERGONOMIA COGNITIVA

A ergonomia cognitiva trata dos processos mentais, como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, com relação às interações entre as pessoas e outros componentes de um sistema, onde os temas centrais compreendem a carga mental, os processos de decisão, o desempenho especializado, a interação entre homem e máquina, a confiabilidade humana, o estresse profissional e a formação, nas relações envolvendo seres humanos e sistemas (IEA, 2022).

Se preocupa com o esforço mental exigido para a execução de uma tarefa buscando minimizar as cargas psíquicas de trabalho, tornando o ambiente laboral mais agradável e menos ocioso, deste modo, a ergonomia se mostra importante na vida do trabalhador por lidar com os impactos mentais relacionados à percepção, cognição, recuperação de memória e armazenamento (QUARTO et al., 2019; SAMPAIO; BATISTA, 2021).

Nessa área da ergonomia, é abordado especificamente dos aspectos da psicologia cognitiva e psicossociais do trabalhador na execução da tarefa, com essas informações adquiridas é possível identificar fatores como monotonia de atividades, excesso de carga cognitiva sob o trabalhador, entre outros fatores que também colaboram para a existência do risco psicossocial (BARBOSA; BOLIS, 2020).

2.1.4 ERGONOMIA ORGANIZACIONAL

Para Lida e Guimarães (2016), a ergonomia organizacional analisa aspectos físicos relacionados a questões culturais e filosóficas de trabalho em uma organização, como a comunicação, projeto participativo, gestão da qualidade e programação de trabalho em grupo.

De acordo com Wolf et al. (2020), a ergonomia organizacional está relacionada ao aperfeiçoamento de sistemas e estruturas organizacionais com foco no ser humano, incluindo estudos de projeto do trabalho, trabalho em grupo, comunicação interna, política e a cultura organizacional da organização.

Assim essa área de estudo trata da otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, regras e processos, nesse contexto os temas mais relevantes compreendem a comunicação, a gestão dos coletivos, a concepção do trabalho, a concepção dos horários de trabalho, o trabalho em equipe, a concepção participativa, a ergonomia comunitária, o trabalho cooperativo, as novas formas de trabalho, a cultura organizacional, as organizações virtuais, o teletrabalho e a gestão pela qualidade (FALZON, 2015; IEA, 2022).

2.2 HOME OFFICE

O *home office* significa escritório em casa, sendo uma tendência mundial que a cada ano cresce mais e é a modalidade em que o trabalho é realizado no ambiente doméstico do colaborador, com o auxílio das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) (BITTAR, 2021).

Com a abertura do mercado de trabalho em países em desenvolvimento para empresas multinacionais, e a forma de trabalho em *home-office*, sendo possibilitada pela internacionalização e descentralização das empresas, caracterizam um cenário com diferentes formas de trabalhar, e se apresentam como uma nova realidade do fenômeno trabalho (RAFALSKI; ANDRADE, 2015; RODRIGUES; OLLAY; KANAZAWA, 2021).

O *home office* foi regularizado em 2017, com a Reforma Trabalhista que, anteriormente, era regulamentada pela Lei nº 12.551 de 2011, a partir disso, por meio da alteração do Artigo 6 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), igualou juridicamente o trabalho realizado à distância ao exercido presencialmente (BRASIL, 2017).

Logo, o *home office* é regulamentado por meio da Lei nº 13.467 de 2017, estabelecendo que deve ser compreendido como, a prestação de serviços preponderantemente fora das dependências do empregador, com a utilização de tecnologias digitais de informação e de comunicação que, por sua natureza, não se constituam como um trabalho externo (BRASIL, 2017).

2.3 DOENÇAS OCUPACIONAIS COGNITIVAS

O campo da Saúde Mental Relacionada ao Trabalho (SMRT) tem como um dos objetivos a proteção à saúde mental dos trabalhadores e a prevenção dos riscos psicossociais no trabalho, ressaltando o direito fundamental à saúde do trabalhador engloba seu aspecto mental, de reconhecida eficácia diagonal, quanto a relação trabalhador-empregador. É multidisciplinar, interessando gradualmente ao direito diante do crescimento de doenças e acidentes ocupacionais relacionados com o trabalho (SOARES, 2020).

Os impactos provocados pelo trabalho em relação à saúde mental podem decorrer de diversos fatores, como: exposição aguda ou permanente a agentes químicos e substâncias tóxicas, fatores agressores presentes na organização e no gerenciamento do processo produtivo (BRASIL, 2021).

Segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT, 2019) as doenças mentais associadas ao trabalho mais comuns são depressão, transtorno de pânico, ansiedade e síndrome de *burnout*.

2.3.1 Estresse Ocupacional e *Burnout*

O estresse é uma reação comum no cotidiano da sociedade, podendo ser caracterizado como uma reação de alarme, um estágio de resistência ou exaustão, sendo o desequilíbrio entre a capacidade de gerenciamento ou adaptação às demandas impostas pela organização (SILVA; SALLES, 2016)

Os fatores estressores resultam de uma reação específica de fatores de pressão inespecíficos, quanto positivos ou negativos, podem ser estresse, em que quando é positivo o sintoma é visto com entusiasmo e otimismo pela pessoa, já no sentido negativo há um cansaço, irritabilidade e maior disposição ao surgimento de doenças (ROCHA et al., 2016).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016), quando atingido a altos níveis de estresse, podem desencadear doenças mais graves, impactando negativamente no âmbito pessoal e profissional do indivíduo e tendo efeitos graves na sua saúde mental.

Condições de trabalho estressantes reduzem o bem-estar físico, psíquico e social das pessoas, afetando sua capacidade de pensar, se emocionar, interagir com os outros e aproveitar a vida, além de torná-las mais suscetíveis a doenças, como a Síndrome de *Burnout* (SB), também conhecida como a Síndrome do Esgotamento Profissional, é uma afetação causada em

consequência do estresse no ambiente corporativo, o principal fator etiológico é a excessiva carga de trabalho relacionada à pressão e às múltiplas responsabilidades rotineiras (SILVEIRA, et al., 2016).

Os profissionais com esta síndrome apresentam sinais e sintomas de cansaço em excesso e estresse prolongado, que são situações que trazem prejuízos para os aspectos da saúde física e mental do indivíduo (SILVEIRA, et al., 2016).

Segundo SOUZA et al. (2019) a síndrome de *Burnout*, segundo o modelo teórico de Maslach apresenta três dimensões, a exaustão emocional (sentimentos de esgotamento emocional no trabalho); a existência de despersonalização ou cinismo (relacionamento negativo com pessoas no trabalho); e a falta de realização no trabalho (sensação de ineficácia e frustração nas atividades do ambiente corporativo).

2.4 QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO

A Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) é um conjunto das ações de uma empresa que envolve a implantação de melhorias e inovações gerenciais, tecnológicas e estruturais no ambiente de trabalho, visando atender escolhas de bem-estar das pessoas que atuam em uma determinada empresa, unidade de negócio ou setor específico (DINIZ et al., 2010; LINS et al., 2021).

A concepção da QVT foi evoluindo, em buscando melhorias a partir de modelos que possam estar contribuindo para a maneira como é realizado a gestão da qualidade de vida do colaborador. No início, seu foco estava voltado exclusivamente na reação do indivíduo ao trabalho, então buscava-se maneiras de melhorar a QVT para o funcionário. A partir de 1972 ela começa a ser apresentada como um método que visa a melhoria do ambiente de trabalho, da produtividade e da satisfação. (ANDRADE, 2016).

A QVT está ligada diretamente a motivação do indivíduo em desempenhar suas atividades, com isso vem a importância de líderes capacitados, afim de demonstrar a importância dos colaboradores para a organização. O gestor tem o papel de identificar as *soft skills* e *hard skills* dos seus liderados, explorando ao máximo, podendo proporcionar oportunidades de demonstrar seu valor e contribuir mais para a empresa (SOUSA, 2018).

O ambiente de trabalho deve conter de todos os recursos necessários para a realização das atividades, de modo a aumentar a presença de bem-estar psicológico. Com a QVT inserida nas atividades das empresas, garante-se a ausência de sofrimento psicológico, no compromisso

com a organização, na responsabilidade com o trabalho, equilíbrio entre a vida profissional e vida pessoal (CHIAVENATO, 2014; ARAÚJO et al., 2019).

Segundo Leite et al. (2014), o comprometimento do colaborador dentro das organizações, estabelece uma conexão entre a produtividade e satisfação. Quando o indivíduo não está satisfeito com as condições em seu ambiente de trabalho, acaba reduzindo sua produtividade.

De acordo com Chiavenato (2014), os três modelos mais importantes de QVT, são: Nadler e Lawler, Hackman e o de Walton.

O modelo de Nadler e Lawler a qualidade está diretamente fundamentada em quatro aspectos: participação dos funcionários nas decisões dentro da empresa, reestruturação do trabalho por enriquecimento do trabalho em grupo. A Inovação do sistema de recompensas, para melhoria no clima organizacional, e melhoria no ambiente do trabalho, procurando condições físicas e psicológicas, e um horário flexível para todos os funcionários (CHIAVENATO, 2014).

Já o modelo de Hackman e Oldhan, as dimensões de QVT estão diretamente ligadas aos cargos, a variedade de habilidades, onde o cargo oferecido requer habilidades, experiências e competências. A identidade de tarefa como uma parte importante, onde o trabalhador sente a sua importância na sua tarefa que foi designado a executar. Também, o significado da tarefa, onde o trabalhador tem a ciência da importância, no processo de outras pessoas envolvidas, autonomia, *feedback* do próprio trabalho e a retroação extrínseca (CHIAVENATO, 2014).

De acordo com Vital, Paiva e Pereira (2020), as necessidades individuais de crescimento (desenvolvimento no trabalho, criatividade, novas aprendizagens, sentimento de auto realização), e também as satisfações específicas (possibilidade de crescimento, supervisão, segurança, remuneração e ambiente social) são favorecidas pela organização, e também influenciam na fundamentação da qualidade de vida no trabalho.

Para o modelo de Walton a qualidade de vida no trabalho é demonstrada a partir de oito modelos, como: compensação justa e adequada (salários, equidade interna e externa), também as condições de segurança e saúde no trabalho (jornada de trabalho), utilização e desenvolvimento de capacidade (autonomia, variedade de habilidades), oportunidade de crescimento contínuo e segurança, integração social na organização, constitucionalismo, trabalho e espaço total de vida e a relevância social da vida no trabalho (CHIAVENATO, 2014).

O modelo de QVT de Walton, abrange além dos aspectos ligados apenas à remuneração, legislação ou formas de enriquecimento de cargos, mas também as necessidades e aspirações

humanas, que podem variar tanto de cultura como estilo de vida de cada colaborador, deste modo, o modelo é voltado tanto à produtividade, quanto à satisfação e a motivação no trabalho (MACHADO, 2016).

3. METODOLOGIA

Na primeira etapa do trabalho, foi necessário o embasamento teórico sobre os assuntos analisados, sendo realizado uma pesquisa de característica bibliográfica. Foi obtido como base teórica, periódicos já publicados, contemplando desde materiais como: livros, teses, dissertações e anais de eventos científicos (GIL, 2017).

Já na segunda etapa, foi utilizado uma adaptação dos trabalhos de Barbosa (2021) e Callai (2021) para estruturação do questionário a ser enviado à amostra

A terceira etapa, foi realizado a construção do questionário no *Google Forms*, totalizando 40 perguntas que envolviam desde perguntas simples, como “Você se sentiu motivado para trabalhar?” e a perguntas mais específicas do ambiente do trabalho, dimensões da ergonomia cognitiva e análise da sua qualidade de vida profissional, como “Ocorreu o aumento do nível de estresse durante o período de trabalho, devido a problemas com infraestrutura? (falta de *internet*, falta de energia, falta de acessórios de informática)”

Durante a quarta etapa, foi enviado o questionário para o público-alvo, sendo os docentes que tiveram a mudança repentina do trabalho presencial a modalidade de *home office*. Os meios de comunicação utilizados para que se tivesse respostas ágeis e assertivas, foram a partir do *e-mail*, *WhatsApp* e *Messenger*.

Foi estipulado o período de abril a maio de 2022 para que o questionário ficasse disponível para recebimento de respostas.

Logo após o recebimento das respostas, as mesmas foram tabuladas e analisadas para que se pudesse verificar como estava os aspectos de Ergonomia Cognitiva dos docentes durante a pandemia, para que se pudesse propor melhorias para a nova realidade de lecionar aulas.

4. RESULTADOS

A partir das respostas da coleta de dados, 6 das 40 perguntas realizadas eram para identificação do perfil das amostras do estudo.

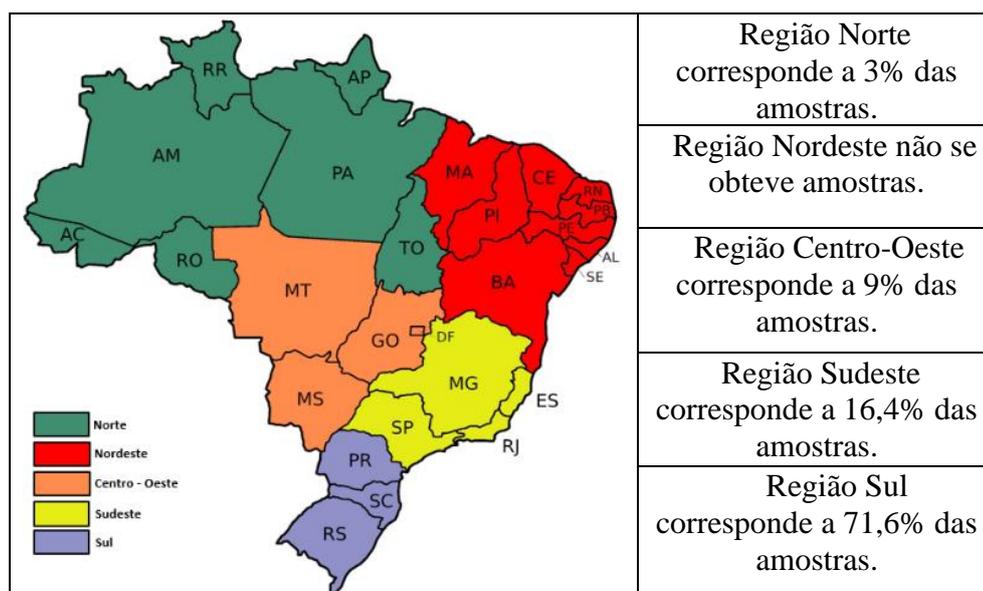
Em relação a identidade de gêneros, 56,7% correspondem ao público feminino e 43,3% masculino. Quanto a faixa de idade, 41,8% correspondem a idade de (31 a 40 anos), 26,9% (41 a 50 anos), 17,9% (21 a 30 anos), 11,9% (51 a 60 anos) e 1,5% (Acima de 60 anos).

Já ao tempo de atuação dos profissionais na área educacional, 29,9% atuam entre (5 a 10 anos), 23,9% (menos de 5 anos), 17,9% (11 a 16 anos), 10,4% (17 a 21 anos), 7,5 (22 a 26 anos), 6% (27 a 32 anos) e 4,5% (Acima de 33 anos).

Também verificou que 97% das amostras não eram portadora de alguma necessidade especial (PCD), apenas 3% possuem alguma necessidade especial.

Obteve-se resultados de amostras nas 4 regiões no Brasil, onde procurou identificar os impactos dos aspectos cognitivos do trabalho em *home office* em diferentes perspectivas de realidade, conforme o quadro 1.

Quadro 1: Percentual das amostras quanto a localização geográfica.

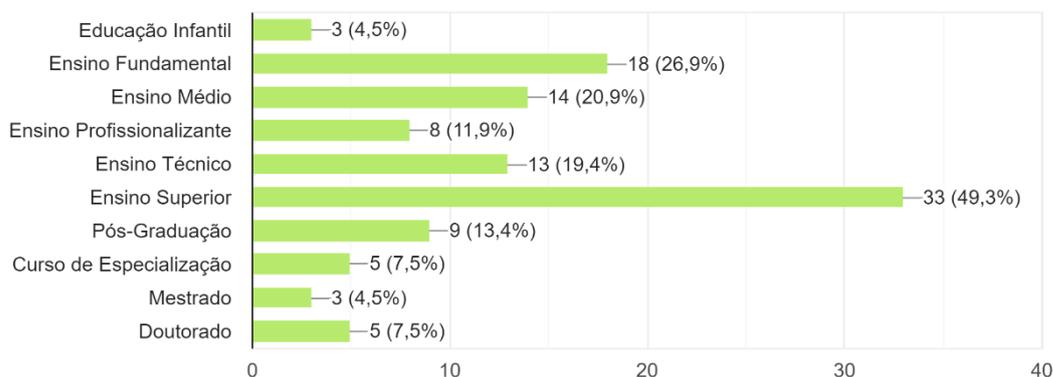


Fonte: Autores (2022).

Conforme o Quadro 1, a região em que se obteve o maior número de amostras, foi na região Sul com 71,6% e o menor número na região do Nordeste, com 0% de respostas.

Também foi realizado levantamento de dados, quanto ao nível de ensino em que as amostras lecionam, que pode ser ilustrado conforme a Figura 1.

Figura 1: Nível de ensino em que atua as amostras.



Fonte: Autores (2022).

Conforme a Figura 1, verifica-se que 49,3% das amostras ministram aula para Ensino Superior, 26,9% para Ensino Fundamental, 20,9% para Ensino Médio, 19,4% para Ensino Técnico, 13,4% para Pós-graduação, 11,9% para Ensino Profissionalizante, 7,5 para Curso de Especialização e Doutorado e 4,5% para Ensino Infantil e Mestrado.

4.1 Fatores Psicológicos

Foi realizada pergunta quanto o nível de concentração durante a jornada de trabalho em *home office*, onde 35,8% disseram ser (Boa), 31,3% (Média), 20,9% (Muito Boa), e 11,9% (Baixa).

Quanto ao nível de raciocínio ao esclarecer as dúvidas gerados por alunos, realizadas a partir das plataformas utilizadas por cada instituição de ensino, 50,7% responderam ser (Bom), 23,9% (Muito Bom), 20,9% (Médio), 3% (Baixo) e 1,5% (Muito Baixo).

Visto isso, foi questionado se houve sentimento de frustração durante a ministração das aulas por não conseguirem transmitir o devido conhecimento que os alunos deveriam ter, onde 74,6% responderam que (sim) e 25,4% responderam que (não).

Em relação ao aumento no nível de estresse durante o período de trabalho devido a problemas com a infraestrutura (falta de *internet*, energia, acessórios de informática), 71,6% disseram terem tido aumento no nível de estresse, e 28,4% não tiveram aumento em relação ao nível de estresse.

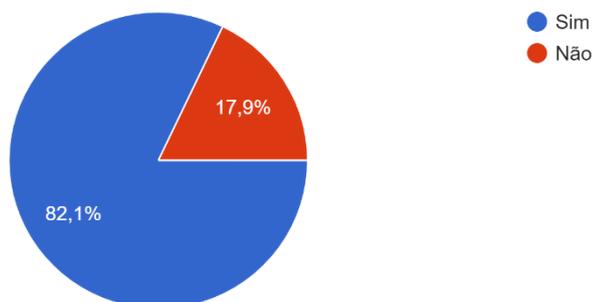
Também foi questionando se sentiram solitário durante o momento de ministrar as aulas, devido à falta das interações sociais presenciais, onde 73,1% responderam que se sentiram solitário e 26,9% responderam que não houve sentimento de solidão.

Com isso, foi constatado que houve aumento de 70,1% no nível de ansiedade das amostras, e 29,9% responderam não ter tido aumento, onde 56,7% das amostras não se sentiam motivados a trabalhar e 43,3% alegaram que se sentiam motivados.

Os resultados obtidos vem em conformidade com os estudos de Guedes (2021) a partir das respostas obtidas dos docentes, onde 60% alegaram aumento no nível de estresse durante o trabalho remoto. Em relação ao aumento em horas trabalhadas, houve 88% de sobrecarga de atividades.

Conforme ilustrado na Figura 2, percebe-se sobrecarga nas atividades durante a mudança para a modalidade do *Home Office*.

Figura 2: Sobrecarga de atividades.



Fonte: Autores (2022).

Verifica-se na Figura 2, que durante a mudança repentina para o trabalho em *home office*, onde até que houvesse a adaptação em como se organizar com a nova rotina, 82% das amostras responderam (sim) ao aumento de sobrecarga das atividades.

Com isso 46,3%, disseram ter uma duração de sono entre (4 a 6 horas), 40,3% (6 a 8 horas), 10,4% (8 horas ou mais) e 3% menos de 4 horas de sono.

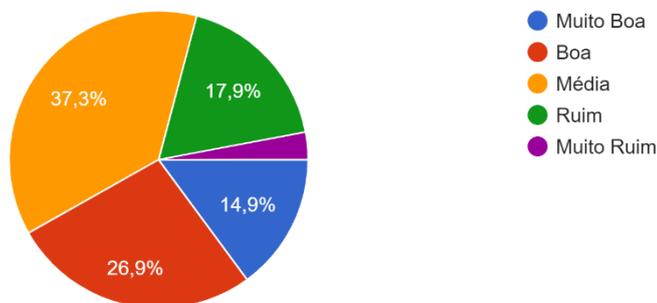
Onde 65,7% não se sentiram satisfeitos com o desempenho do trabalho realizado e 34,3% alegaram terem um bom desempenho.

Logo, verificou que 65,7% das amostras receberam apoio do seu superior/instituição para realização das atividades, e 34,3% não receberam apoio. Também, foi questionado se ocorreram problemas com fatores externos (filhos, animais, vizinhos, cônjuge) durante a jornada de trabalho, 67,2% responderam terem tido problemas e 32,8% alegaram não terem problemas.

Portanto, foi questionado se houve mistura de identidades entre o domicílio e local de trabalho, onde 76,1% disseram terem, e 23,9% alegaram que não houve mistura de identidades.

Conforme a Figura 3, levantou-se o questionamento, em como as amostras classificam sua experiência trabalhando na modalidade de *Home office*.

Figura 3: Classificação do Trabalho em *Home Office*.



Fonte: Autores (2022).

A classificação a partir da Figura 3, constata-se que 37,3% disseram que a experiência é (Média), 26,9% (Boa), 17,9% (Ruim), 14,9% (Muito Boa), e 3% (Muito Ruim).

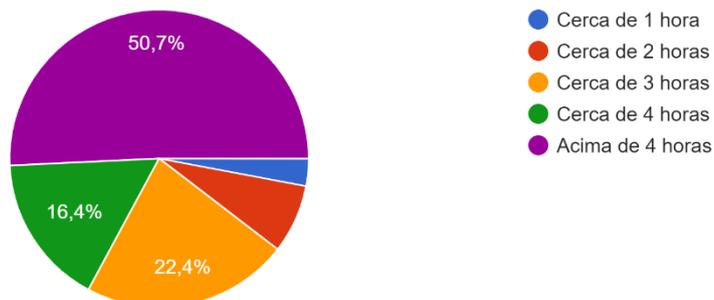
Também foi questionado, se pudessem escolher entre trabalhar em *home office* ou presencial, 59,7% escolheriam a modalidade (Presencial), 28,4% (Híbrido) e 11,9 (*Home Office*).

Durante o regime de *home office* 43,3% disseram dedicar (acima de 8 horas) efetivamente n trabalho, 29,9% (até 8 horas), 16,4% (até 6 horas), e 10,4% (até 4 horas).

Onde 59,7% dedicavam 3 a 5 dias no trabalho remoto, 35,8% acima de 5 dias e 4,5% de 1 a 3 dias.

Na Figura 4, verificou-se o tempo ininterrupto de uso do computador, *notebook*, *tablet* ou celular durante o trabalho (entre as pausas).

Figura 4: Tempo ininterrupto das Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs).



Fonte: Autores (2022).

Conforme a Figura 4, 50,7% das amostras não paravam suas atividades durante a jornada de trabalho, ficando um período sem pausas de (acima de 4 horas), 22,4% cerca de 3 horas, 16,4 cerca de 4 horas, 7,5% cerca de 2 horas e 3% cerca de 1 hora.

Onde 85,1% das amostras realizavam pausas durante o trabalho de *home office* e 14,9% não realizavam pausas durante o trabalho.

Por fim, afirmar-se que a partir a modalidade de *home office* durante o período de pandemia, obteve-se aumento nos aspectos psicológicos dos docentes, segundo os estudos de Praça (2020) 40% das amostras responderam ter aumento de estresse e ansiedade.

Com o aumento da síndrome de *Burnout* durante a pandemia devido a mudança repentina, preocupasse em estudos que venham a evidenciar os problemas ocorridos, afim de melhorias na qualidade de vida dos profissionais.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos podem-se afirmar a falta de experiência em trabalho remoto, impossibilitou os docentes a transmitirem o devido conhecimento aos alunos, alegando se sentirem frustrados.

Também foi evidenciado o aumento no nível de estresse com problemas de falta de infraestrutura, onde fatores como: falta de internet, acessórios de informática, veio a impossibilitar um bom desempenho durante a ministração das aulas.

Verificou-se, que os profissionais se sentiam solitários durante a aulas, devido à falta de interação sociais presenciais em que muitas das vezes nem as câmeras eram habilitadas pelos alunos.

A maioria das amostras alegaram sobrecargas de atividades, despertando sentimentos de ansiedade, pouco tempo de sono, e uma mistura de identidades em relação entre o domicílio e local de trabalhado.

De acordo com as respostas obtidas, os professores relatam não se sentiram satisfeitos com o desempenho do trabalhado realizado, onde a classificação do trabalho em *home office* ficou em intermediário entre uma escala de (muito ruim e muito boa).

Com isso, pode-se afirmar que mesmo com os benefícios que a modalidade em *home office* proporcionam, como: flexibilização no horários, maior proximidade da família, redução de custo de transporte, se pudessem escolher a modalidade para se trabalhar, apenas 11% escolheria a modalidade em *home office*.

Logo, verifica-se que a interação física com as pessoas é de extrema importância para a qualidade de vida no ambiente de trabalho, onde na modalidade presencial de trabalho te possibilita o fácil acesso aos colegas de trabalho quando se necessário a resolução de um problema.

Também proporciona a interação em momento como o Diálogo Diário de Segurança (DDS), ondem são tratados assuntos que podem vir a afetar a segurança do colaborador, podendo ser físico ou psicológico.

Portanto afirma-se, que as instituições de ensino em que as amostras ministravam aulas durante o período de pandemia, não estavam preparadas para a modalidade de *home office*, onde a tendência é que essa modalidade seja mais utilizada com o avanço da tecnologia no mercado.

Sugere-se para trabalhos futuros, meios alternativos para que se possam gerar momentos de maior interação dos docentes/ colegas e docentes/superiores. Momentos de ginásticas laborais antes do início das aulas juntamente com seus superiores.

Vindo a minimizar a geração de estresse e ansiedade, que possam a desencadear doenças mais graves com a Síndrome de *Burnout*.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. M. **Evidências de validade do inventário dos cinco grandes fatores de personalidade para o Brasil**. 2008. 169 f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: [Repositório Institucional da UnB: Evidências de validade do inventário dos cinco grandes fatores de personalidade para o Brasil](#). Acesso em: 24. Ago.2022.

ANDRADE, S.M. **Qualidade de vida no trabalho - Proposta de um Modelo Integrador do BPSO com Justiça Organizacional para o bem-estar de servidores públicos**. 2016. 177 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-02062016-111232/publico/CorrigidaSandraMara.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ALMEIDA, W.S.; SZWARCIVALDI, C.L.; MALTA, S.; BARROS, M.B.A.; SOUZA JÚNIOR, P.R.B.; AZEVEDO, L.O.; ROMERO, D.; LIMA, M.G.; DAMACENA, G.N.; MACHADO, Í.E.; GOMES, C.S.; PINA, M.F.; GRACIE, R.; WERNECK, A.O.; SILVA, D.R.P. Mudanças nas condições socioeconômicas e de saúde dos brasileiros durante a pandemia de COVID-19. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/w8HSZbzGgKCDFHmZ6w4gyQv/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ANAMT, Associação Nacional De Medicina Do Trabalho. **Transtornos mentais estão entre as maiores causas de afastamento do trabalho**. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/22/transtornos-mentais-estao-entre-as-maiores-causas-de-afastamento-do-trabalho/>. Acesso em: 23 ago 2022.

ARAÚJO, A. L.; FÉ, E. M.; ARAÚJO, D. A. M.; OLIVEIRA, E. S.; MOURA, I. H.; SILVA, A. R. V. Avaliação da Qualidade de Vida no Trabalho de docentes universitários. **Revista de Enfermagem do Centro Oeste Mineiro**. v.9, n.3195. p.1-8, 2019.

BARBOSA, I. P.; BOLIS, I. Levantamento dos Riscos Associados à Ergonomia Por Meio Da Voz Dos Trabalhadores. XL Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Foz do Iguaçu - PR, 2020. **Anais do XL ENEGEP 2020**. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_349_1794_40479.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.467**, de 13 de julho de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, 14 jul. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13467.htm. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Previdência, Norma Regulamentadora Nº 17 - Ergonomia**, Portaria MTP n.º 423, de 7 de outubro de 2021. Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>. Acesso em: 20 ago 2022.

BITTAR, F.P. **Os impactos do home office na qualidade de vida dos trabalhadores no contexto da pandemia de covid-19**. 2021. 79 p. Monografia (Bacharelado em Administração)

- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33324/1/ImpactosHomeOffice.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2022.

BARBOSA, M. N. B. **Ergonomia no Home Office: Análise das Condições de Trabalho de Professores da UFJF**. 2021. 64 p. TCC (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Juiz de Fora - MG, 2021. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/wp-content/uploads/sites/322/2021/06/mateusnogueirabelabarbosa.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

CALLAI, T. S. **Ergonomia no Home Office: Adequação a NR 17 durante a Pandemia de COVID-19**. 58 p. TCC (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, Florianópolis - SC, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17545/1/Monografia_Tamires_Callai.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri - SP: Manole, 2014. 512 p.

COIMBRA, I. V.; ANDRADE, T. B. M.; IASBIK, I.; NETO, J. D. A importância da ergonomia para a saúde dos colaboradores. **Anais do I Seminário Científico do UNIFACIG**. Manhuaçu - MG. 2015. Disponível em: <http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/244>. Acesso em: 21 ago 2022.

COSTA, A.S.; CAMPOS, R.S.S. O trabalho e a saúde do professor: indícios associados ao adoecimento na profissão em tempos de pandemia. **Congresso Nacional de Educação**, Amazonas, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/TRABALHO_EV150_MD1_SA101_ID3026_01102021004945.pdf. Acesso em: 25 ago. 2022.

DINIZ, L. L. Qualidade de vida no trabalho: estudo em empresas do setor calçadista da Paraíba. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba, 2010.

FALZON, P. **Ergonomia**. Editora Blucher. E-book. ISBN 9788521213475. 640 p. 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017. 192 p.

GUEDES, L.H.M. **A qualidade de vida no trabalho dos professores do curso de ciências contábeis durante o período remoto**. 2021. 46 p. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, 2021. Disponível em: [Repositório Institucional da UFPB: A qualidade de vida no trabalho dos professores do curso de Ciências Contábeis durante o período remoto](#). Acesso em: 1 set. 2022.

IEA, International Ergonomics Association. **What Is Ergonomics?** Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3ª. Edição. São Paulo: Editora Blucher, 850 p. 2016.

LEITE, N.R.P.; RODRIGUES, A.C.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Organizational Commitment and Job Satisfaction: What Are the Potential Relationships?. **Brasilian Administration Review**, 20, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bar/a/847JSnT9rdZKYNwMR4LkPzs/?lang=en#:~:text=These%20studies%20found%20higher%20scores,study%20positively%20affect%20organizational%20commitment>. Acesso em: 31 ago. 2022.

MACHADO, J. K. M. **Avaliação da qualidade de vida no trabalho na percepção dos funcionários: um estudo de caso numa empresa prestadora de serviço de eletricidade**. 2016. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2016.

MESQUITA, D. F.; SOARES, M. I. Ergonomia na Era do Teletrabalho: Impactos para a Saúde e Segurança do Trabalho. **Fundação Educacional de Lavras**, Lavras - MG, 2020. Disponível em: <http://localhost:80/jspui/handle/123456789/535>. Acesso em: 22 ago. 2022

MASSA, L. D. B.; SILVA, T. S. S.; SÁ, I. S. V. B.; BARRETO, B. C. S.; ALMEIDA, P. H. T. Q.; PONTES, T. B. Síndrome de Burnout em professores universitários. **Revista Terapia Ocupacional**, 10, São Paulo, 2016. Disponível em: [Síndrome de Burnout em professores universitários | Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo \(usp.br\)](#). Acesso em: 24. Ago. 2022.

OMS. **Saúde Mental depende de bem-estar físico e social, diz OMS em dia mundial**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/saude-mental-depende-de-bem-estar-fisico-e-social-diz-oms-em-dia-mundial/>. Acesso em: 29 de outubro de 2022.

PRAÇA, L.A. **Qualidade de vida no trabalho em tempos de pandemia de covid19: os desafios e oportunidades dos docentes do ensino superior**. 2020. 27 f. Monografia (Bacharel em Administração) - Centro Universitário Academia, Juiz de Fora - MG, 2020. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/gestao/article/view/2665>. Acesso em: 31 ago. 2022.

QUARTO, L. C.; SOUZA, S. F.; FULLY, F. L. T.; LUQUETTI, E. C. F.; FERNANDES, A. S. Ergonomia cognitiva: uma análise das publicações por intermédio da bibliometria. **Linkscienceplace Interdisciplinary Scientific Journal**, v. 5, n. 4, 2019.

RAFALSKI, J. C.; ANDRADE, A. L. Home-Office: Aspectos Exploratórios do Trabalho a partir de Casa. **Temas em Psicologia**, v. 23, n. 2, p. 431-441, Ribeirão Preto - SP, 2015. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v23n2/v23n2a13.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

RIASCOS, C. E. M. **Ergonomia na avaliação do desempenho do sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho: uma abordagem multicritério construtivista**. 200 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis - SC, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/231262>. Acesso em: 23 ago. 2022.

ROCHA, I.S.; MARANHÃO, T.L.G.; BARRROSO, M.L.; BATISTA, H.M.T. Estresse Ocupacional na Docência: Revisão da Literatura. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de**

Psicologia, 20, 2016 . Disponível em:<https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/471/581>. Acesso em: 25 ago. 2022.

RODRIGUES, P. B. L. R.; OLLAY, C.; KANAZAWA, F. Análise Da Atividade De Uma Fisioterapeuta Analista De Ergonomia Em Home Office. ABERGO 2021. Rio de Janeiro - RJ, 2021. **Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia da ABERGO**. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/abergo2021/415213-ANALISE-DA-ATIVIDADE-DE-UMA-FISIOTERAPEUTA-ANALISTA-DE-ERGONOMIA-EM-HOME-OFFICE>. Acesso em: 23/08/2022

SAMPAIO, K. R. A.; BATISTA, V. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) no ambiente de escritório: Um estudo de caso em uma empresa na cidade de Manaus-AM. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e53110716478, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16478. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16478>. Acesso em: 21 ago. 2022.

SILVA, L.C; SALLES, T.L.A. O estresse ocupacional e as formas alternativas de tratamento. **Revista de Carreiras Pessoas**, 14, São Paulo, 2016. Disponível em:<https://revistas.pucsp.br/index.php/ReCaPe/article/view/29361>. Acesso em: 23 ago. 2022.

SILVEIRA, A.L.P.; COLLETA, T.C.D.; ONO, H.R.B.; WOITAS, L.R.; SOARES, S.H.; ANDRADE, V.L.A.; ARAÚJO, L.A. Síndrome de Burnout: consequências e implicações de uma realidade cada vez mais prevalente na vida dos profissionais de saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, 10, Belo Horizonte - MG, 2016. Disponível em: <http://www.rbmt.org.br/details/121/pt-BR/sindrome-de-burnout--consequencias-e-implicacoes-de-uma-realidade-cada-vez-mais-prevalente-na-vida-dos-profissionais-de-saude>. Acesso em: 24 ago. 2022.

SILVEIRA, G.A. **Estresse, Burnout e seus Mediadores em Professores do Ensino Superior Federal**. 2021. 135 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/40187/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Gabriela%20Ara%C3%BAjo%20Silveira.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SOARES, S. C. A. Saúde Mental Relacionada ao Trabalho. **Trabalho e Saúde Mental**, 42, Teresina, 2020. Disponível em: https://juslaboris.tst.jus.br/bitstream/handle/20.500.12178/179975/2020_soares_saulo_saude_mental.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 ago. 2022.

SOUZA, M.B.C.A.; HELAL, D.H.; PAIVA, K.C.M. Análise descritiva das dimensões do burnout: um estudo com jovens trabalhadores. **Revista Scielo Brasil**, 11, São Carlos - SP, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cadbto/a/X87Dt4wdrBxHRt3DNvKDPxP/?lang=pt>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SOUSA, H.M. Qualidade de vida no trabalho: fatores que influenciam a produtividade nas organizações. **Revista Campo do Saber**, Paraíba, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335206841_Qualidade_de_vida_no_trabalho_fatores_que_influenciam_a_produtividade_nas_organizacoes. Acesso em: 2 set. 2022.

VITAL, M. S.; PAIVA, K. C. M.; PEREIRA, J. R. Modelo integrado de qualidade de vida no trabalho e vínculos organizacionais: No final, o que vale são as regras. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador - BA, 456-476, 2020. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/6288/4148>. Acesso em: 3 set. 2022.

WOLF, W. F.; GOMES, M. A. S.; SILVA, V. L.; TEBCHERANI, S. M. Análise ergonômica do trabalho em uma instituição pública de ensino a distância. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. v. 8 n. 13. Curitiba - PR. 2020.

ZANDAVALLI, C.B.; SILVA, M.A.L.S. O trabalho docente em tempos de covid-19: percepções na produção científica brasileira. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias - CIET**, Mato Grosso do Sul, 2020. Disponível em: [Vista do O TRABALHO DOCENTE EM TEMPOS DE COVID-19: PERCEPÇÕES NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA \(ufscar.br\)](#). Acesso em: 25 ago. 2022.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



ANÁLISE DO MICROPROCESSO: O TRABALHO DE DOCENTES EM REGIME DE *HOME OFFICE* DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Crisley dos Santos Timóteo¹
Maria Elisa Ximarelli Fuglini²
Kaline Araujo de Oliveira³

Resumo: Diante do contexto de pandemia de COVID-19, muitos profissionais tiveram que migrar do modelo de trabalho presencial para o *home office*/remoto, entre esses profissionais estão os docentes, que foram extremamente impactados, pois foram levados a adaptar suas casas de maneira emergencial. Como a grande maioria dos trabalhadores, esses profissionais não tinham infraestrutura para tal mudança repentina, ou conhecimento e treinamentos adequados em ergonomia, que somado às mudanças, inseguranças e dificuldades apresentadas nesta nova rotina, ocasionaram o surgimento de problemas de saúde física e psicológica, e mesmo assim tiveram que adaptar suas metodologia para entregar um ensino de qualidade. O objetivo do estudo é analisar a relação homem/ambiente a nível de microprocesso, focando no trabalho de docentes em regime de *home office* durante a pandemia de COVID-19, e evidenciar as principais consequências da exposição dos docentes neste ambiente de trabalho. A metodologia utilizada consiste inicialmente em uma pesquisa bibliográfica para entendimento dos conceitos de ergonomia, *home office*, ambiente de trabalho dos docentes e doenças ocupacionais físicas, em seguida realiza-se uma pesquisa descritiva, com levantamento de dados utilizando um questionário *online*, e posteriormente a realização de uma análise da amostra coletada. Por fim, verifica-se as principais consequências da exposição dos docentes em um ambiente de trabalho no modelo *home office* no contexto de pandemia com base nos dados coletados.

Palavras-chave: Ergonomia; *Home office*; Docentes.

Abstract: Faced with the context of the COVID-19 pandemic, many professionals had to migrate from the face-to-face work model to the home office/remote, among these professionals are the teachers, who were extremely impacted, as they were led to adapt their homes in an emergency way. Like the vast majority of workers, these professionals did not have the infrastructure for such a sudden change, or adequate knowledge and training in ergonomics, which, added to the changes, insecurities and difficulties presented in this new routine, caused the emergence of physical and psychological health problems, and even so, they had to adapt their methodology to deliver quality education. The objective of the study is to analyze the human/environment relationship at the microprocess level, focusing on the work of teachers working from home during the COVID-19 pandemic, and to highlight the main consequences of the exposure of teachers in this work environment. The methodology used initially consists of bibliographical research to understand the concepts of ergonomics, home office, work environment of teachers and physical occupational diseases, then descriptive research is carried out, with data collection using an online questionnaire, and later the performing an analysis of the collected sample. Finally, the main consequences of the exposure of teachers in a work environment in the home office model in the context of a pandemic based on the data collected are verified.

Keywords: Ergonomics; Home office; Teachers.

¹Graduando do curso de Engenharia de Produção, pela UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. crisley.dk@gmail.com

²Graduanda do curso de Engenharia de Produção pela UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. mariaelisaximarelli@gmail.com

³Orientadora do PIC - Projeto de Iniciação Científica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. karaujoliveira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com a identificação de inúmeros casos de pneumonia em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China, sendo ocasionada pelo novo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), em março de 2020, com o avanço global da doença, declarou-se estado de pandemia pela Organização Mundial de Saúde (OMS) a pandemia da COVID-19 (BARRETO; ROCHA, 2020; ESPÍNDOLA; FERREIRA, 2022).

O aumento nos casos de proliferação e variações do coronavírus o teletrabalho necessitou ser realizado, exclusivamente, em modelo de *home office* e os trabalhadores de diversos segmentos físicos também foram forçados a adaptar suas casas de maneira emergencial. Boa parte dos trabalhadores não tinham infraestrutura para tal mudança repentina, ou conhecimento e treinamentos adequados em ergonomia, que somado às mudanças, inseguranças e dificuldades apresentadas nesta nova rotina, ocasionaram o surgimento de problemas de saúde física e psicológica (BARRETO; ROCHA, 2020; BORTOLAN et al., 2021).

Neste contexto de pandemia, uma das profissões mais impactadas foi a de docentes, nos diversos níveis de ensino e instituições públicas e privadas. Com a suspensão repentina das aulas presenciais houve um aumento da demanda de trabalho dos professores, exigindo adaptação no método de ensino e readequação da vida doméstica (MOROSINI, 2020).

Como objetivo geral o estudo pretende analisar a relação homem/ambiente a nível de microprocesso, tendo como foco o trabalho de docentes em regime de *home office* durante a pandemia de COVID-19, a fim de evidenciar as principais consequências da exposição dos docentes neste ambiente de trabalho.

A metodologia definida para o estudo consistiu inicialmente na realização de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de obter conhecimento sobre o tema. Após isso realizou-se uma pesquisa descritiva, onde utilizou-se um questionário *online* para coleta de dados do público escolhido para análise, neste caso, sendo os docentes que vivenciaram a adaptação do trabalho da modalidade presencial para o *home office*. E posteriormente sucedeu-se a análise de dados da amostra coletada.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ERGONOMIA

O termo ergonomia é derivado do grego *ergon* que significa “trabalho” e *nomos*, que significa “lei ou normas” e tem como objetivo promover uma abordagem holística do ambiente de trabalho, no qual consideradas questões de ordem física, cognitiva, social, ambiental, organizacional e outros aspectos em um determinado ambiente (SANTOS et al., 2017).

De acordo com Lida e Buarque (2016), a ergonomia é também denominada de “fatores humanos” sendo um termo utilizado nos Estados Unidos da América (EUA), tornando-se o estudo da adequação do trabalho ao ser humano. O desenvolvimento da ergonomia no mundo ocorreu de maneira muito rápida, tendo em vista que as lesões do sistema osteo-neuromuscular costumam ser muito dolorosas e incapacitantes, gerando absentismo, e quando ocorre a saída do trabalhador da empresa, acarreta em processos indenizatórios pelos danos causados (FELÍCIO, 2019).

Segundo Ribeiro et al. (2016) o objetivo prático da ergonomia é a adaptação dos postos de trabalho, instrumentos, máquinas, horários e também do meio ambiente às exigências do homem.

Em conformidade Gregolis (2021), afirma que, a ergonomia tem como objetivo adaptar as demandas do trabalho às capacidades e aos limites do corpo do trabalhador. Há três áreas principais de especialização que representam competências em características humanas específicas, sendo divididas em, ergonomia física, ergonomia cognitiva, e também ergonomia organizacional (IEA, 2022).

2.1.1 ERGONOMIA FÍSICA

A ergonomia física analisa as características da anatomia dos seres humanos, sendo antropométricas (mensuração do corpo humano, como altura, tamanho dos membros e também seus alcances), biomecânicas (mecânica e movimentação dos seres vivos) e fisiológicas (análises metabólicas e do funcionamento do organismo), levando em conta o indivíduo e sua conexão com a atividade física que realiza (GREGOLIS, 2021).

De acordo com Iida e Buarque (2016), a ergonomia possui papel importante no estudo das características humanas para propor soluções adequadas às pessoas, seja no âmbito material ou imaterial.

Dessa forma segundo Iida e Buarque (2016), evitando uma inversão de valores, isto é, o foco nos aspectos técnicos (máquinas, equipamentos, *softwares*, entre outros), fazendo com que o trabalhador tenha que se adaptar a situação, podendo ocasionar consequências como fadiga, erros, acidentes, baixa produtividade, entre outras implicações ao organismo.

2.1.2 ERGONOMIA COGNITIVA

Segundo a *International Ergonomics Association* (IEA, 2022), a ergonomia cognitiva está preocupada com os processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, pois afetam as interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema.

De acordo com Winkelmann e Mager (2019), a ergonomia cognitiva estuda a relação entre humano-sistema considerando os processos mentais necessários para esta interação, como a atenção, estresse ao trabalho, tomada de decisão, a memória, respostas motoras, retenção da informação, interação humano-computador entre outros.

Para Praxedes, Nobre e Martins (2021), a ergonomia cognitiva analisa as influências que os processos psicológicos como fatores mentais como memória, motivação e aprendizagem, detêm sobre os colaboradores de uma organização quanto ao comportamento e desenvolvimento no trabalho.

A compreensão dos aspectos cognitivos em relação a ergonomia, é evidenciado quando se reconhece as consequências diretas dessas variáveis no âmbito físico, psicológico e social de um indivíduo, de modo que, essas consequências repercutem nos processos mentais utilizados na realização da tarefa, o que permite às pessoas buscar, armazenar e utilizar diferentes tipos de informações do ambiente que estão inseridas, com isso existe um comprometimento direto do desenvolvimento da atividade (BATISTA et al., 2018).

2.1.3 ERGONOMIA ORGANIZACIONAL

De acordo com Iida e Buarque (2016), a ergonomia organizacional é também chamada de macroergonomia, e se utiliza do conceito de sistema sócio técnico (características

socioculturais e tecnológicas dos sistemas), visando a um equilíbrio entre o desempenho do sistema e o bem-estar dos trabalhadores.

Para Ferreira, Merino e Figueiredo (2017), a ergonomia organizacional possui como sistemas sociotécnicos o subsistema tecnológico, o subsistema pessoal, e também o ambiente externo, juntamente com o projeto organizacional, que interagem entre si e podem ser utilizados para determinar qual a estrutura ótima de um sistema de trabalho.

Segundo Demilis et al. (2017), ergonomia organizacional entende-se como a otimização dos sistemas sociotécnicos, sendo aqueles que incluem os sistemas técnicos, processos operacionais e pessoas que usam e interagem nesse sistema, de modo que são regidos por políticas e regras organizacionais.

2.2 HOME OFFICE

O termo *home office*, é uma categoria específica de teletrabalho que abrange as atividades laborais realizadas na residência do trabalhador, sendo utilizado como sinônimo de teletrabalho ou trabalho remoto, onde a definição é um modo de exercer o trabalho fora da estrutura física da organização, com utilização de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs), e comunicação em tempo parcial ou integral (LEITE; LEMOS; SCHNEIDER, 2019; MONZATO, 2022).

Na literatura referente ao *home office* aponta-se inúmeros benefícios que abrangem não apenas a empresa, como também o trabalhador e a comunidade, dentre eles estão a melhoria na mobilidade urbana ao evitar aglomeração no trânsito, a diminuição do absenteísmo, aumento das possibilidades de inclusão de pessoas com deficiência e de regiões distantes da empresa, alinhamento com as práticas mais modernas de flexibilização do trabalho, redução de despesas com espaços físicos da organização, flexibilidade de horário, aumento da produtividade e qualidade de vida (MENDES; HASTENREITER FILHO; TELLECHEA, 2020; SPURK; STRAUB, 2020; MONZATO, 2022).

Já no que refere-se às desvantagens do *home office*, surgem conflitos entre o trabalho e a vida familiar, o isolamento social, aumento da carga de trabalho, problemas de infraestrutura tecnológica, especialmente a falta de treinamento específico, aumento dos custos residenciais, não adaptação ao teletrabalho, dificuldade de controle da produtividade, e surgimento de doenças ocupacionais físicas e cognitivas (MENDES; HASTENREITER FILHO; TELLECHEA, 2020; FILARDI, et al., 2020; MONZATO, 2022).

2.3 TRABALHO DE DOCENTES EM *HOME OFFICE*

Segundo Andrade (2020), devido ao contexto de pandemia causado pelo COVID-19, os professores tiveram que se adaptar rapidamente a novas rotinas e estilo de vida, antes não vividos em tais proporções, como o distanciamento social, o uso de tecnologias e trabalho *home office*.

Com a pandemia, os professores foram obrigados a ficar em casa, o que não significou que não iriam trabalhar, muito pelo contrário, o seu trabalho só aumentou, pois, as tarefas domésticas se somaram com os trabalhos da docência. E ainda aprender a usar as tecnologias fez com que esse profissional tivesse uma intensificação de trabalho e o estresse, a angústia logo afetaram a saúde mental do professor, o que também foi causado pela falta de infraestrutura adequada na residência dos professores afetando também a saúde física (ANDRADE, 2020).

De acordo com Campos (2021), a transição súbita que marcou o momento do ensino presencial ao remoto, acabou gerando grandes desafios para a classe dos professores. Além de toda a preocupação e temor com pessoas cada vez mais infectadas e inúmeros casos de morbimortalidades, os docentes tinham que se preocupar em oferecer um ensino de qualidade em meio a pressões exacerbadas pelas instituições de ensino e dessa forma, acabaram ficando mais expostos ao desencadeamento de doenças

2.4 AMBIENTE DE TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS FÍSICAS

De acordo com Santana (2018), no meio ambiente de trabalho, existem riscos ambientais, que podem ocasionar grandes danos à saúde do trabalhador que exerce suas atividades laborais neste meio ambiente, onde o risco é a probabilidade de ocorrência de um evento causador de danos às pessoas e ao meio ambiente de forma leve ou grave, temporária ou permanente, parcial ou total.

Os riscos ambientais podem ocasionar doenças ocupacionais que podem perpassar vários estágios comprometendo a saúde do trabalhador física e psicologicamente. Fatores ambientais como ruídos, iluminação inadequada e temperatura imprópria e ventilação inadequada podem acarretar sérios problemas de saúde ao trabalhador, como: irritabilidade geral, fadiga, perda de interesse, ansiedade, impaciência, distúrbios gastrintestinais, palpitação cardíológica, déficit de concentração e insônia, podendo culminar com um quadro de estresse e/ou depressão (PRADO, 2016; SANTANA, 2018).

Os professores tendem a desenvolver aspectos profissionais negativos no decorrer de uma doença, já que se sente dominado pela exaustão mental e física, descreve os principais sintomas como: dores de cabeça, insônia, úlcera, tensão muscular, fadiga crônica, problemas musculares e cardiovasculares, ansiedade e depressão, além de possíveis transtornos psiquiátricos (SOUZA, 2013; CAMPOS, 2021).

Também se destacam entre as principais doenças, um dos principais fatores relacionados ao trabalho dos professores, que é o uso da voz como recurso didático para a comunicação com os alunos. Porém, grande parte desses profissionais a usam de maneira inadequada, diante das situações adversas, acabam tendo que aumentar a intensidade da voz, deste modo, a saúde vocal é a categoria docente que apresenta grande prevalência e incidência de distúrbios (SOUZA, 2013; CAMPOS, 2021).

De acordo com Campos (2021), as atividades e os movimentos repetitivos realizados pelos professores, ocasionam problemas de articulações que acabam gerando consequências físicas e psíquicas na vida desses profissionais.

As Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares relacionados ao Trabalho (DORT) podem ser caracterizadas pela ocorrência de vários sintomas associados à dor e entidades nosológicas que podem ser identificadas ou não (MORAES; BASTOS, 2017; MESQUITA; SOARES, 2020). O adoecimento, nesse sentido, é ocasionado pelo uso excessivo de determinados grupamentos musculares devido ao trabalho repetitivo em postura inadequada (MORAES; BASTOS, 2017; MESQUITA; SOARES, 2020).

Segundo Mesquita (2020), as disfunções musculoesqueléticas têm apresentado relação com fatores de risco individuais e biomecânicos presentes no ambiente de trabalho, sendo desenvolvidas lentamente, de forma gradual.

Ainda de acordo com Mesquita (2020), essas disfunções apresentam um curso crônico, e em sua maioria permanecem sem um tratamento, podendo evoluir para uma perda de função, visto que a dor causada por esses distúrbios, e a perda de função podem persistir durante anos e, em alguns casos, tornarem-se intratáveis prejudicando o colaborador na execução das atividades profissionais e domésticas.

Alguns distúrbios como a síndrome do túnel do carpo, tendinite em diversos locais do corpo, dores nas costas, e no pescoço, são considerados uma das principais causas para incapacidade dentro do espaço de trabalho moderno, abordando principalmente os membros superiores, e causando dores crônicas e incapacidade. Muitas dessas complicações podem ser

causadas por um local/estação de trabalho impróprio ou uso impróprio dos mesmos (AL-NAKHLI; BAKHEET, 2020; MESQUITA; SOARES, 2020).

3. METODOLOGIA

A primeira etapa do estudo foi a realização de uma pesquisa bibliográfica a fim de obter conhecimento sobre o tema. Para Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de um material já publicado, constituído principalmente de livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, *internet*, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa.

Assim, realizou-se pesquisas em livros, artigos científicos, publicações de periódicos e revistas *online*, juntamente com monografias e dissertações que estavam relacionados com o tema do estudo.

Na segunda etapa do estudo, utilizou-se um questionário para coleta de dados do público escolhido para análise, neste caso os docentes que vivenciaram a adaptação do trabalho da modalidade presencial para o *home office/remoto*. Por meio da criação de um questionário na plataforma do *Google Forms*, utilizando como referência os questionários de Barbosa (2021) e Callai (2021), que foram adaptados com o objetivo de atender as demandas do estudo.

Em seguida, a terceira etapa foi constituída pelo envio do questionário aos docentes utilizando *E-mail*, *WhatsApp*, e *Messenger*, a fim de atingir o maior número possível de participantes, não restringindo-se apenas aos docentes locais, mas também com objetivo de coletar dados a nível nacional, o questionário ficou disponível de abril a maio de 2022.

Na quarta etapa realizou-se a tabulação dos dados no *Software Microsoft Excel*, seguida de uma análise dos dados coletados, com objetivo de evidenciar as principais consequências da exposição dos docentes em um ambiente de trabalho no modelo *home office* no contexto de pandemia de modo emergencial.

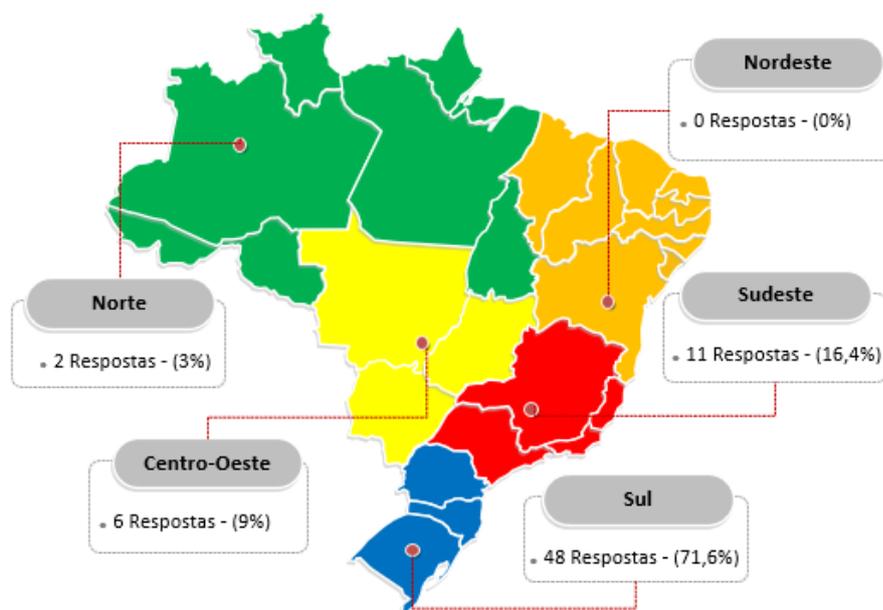
4. RESULTADOS

4.1 PERFIL DA AMOSTRA

Durante os meses de abril e maio de 2022, participaram da pesquisa o total de 67 docentes de instituições públicas e privadas, sendo 56,7% participantes do gênero feminino e 43,3% do gênero masculino.

Em relação à localização geográfica, os docentes trabalhavam em quatro regiões brasileiras, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Localização geográfica dos docentes.



Fonte: Autores (2022).

Como pode ser observado na Figura 1, os docentes que participaram da pesquisa estavam alocados em quatro regiões brasileiras, sendo 71,6% da região sul, 16,4% da região sudeste, 9% da região centro-oeste e 3% da região norte.

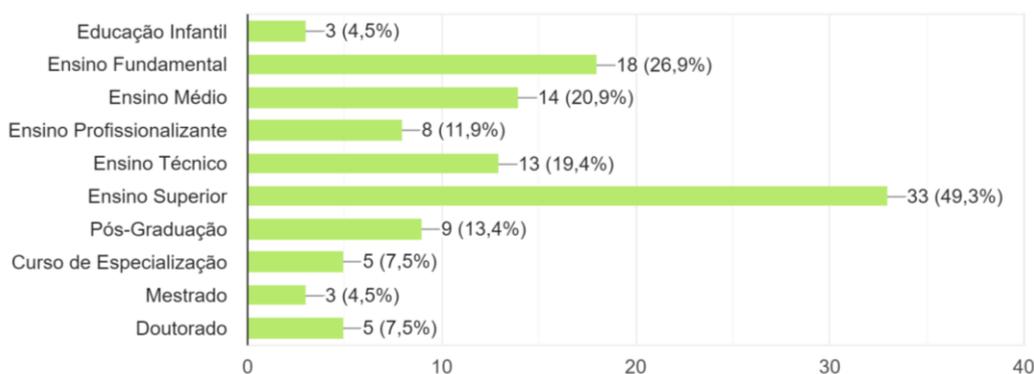
Destes participantes 41,8% tinham idades entre 31 e 40 anos, 26,9% tinham idades entre 41 e 50 anos, 17,9% tinham idades entre 21 a 30 anos, 11,9% tinham idades entre 51 e 60 anos, e 1,5% com idades acima de 60 anos.

Também foi questionado aos participantes se eram portadores de alguma necessidade especial (PCD), 97% responderam que “não” e 3% responderam que “sim”.

Já em relação ao tempo que os participantes estavam inseridos na área educacional, 29,9% atuavam entre 5 a 10 anos, 23,9% atuavam há menos de 5 anos, 17,9% atuavam de 11 a 16 anos, 10,4% atuavam de 17 a 21 anos, 7,5% atuavam de 22 a 26 anos, 6% atuavam de 27 a 32 anos, e 4,5% responderam que atuavam acima de 33 anos na área educacional.

A fim de identificar em qual nível de ensino estavam inseridos todos os participantes da pesquisa, foram listados os níveis respondidos pelos docentes conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Nível de atuação dos docentes.



Fonte: Autores (2022).

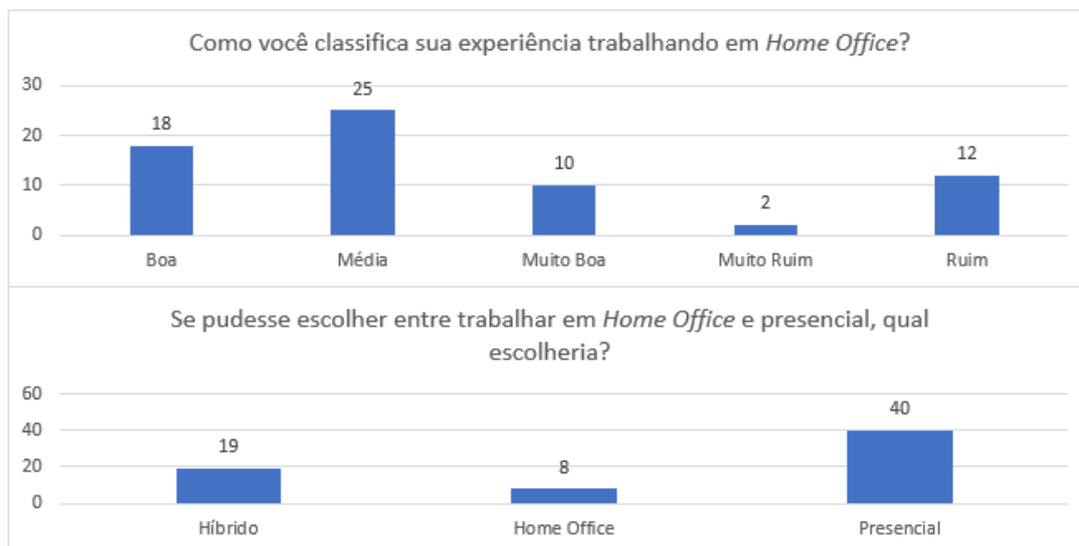
De acordo com a Figura 2, os cinco principais níveis de ensino em que os participantes atuavam eram respectivamente, 49,3% no ensino superior (33 docentes), 26,9% no ensino fundamental (18 docentes), 20,9% no ensino médio (14 docentes), 19,4% no ensino técnico (13 docentes), e 13,4% no ensino de pós-graduação (9 docentes).

4.2 ANÁLISE MICROERGONÔMICA EM *HOME OFFICE*

Ao serem questionados se ocorreu uma sobrecarga de atividades no *home office*, 82,2% responderam que “sim”, e 17,9% responderam que “não”. também foi questionado se os docentes receberam algum apoio do seu superior/instituição, onde 65,7% responderam que “sim” e 34,3% responderam que “não”.

Como ilustrado na Figura 3, os participantes da pesquisa responderam quanto a sua experiência trabalhando em *home office*, e se pudessem escolher entre trabalhar em *home office* e presencial ou híbrido qual modelo escolheriam.

Figura 3 - Experiência trabalhando em *home office* e escolha de modelo de trabalho.



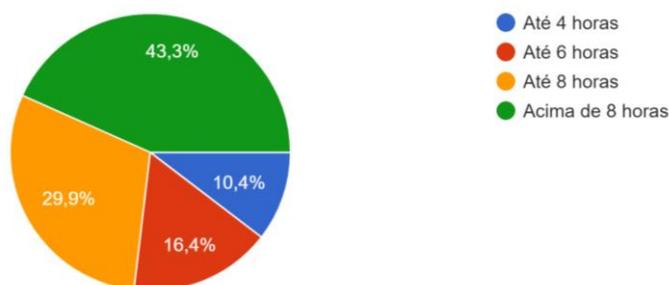
Fonte: Autores (2022).

Conforme ilustrado na Figura 3, os participantes da pesquisa responderam quanto a sua experiência trabalhando em *home office*, sendo 25 docentes classificando como “média” (37,3%), 18 docentes classificaram como “boa” (26,9%), 12 docentes classificaram como “ruim” (17,9%), 10 classificaram como “muito boa” (14,9%), e 2 docentes classificaram como “muito ruim” (3%).

Já em relação a questão se pudessem escolher o modelo de trabalho, 40 docentes responderam que preferem o modelo presencial (59,7%), 19 docentes responderam que preferem o modelo híbrido (28,4%), e 8 docentes responderam que preferem o modelo de trabalho em *home office* (11,9%).

Ao serem questionados sobre quantas horas diárias eram efetivamente dedicadas ao trabalho no regime de *home office*, os participantes responderam conforme pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Horas de trabalho diárias dedicadas em *home office*.



Fonte: Autores (2022).

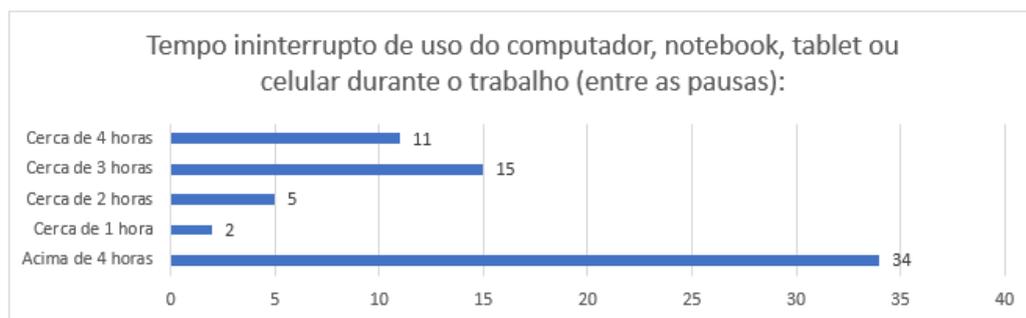
Conforme ilustrado na Figura 4, os participantes da pesquisa responderam que 43,3% trabalham acima de 8 horas, 29,9% trabalham até 8 horas, 16,4% trabalham até 6 horas, e 10,4% trabalham até 4 horas.

Ao serem questionados sobre quantos dias eram dedicados ao trabalho remoto, 40 docentes responderam de 3 a 5 dias (59,7%), 24 docentes responderam acima de 5 dias (35,8%), e 3 docentes responderam de 1 a 3 dias (4,5%).

Também foram questionados sobre quantas horas geralmente durava seu sono, 46,3% responderam entre 4 e 6 horas, 40,3% responderam entre 6 e 8 horas, 10,4% responderam 8 horas ou mais, e 3% responderam menos de 4 horas de sono.

Os participantes da pesquisa foram questionados em relação ao tempo ininterrupto de utilização do computador, *notebook*, *tablet* ou celular durante o trabalho entre as pausas para descanso, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Tempo ininterrupto de uso de computador, *notebook*, *tablet* ou celular.



Fonte: Autores (2022).

De acordo com a Figura 5, os participantes responderam que 34 docentes utilizam tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) acima de 4 horas (50,7%), 15 docentes responderam cerca de 3 horas (22,4%), 11 docentes responderam cerca de 4 horas (16,4%), 5 docentes responderam cerca de 2 horas, e 2 docentes responderam cerca de 1 hora (3%).

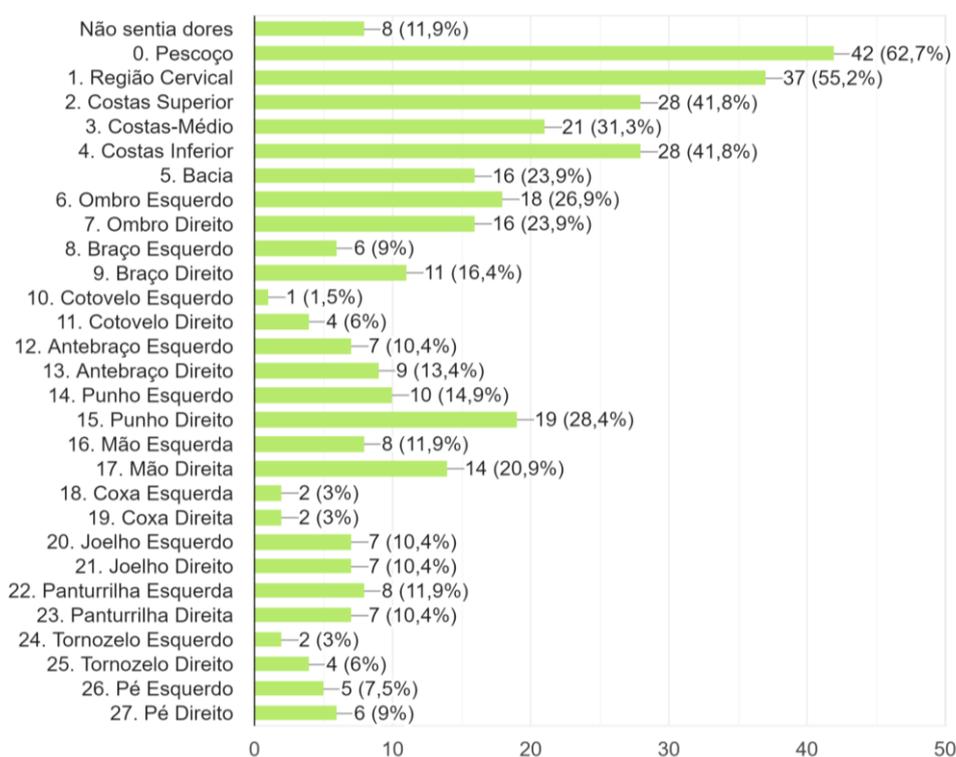
Ao serem questionados se realizavam pausas para descanso, 57 docentes responderam que “sim” (85,1%), e 10 responderam que “não” (14,9%).

Já em relação a quantidade de pausas durante a jornada de trabalho as respostas obtidas foram, 35,8% realizam 2 pausas, 19,4% realizam 1 pausa, 16,4% realizam 3 pausas, 14,9% não faziam pausas, 7,5% realizavam 4 pausas, e 6% realizavam acima de 4 pausas durante a jornada de trabalho em *home office*.

Esses resultados vem em conformidade com os estudos realizados por Barbosa (2021), Bortolan et al. (2021) e Callai (2021), que afirmam que os profissionais tiveram aumento nas suas jornadas de trabalho, e sobrecarga de suas atividades durante o período de trabalho em *home office*.

Os docentes foram questionados sobre quais eram suas possíveis dores, incômodos e desconfortos em diferentes regiões do corpo após as atividades de trabalho no regime de *home office*, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 - Dores, incômodos e desconfortos após atividades de trabalho em *home office*.



Fonte: Autores (2022).

Conforme pode ser observado na Figura 6, as dez principais incidências de dores, incômodos ou desconforto indicadas pelos docentes em cada região do corpo são, 42 vezes o pescoço, 37 vezes a região cervical, 28 vezes costas superior, também 28 vezes costas inferior, 21 vezes costas-médio, 19 vezes punho direito, 18 vezes ombro esquerdo, 16 vezes ombro direito, também 16 vezes bacia, e 14 vezes mão direita.

Em comparação com a pesquisa de Barbosa (2021), observa-se que os docentes tiveram resultados semelhantes quanto as principais incidências de dores, incômodos ou desconfortos,

sendo 61%, de um total de 59 entrevistados que apresentaram dores na região das costas, e também na região cervical.

Também foi questionado aos participantes da pesquisa se tinham dores ou incômodos na cabeça, olhos, e cordas vocais, após suas atividades de trabalho em *home office*, em uma escala de intensidade 0 a 5 como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Escala de intensidade de dores ou incômodos na cabeça, olhos e cordas vocais.

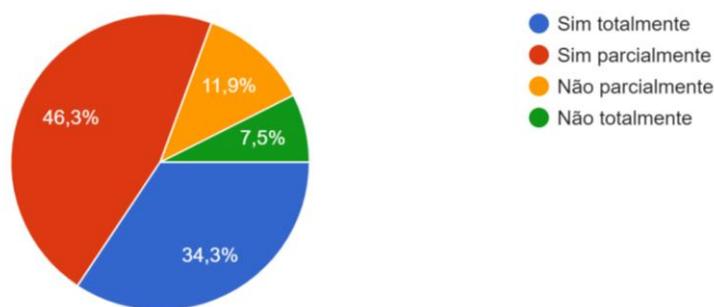
Teve dores ou incômodos na cabeça? Se sim, qual a intensidade (0 a 5)					
0	1	2	3	4	5
22 (32,8%)	3 (4,5%)	7 (10,4%)	18 (26,9%)	11 (16,4%)	6 (9%)
Teve dores ou incômodos nos olhos? Se sim, qual a intensidade (0 a 5)					
0	1	2	3	4	5
18 (26,9%)	5 (7,5%)	8 (11,9%)	16 (23,9%)	11 (16,4%)	9 (13,4%)
Teve dores ou incômodos nas cordas vocais? Se sim, qual a intensidade (0 a 5)					
0	1	2	3	4	5
30 (44,8%)	9 (13,4%)	9 (13,4%)	10 (14,9%)	6 (9%)	3 (4,5%)

Fonte: Autores (2022).

Como pode ser observado no Quadro 1, a maior porcentagem em relação a dores ou incômodos na cabeça foi 32,8% que representa 22 docentes que assinalaram 0 na escala, já em relação a dores ou incômodos nos olhos foi de 26,9% que representa 18 docentes que assinalaram 0 na escala, e referente a dores ou incômodos nas cordas vocais foi de 44,8%, que representa 30 docentes que assinalaram 0 na escala, sendo assim, nos três quesitos analisados os docentes em sua maioria não tiveram dores ou incômodos.

Os docentes também foram questionados se possuíam infraestrutura de tecnologia de informação adequada para trabalhar em *home office*, referente a *hardware* (monitor, *mouse*, teclado, caixas de som) e *software* (aplicativos para videochamadas, portal da instituição, *e-mail*), como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Infraestrutura adequada para trabalhar em *home office*.



Fonte: Autores (2022).

De acordo com a Figura 7, os participantes responderam em relação a possuírem infraestrutura adequada para trabalhar em *home office*, sendo 46,3% “sim parcialmente”, 34,3% “sim totalmente”, 11,9% “não parcialmente”, e 7,5% “não totalmente”.

Ao serem questionados sobre o modelo de aparelho eletrônico utilizado para o trabalho em *home office*, os participantes da pesquisa responderam que 91% utilizavam *notebook*, 6% utilizavam computador *desktop*, e 3% utilizavam celular.

Também foram questionados em relação ao modelo de cadeira, mouse, teclado que utilizavam, a quantidade de telas, a sua altura, e qual o aparelho utilizado durante o *home office*, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Modelos de cadeira, *mouse*, teclado, quantidade de telas e ajuste de altura.

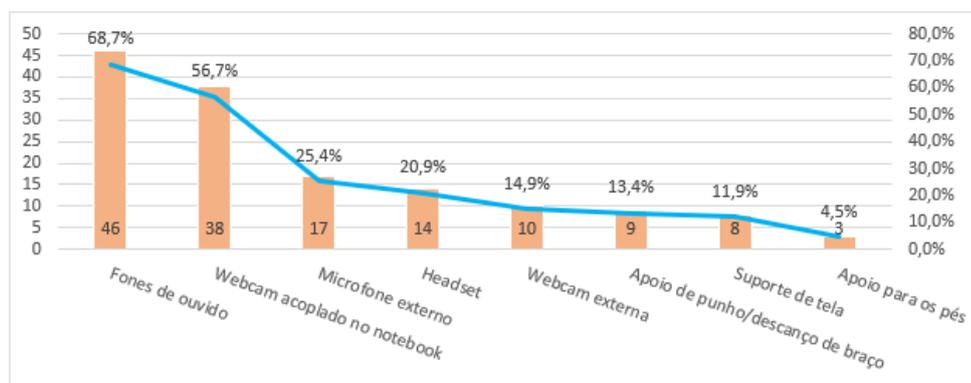
Qual modelo de cadeira era utilizado?		
Cadeira de sala de jantar (44,8%)	Cadeira de escritório (40,3%)	Cadeira <i>gamer</i> (9%) e Outros (6%)
Qual o modelo de mouse era utilizado?		
<i>Mouse</i> externo (74,6%)	<i>Touchpad</i> (acoplado no <i>notebook</i>) (20,9%)	Outro (4,5%)
Qual o modelo de teclado utilizado?		
Acoplado no <i>notebook</i> (70,1%)	Teclado externo (26,9%)	Outro (3%)
Qual o número de telas utilizadas ou aparelhos utilizados?		
1 (49,3%)	2 (40,3%)	3 ou mais (10,4%)
Qual era a altura da tela em relação aos olhos?		
Altura dos olhos ou ajustável (67,2%)	Muito baixo (32,8%)	Muito alto (0%)

Fonte: Autores (2022).

No Quadro 2, é possível verificar que o modelo de cadeira mais utilizado pelos docentes era a “cadeira de sala de jantar” (44,8%), o modelo de *mouse* utilizado era o “*mouse* externo” 74,6%, o modelo de teclado utilizado era “acoplado no *notebook*”, o número de telas ou aparelho eletrônicos utilizados era “1” (49,3%).

Os docentes foram questionados sobre quais acessórios tinha-se disponível para utilização durante o período de trabalho, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Acessórios disponíveis para utilização.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 8 é possível observar que os três acessórios mais comuns entre os participantes da pesquisa foram, fones de ouvido (68,7%), *webcam* acoplado no *notebook* (56,7%), e microfone externo (25,4%).

E por fim os docentes responderam a questões relacionadas à posição de membros superiores e inferiores durante a jornada de trabalho, onde ao serem questionados sobre quais eram as posições das pernas durante a maior parte da jornada de trabalho, 67,2% responderam que variam continuamente durante a jornada, 23,9% responderam que ambas tocam o chão em 90°, 7,5% responderam que permaneceram cruzadas, e 1,5% permaneceram suspensas não tocando o chão durante toda a jornada.

Em relação à posição dos braços, 67,2% responderam que variam continuamente, 17,9% permaneceram apoiados mas sem descanso de braço, e 14,9% apoiados em descanso de braço da cadeira que era utilizada.

5. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos no estudo, verificou-se que a maioria dos docentes que participaram da pesquisa classificaram a sua experiência trabalhando em *home office* no contexto de pandemia como “média”, entretanto, se tivessem a possibilidade escolher sob qual modelo trabalhar no período, a grande maioria ainda continuou escolhendo o modelo tradicional de ensino presencial.

Também foi visto que com a adoção do *home office* os docentes tiveram um grande aumento nas horas efetivamente dedicadas ao trabalho, devido a sobrecarga de atividades, e com isso também passando grande parte do tempo utilizando de forma ininterrupta os aparelhos eletrônicos, que a longo prazo poderia ocasionar doenças ocupacionais, o recomendável no momento era a realização pausas durante a jornada de trabalho.

Outro ponto observado, foram as dores, incômodos e desconfortos dos docentes após suas atividades de trabalho em *home office*, que tiveram como principais incidências a região de membros superiores com destaque para região de costas, ombros, punho e mão, o recomendável no momento, seria a realização de ginástica laboral antes de iniciar a jornada de trabalho, e a realização de alongamentos durante as pausas entre a jornada de trabalho.

Em relação a infraestrutura, referente a *hardware* e *software* em sua maioria os docentes possuíam condições para a realização do trabalho. E um ponto relevante foi quanto ao modelo de cadeira utilizado pela maioria, sendo destaque a cadeira de jantar, o que poderia ocasionar lesões musculares nos docentes a longo prazo, devido à falta de ajuste de altura e ângulo, bem como a falta de apoio de braço, o recomendável neste caso seria utilização de uma cadeira de escritório ou *gamer* por conter regulagens.

Os docentes em sua maioria tiveram de utilizar recursos próprios para a compra de equipamentos para o *home office* e mobiliários mais ergonômicos, esses docentes que estavam acostumados ao modelo presencial, não tiveram um treinamento em ergonomia para que o trabalho pudesse ser desenvolvido sem risco de gerar doenças ocupacionais.

O estudo se torna relevante para o meio acadêmico ao contribuir, por meio dos dados coletados, facilitando o entendimento do cenário enfrentado diariamente pelos docentes em suas experiências do trabalho remoto, a fim de otimizar os processos.

Para trabalhos futuros sugere-se ampliar a amostra a ser analisada, e também inserir novas questões referentes ao trabalho dos docentes, tanto em âmbitos físicos, ambientais e cognitivos que não foram utilizadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

AL-NAKHLI, H. H.; BAKHEET, H. G. The Impact of Improper Body Posture on Office Workers' Health. **International Journal of Innovative Research in Medical Science**, [S. l.], v. 5, n. 05, p. 147-151, 2020. Disponível em: <https://ijirms.in/index.php/ijirms/article/view/873>. Acesso em: 17 ago 2022.

ANDRADE, E. R. S. **Adoecimento no Trabalho Docente em Tempos de Pandemia: Impactos na Saúde dos Professores dos Anos Iniciais de uma Escola da Rede Pública do DF**. 48 p. TCC (Licenciatura em Pedagogia) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2020. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/27195/1/2020_ElizabethRodriguesSilvaDeAndrade_tcc.pdf. Acesso em: 21 ago. 2022.

BARBOSA, M. N. B. **Ergonomia no Home Office: Análise das Condições de Trabalho de Professores da UFJF**. 2021. 64 p. TCC (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Juiz de Fora - MG, 2021. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/wp-content/uploads/sites/322/2021/06/mateusnogueirabelabarbosa.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

BARRETO, A. C. F.; ROCHA, D. S. Covid-19 e educação: resistências, desafios e (im) possibilidades. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, p. 01-11, 2020.

BORTOLAN, G. M. Z.; SANTOS, F.A.N.V.; DOMENECH, S.C.; FERREIRA, M. G. G. Análise da Experiência do Trabalho Remoto em Home Office de Professores do Ensino Superior. **Revista Ergodesign & HCI**, Rio de Janeiro - RJ, v. 9, n. 2, 2021. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/1612/908>. Acesso em: 9 ago. 2022.

CALLAI, T. S. **Ergonomia no Home Office: Adequação a NR 17 durante a Pandemia de COVID-19**. 58 p. TCC (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, Florianópolis - SC, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17545/1/Monografia_Tamires_Callai.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

CAMPOS, R. S. S. O Trabalho e a Saúde do Professor: Índícios Associados ao Adoecimento na Profissão em Tempos de Pandemia. **VII Congresso Nacional de Educação - CONEDU**, Online, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/TRABALHO_EV150_MD1_SA101_ID3026_01102021004945.pdf. Acesso em: 18 ago. 2022.

DEMILIS, M. P.; REIS, A. A.; SANTOS, F. A. N. V. **Influência da avaliação comportamental de consumo do idoso na ergonomia organizacional de supermercados**. Human Factors in Design, Florianópolis - SC, v. 6, n. 12, p. 015-027, 2017. DOI: 10.5965/2316796306122017015. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796306122017015>. Acesso em: 3 maio. 2022.

ESPÍNDOLA, M. A.; PEREIRA, F. C. M. Desafios de implantação da educação remota no período da Covid-19: uma análise a partir da percepção de docentes do nível técnico. **Revista Educação Online**, Rio de Janeiro - RJ, n. 39, p. 101-117, 2022. Disponível em: <http://educacaoonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/975/372>. Acesso em: 21 ago. 2022.

FELÍCIO, H. A. **Qualidade de vida, condições ergonômicas e presença de dor entre profissionais de um laboratório de saúde pública**. 60 p. Dissertação (Pós-Graduação Stricto Sensu em Enfermagem) - Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2019. Disponível em: https://bdtd.famerp.br/bitstream/tede/594/1/HildaAparecidaFel%c3%adcio_Dissert.pdf. Acesso em: 1 maio 2022.

FILARDI, F.; CASTRO, R.M.P.; ZANINI, M.T.F. **Vantagens e desvantagens do teletrabalho na administração pública: análise das experiências do Serpro e da Receita Federal**. Cadernos EBAPE.BR. 2020, v. 18, n. 1, pp. 28-46. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1679-395174605>.

GREGOLIS, C. D. **Análise ergonômica da atividade na execução do serviço de contrapiso**. 263 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal De São Carlos, São Carlos - SP, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14242>. Acesso em: 2 maio 2022.

IEA, International Ergonomics Association. **What Is Ergonomics?**. 2022. Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 3 maio 2022.

LEITE, A. L.; LEMOS, D.C.; SCHNEIDER, W.A. Teletrabalho: Uma Revisão Integrativa da Literatura Internacional. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 17, n. 3, p. 186-209, 2019.

IIDA, I.; BUARQUE, L. **Ergonomia, Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 856 p. 2016.

MENDES, D.C.; HASTENREITER FILHO, H.N.; TELLECHEA, J. A realidade do trabalho *home office* na atipicidade pandêmica. **Revista Valore**, [S.l.], v. 5, p. 160-191. 2020. ISSN 2526-043X. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/655>. Acesso em: 21 ago. 2022.

MESQUITA, D. F.; SOARES, M. I. Ergonomia na Era do Teletrabalho: Impactos para a Saúde e Segurança do Trabalho. **Fundação Educacional de Lavras**, Lavras - MG, 2020. Disponível em: <http://dspace.unilavras.edu.br/handle/123456789/535>. Acesso em: 21 ago. 2022.

MONZATO, P. P. **Conflito trabalho-família e trabalho remoto no contexto da pandemia da COVID-19: uma dimensão de gênero**. 2022. 99 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro - PUC-RIO, Rio de Janeiro - RJ, 2022. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=59081@1>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MORAES, P. W. T.; BASTOS, A. V. B. Os Sintomas de LER/DORT: um Estudo Comparativo entre Bancários com e sem Diagnóstico. **Psicol. cienc. prof.**, v. 37, n. 3, p. 624-637, set. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932017000300624&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 21 ago 2022.

MOROSINI, L. Sob a pressão das telas: docentes sofrem efeitos do isolamento social, sobrecarga do ensino remoto e mudanças na rotina. **RADIS: Comunicação e Saúde**, n. 217, p.27-30. 2020.

PRAXEDES, G. M.; NOBRE, M. B.; MARTINS, H. S. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) no Setor da Caldeira em uma Agroindústria Paraense Extratora de Óleo Bruto de Palma. 2021. XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu - PR. **Anais do XLI ENEGEP 2021**. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_361_1863_41604.pdf. Acesso em: 19 jun. 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 277 p. 2013.

RIBEIRO, M. H. A; ALMEIDA, G. F. P; SILVA, M. A. C. N; BRANCO, R. C. C; PINHEIRO, F. C. M; NASCIMENTO, M. D. S. B. Avaliação ergonômica do trabalho em indústria de aço inox: análise de condições psicofisiológicas. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, São Paulo - SP, v. 14, n. 2, p. 143-152, 2016. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/rbmt.org.br/pdf/v14n2a12.pdf>. Acesso em: 1 maio 2022.

SANTANA, J. J.. **Acidentes de trabalho e doenças ocupacionais em servidores públicos de uma instituição de ensino superior**. 2018. 54 p. TCC (Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14058/1/Arquivototal.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SANTOS, M.; GUERREIRO, M.; HAMADA, A.; SANTOS, K.; LUCIANO, L. Percepção sobre ergonomia pelos acadêmicos de odontologia de uma faculdade privada de Imperatriz - MA. **Revista Odontológica de Araçatuba**, Araçatuba - SP, v. 38, n. 1, p. 19-26, 2017. Disponível em: <https://apcdaracatuba.com.br/revista/2017/04/TRABALHO3.PDF>. Acesso em: 1 maio 2022.

SPURK, D.; STRAUB, C. Flexible employment relationships and careers in times of the COVID-19 pandemic. **Journal of Vocational Behavior**, Volume 119. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103435>.

WINKELMANN, C.; MAGER, G. B. Fatores humanos e comunicação de saúde: a relação entre ergonomia cognitiva e design da informação, p. 603-611. In: **Anais do 9º CIDI Congresso Internacional de Design da Informação, edição 2019 e do 9º CONGIC Congresso Nacional de Iniciação Científica em Design da Informação**. São Paulo: Blucher, 2019. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/9cidi-congic-2.0076. Acesso em: 3 maio 2022.

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM AMBIENTE INDUSTRIAL UTILIZANDO A FERRAMENTA RULA

Ana Nádia Coito¹
Crisley dos Santos Timóteo²
Nicolas Natã Mattos de Godoi³
Kaline Araujo de Oliveira⁴
Vitor Hugo dos Santos Filho⁵

Resumo: Este estudo apresenta uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) em ambiente industrial, as quais têm cada vez mais procurado melhorias para os postos de trabalho de seus colaboradores. Os objetivos consistem em apresentar os conceitos encontrados sobre ergonomia e a análise ergonômica do trabalho, buscando um maior entendimento sobre conceitos e também sobre as ferramentas ergonômicas que podem ser aplicadas em uma AET, analisando assim, posições de trabalho identificando níveis de gravidade das posturas existentes no exercício das atividades e suas necessidades de intervenção. Em relação aos procedimentos metodológicos, utilizou-se da pesquisa de campo, em que coletou-se dados a partir de um questionário adaptado que considerou as condições de trabalho. Também foram realizadas análises da demanda, atividade, tarefa e ambiental em relação aos postos de trabalho no setor de manutenção em relação a automação, instrumentação e mecânica de uma indústria produtora de papel e celulose. A partir destas análises, realizou-se a aplicação da ferramenta ergonômica Rula por meio do *Software* Ergolândia 8.0, a qual possibilitou identificar os níveis de intervenção necessários para cada posto de trabalho. Dessa forma, foram elaboradas sugestões de melhorias levando em consideração cada posição analisada, visando melhoria postural no exercício das atividades, na qualidade de trabalho e vida dos colaboradores.

Palavras-chave: Ergonomia; Análise Ergonômica do Trabalho; RULA.

Abstract: This study presents an Ergonomic Analysis of Work (AET) in an industrial environment, which have increasingly sought improvements for the jobs of their employees. The objectives are to present the concepts found on ergonomics and the ergonomic analysis of work, seeking a better understanding of ergonomic concepts and tools that can be applied in an AET, thus analyzing work positions identifying levels of severity of the existing postures in the exercise of the activities and their intervention needs. Regarding the methodological procedures, field research was used, through which data was collected from an adapted questionnaire that considered working conditions. Demand, activity, task and environmental analyzes were also carried out in relation to jobs in the maintenance sector in relation to automation, instrumentation and mechanics of a pulp and paper industry. From these analyses, the application of the ergonomic tool Rula was carried out through *the* Ergolândia 8.0, which made it possible to identify the levels of intervention required for each job. In this way, suggestions for improvements were made taking into account each analyzed position, aiming at an improvement in posture in the exercise of activities, in the quality of work and life of the collaborators.

Keywords: Ergonomics; Ergonomic Analysis of Work; RULA.

¹Graduanda do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. coitoananadia@gmail.com.

²Graduando do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. crisley.dk@gmail.com.

³Graduando do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. nicolas.eng.pd@gmail.com.

⁴ Doutoranda em Engenharia de Produção pela UTFPR, Docente no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. karaujoliveira@gmail.com.

⁵ Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR, Docente no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. vitorhugosantofilho@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao cenário capitalista e as mudanças ocorridas nos ambientes de trabalho, os costumes dos colaboradores foram modificados significativamente, observando-os um cenário de imposição por parte dos gestores, sobre a produtividade individual (KIMURA, 2010; SANTOS *et al.*, 2017).

O resultado é a criação de ocupações que ameaçam os trabalhadores, com altos níveis de estresse e baixos níveis de atividade física. Os empresários tentam solucionar o problema implementando programas de exercícios esportivos para os empregados (HOFFMAN; HARRIS, 2002).

Nesse sentido, surge a Ergonomia, que é definida como o estudo do trabalho em relação ao ambiente em que é desenvolvido e com quem o desenvolve (trabalhador), podendo assim, ser dividida em três tipos, sendo ergonomia física, cognitiva e organizacional. A ergonomia nada mais é do que adequar ou adaptar o local de trabalho ao trabalhador, visando evitar acidentes ou doenças profissionais (OLIVEIRA NETTO; TAVARES, 2006).

A ergonomia pode ser considerada imprescindível em um posto de trabalho, dessa forma surge o conceito da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) que é definida como um método de análise do trabalho baseado na observação da atividade estudada, cujo objetivo é melhorar as condições de trabalho (FERREIRA, 2009).

Sendo assim, o presente estudo busca apresentar os conceitos encontrados sobre ergonomia e a análise ergonômica do trabalho, buscando um maior entendimento sobre conceitos e ferramentas ergonômicas que podem ser aplicadas em uma AET, podendo analisar posições de trabalho identificando níveis de gravidade das posturas existentes no exercício das atividades e suas necessidades de intervenção. Após identificadas as necessidades de medidas de intervenção, foram elaboradas sugestões de melhorias para os postos de trabalho, visando melhorar as condições de trabalho dos colaboradores.

A pesquisa foi delimitada no setor industrial de uma produtora de papel e celulose localizada na cidade de Telêmaco Borba - PR, em que por meio de um questionário foram coletados dados relacionados a rotina de trabalho de alguns colaboradores e suas principais reclamações, sejam elas dores, carga excessiva de trabalho, e outros. A partir da inspeção dos resultados foi definida a ferramenta ergonômica para melhor análise do posto de trabalho a fim de propor uma melhoria onde as amostras obtiveram mais questões agravantes.

O estudo justifica-se na necessidade de implantação de melhoria nos postos de trabalho do setor de manutenção da empresa objeto de estudo, onde os colaboradores estão diariamente expostos aos riscos ergonômicos evidentes. Em 2014, no Brasil foram contabilizados 180.901 trabalhadores que foram afastados de suas tarefas, e cerca de 5,9 de cada 100.000 trabalhadores se aposentaram por invalidez decorrente de doenças ocupacionais, resultando em prejuízos aos empregadores, uma vez que o mesmo tem uma Responsabilidade Civil de indenizar tais casos (SOUSA, 2018).

2. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)

Segundo o Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17 - Ergonomia (2002), a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), é um processo construtivo e participativo para a resolução de um problema complexo que exige o conhecimento das tarefas, da atividade desenvolvida para realizá-las e das dificuldades enfrentadas para se atingir o desempenho e a produtividade exigidos.

A AET tem por objetivo a real compreensão da situação de trabalho, o confronto de aptidões com limitações à luz da ergonomia, visando realizar um diagnóstico das situações críticas com a legislação oficial, além de estabelecer sugestões, alterações e recomendações de ajustes de processo, do produto, do posto de trabalho e ambiente (PALUDO; BRAVIN, 2015).

Ida e Buarque (2016) afirmam que com o passar dos anos as organizações estão cada vez mais dedicadas a implantar programas que contribuam para a saúde do trabalhador, desenvolvendo projetos ergonômicos com intuito de contribuir com suas vantagens de maneira eficaz na vida dos colaboradores, alavancando sua produtividade individual. Dentre as análises ergonômicas pode-se citar os métodos *Ovako Work Analysis System (OWAS)*, *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*, *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, Suzanne Rodgers e Moore Garg, como as principais ferramentas empregadas pelos ergonomistas (GARCIA; PECE; MAIA, 2012). Como foco do trabalho, foi utilizado a análise por meio da ferramenta RULA.

2.1 ANÁLISE DA DEMANDA

Segundo a NR 17 (2002), a demanda pode ser a constatação de que em determinado setor há um número elevado de doenças ou acidentes (demanda de saúde) ou reclamações de sindicato de trabalhadores (demanda social) ou a partir de uma notificação de auditores-fiscais do trabalho ou de ações civis públicas (demandas legais) que, por sua vez, também se originam

de alguma queixa ou reclamação. Da parte das empresas, uma demanda quase sempre advém da necessidade de melhorar a qualidade de um produto ou serviço prestado ou motivado por maiores ganhos de produtividade. Ou seja, a demanda é aquela a qual motivou a empresa a realizar a análise, seja ela para prevenção ou correção.

A análise na demanda inicia-se no processo dos primeiros contatos do ergonômista com os trabalhadores, onde a demanda é identificada. Nesse mesmo ponto é possível entender a origem do problema e encontrar suas causas a partir das reclamações e queixas dos colaboradores, sendo analisado o ambiente de trabalho, desmembrando todos os possíveis motivos que originaram os problemas referidos, ou as modificações solicitadas (IIDA, 2005).

Após a conclusão da coleta de dados é possível chegar até o problema a ser estudado, onde será realizada a análise para as determinadas situações. Mas, para realização desta análise, deve-se criar um padrão por meio das respostas, para quantificar os dados já estratificados, ou seja, faz-se necessário caracterizar o perfil da amostra e analisá-la (IIDA; BUARQUE, 2016).

2.2 ANÁLISE DA TAREFA

De acordo com Iida (2005) a análise da tarefa é uma das etapas que complementam a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), tendo como objetivo agregar informações inerentes à realização das atividades laborais desenvolvidas pelos colaboradores.

Nesse sentido, Guérin *et al.*, (2001) afirmam que a tarefa é um conjunto de prescrições, mas também de representações, deste modo, nos casos em que uma organização não possui nada (ou pouco) escrito, a tarefa prescrita virá quase exclusivamente da expectativa dos gestores em relação ao trabalho do outro, ou da expectativa dos trabalhadores em relação ao próprio trabalho.

2.3 FERRAMENTA ERGONÔMICA RULA

O *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) foi desenvolvido em 1993 por McAtamney e Corlett, e tem como objetivo a classificação integrada de riscos de lesões musculoesqueléticas dos membros superiores ligadas ao trabalho (BAÚ, 2002).

O método de RULA é uma adaptação do método *Ovako Working Posture Analysing System* (OWAS), somado a outras variáveis que são: amplitude de movimentos articulares; repetitividade e força, recomendando-se, para analisar a sobrecarga que se concentra no pescoço e membros superiores durante a atividade (CAPELETTI, 2015).

Ainda conforme Capeletti (2015), o método baseia-se em análises dos membros superiores e inferiores onde o corpo é dividido em dois grupos, A e B. O grupo A é composto por braços, antebraços e punhos enquanto o grupo B é representado pelo pescoço, tronco, pernas e pés. Esse método utiliza figuras de posturas do corpo e três tabelas que avaliam o nível de exposição a fatores de risco, sendo analisados em três estágios: identificação da postura de trabalho; aplicação de sistema de escore e aplicação de escala de níveis de risco.

Segundo Paula (2016), o determinante de risco ergonômico nesse método é representado pelas posturas assumidas pelos trabalhadores na jornada de trabalho. A avaliação de risco é feita a partir de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho pontuando as posturas, frequência e força dentro de uma escala que varia de 1 (um), correspondente ao intervalo de movimento ou postura de trabalho onde o fator de risco correlato é mínimo até ao valor 9 (nove) onde o fator de risco correlato é máximo, o escore final é comparado com tabela de nível de intervenção. Esta pontuação é fundamentada na literatura especializada em biomecânica ocupacional. É importante ressaltar que as posturas são compatíveis com as angulações entre os membros e o corpo alcançando a pontuação que definirá a classe de ação a ser escolhida (CAPELETTI, 2015).

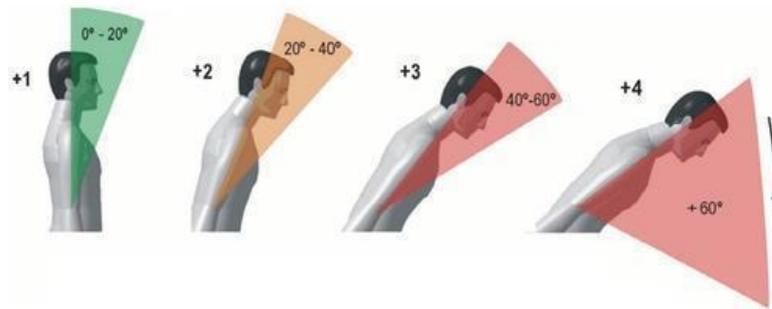
Nas Figuras 1 a 6 estão ilustradas as pontuações do método RULA, com base no posicionamento das regiões do corpo humano.



Fonte: Ribeiro (2022).

Na Figura 1, observa-se a pontuação da região da cabeça e pescoço, de modo que a com a inclinação entre 0° a 10° para frente, soma-se mais um ponto, com inclinação de 10° a 20° soma-se mais dois pontos, com a inclinação para frente acima de 20° soma-se mais três pontos, e caso a inclinação seja para trás como ilustrado acima de 5° , soma-se mais quatro pontos.

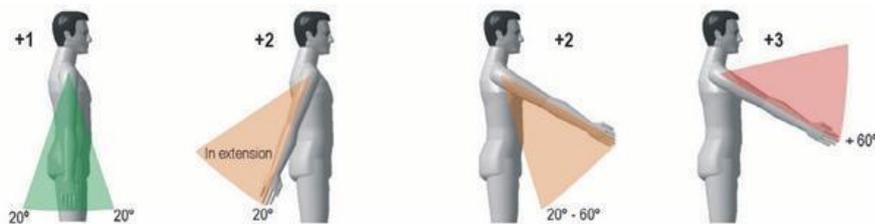
Figura 2 - Pontuação da região do tronco.



Fonte: Ribeiro (2022).

Na Figura 2, observa-se a pontuação da região do tronco com inclinação para frente, sendo essa inclinação entre 0° e 20° soma-se mais um ponto, com a inclinação entre 20° e 40° soma-se mais dois pontos, com a inclinação entre 40° e 60° soma-se mais três pontos, e caso a inclinação seja acima de 60° soma-se mais quatro pontos.

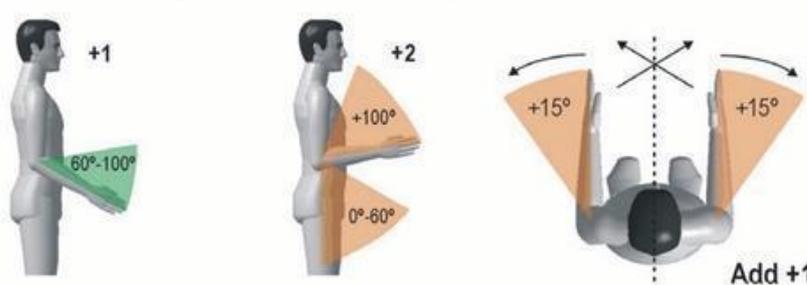
Figura 3 - Pontuação da região dos braços.



Fonte: Ribeiro (2022).

Na Figura 3, observa-se a pontuação da região dos braços, considerando a posição dos braços alinhadas ao lado do tronco, e caso ocorra movimentação dos braços de 20° para trás ou para frente soma-se mais um ponto, com a movimentação dos braços para trás acima de 20° soma-se mais dois pontos, já se a movimentação ocorrer para frente entre 20° e 60° soma-se mais dois pontos, e caso a movimentação dos braços para frente seja maior que 60° soma-se mais três pontos.

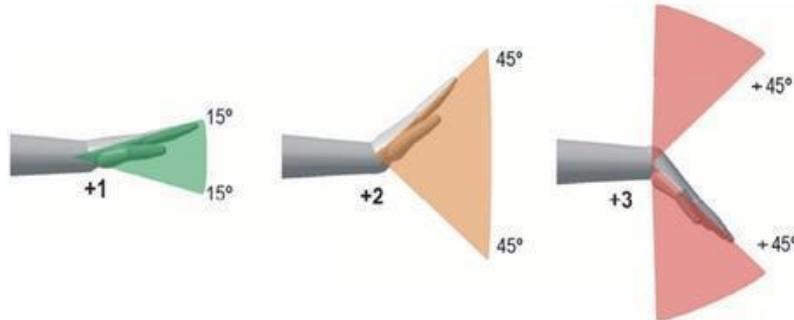
Figura 4 - Pontuação da região dos antebraços.



Fonte: Ribeiro (2022).

Na Figura 4, observa-se a pontuação da região dos antebraços, caso ocorra uma movimentação entre 60° a 100° soma-se mais um ponto, se essa movimentação ocorrer entre 0 a 60° ou seja maior que 100° soma-se mais dois pontos, se a movimentação dos antebraços cruza o plano sagital, ou realizar movimentações exteriores ao tronco acima de 15° soma-se mais um ponto.

Figura 5 - Pontuação da região dos pulsos.



Fonte: Ribeiro (2022).

Na Figura 5, observa-se a pontuação da região dos pulsos, de modo que, com o braço estendido, e com a inclinação do pulso para cima ou para baixo em 15° soma-se mais um ponto, se a inclinação for de 15° a 45° soma-se mais dois pontos, mas caso a inclinação seja acima de 45° soma-se mais três pontos.

Após as análises de cada segmento, deve-se pontuar todos os segmentos dos grupos A e B, e também referente ao uso da musculatura e a pontuação de força e carga, por meio desta somatória, serão encontrados os valores que preencherão as informações de pontuação geral (BATISTA, 2020). Sendo assim, a pontuação da contração muscular consiste em:

- Postura estática prolongada por período superior a 1 min.: +1;
- Postura repetitiva, mais que 4 vezes: +1;
- Postura fundamentalmente dinâmica (postura estática inferior a 1 min) e não repetitiva: 0.

Já a pontuação de força e carga classifica-se como:

- Sem carga ou menor que 2 Kg intermitente: 0;
- Carga entre 2 a 10 Kg intermitente: +1;
- Carga entre 2 a 10 Kg estática ou repetitiva: +2;
- Carga superior a 10 Kg intermitente: +2;
- Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva: +3;
- Há força brusca ou repentina: +3.

Pode-se observar a pontuação relacionada a contração muscular, onde a postura estática prolongada por período superior a 1 minuto resulta na soma de mais um ponto, se a contração muscular estiver relacionada a uma postura repetitiva, e mais que 4 vezes também soma-se mais um ponto, em caso de postura dinâmica, sendo inferior a 1 minutos e não repetitiva, não se faz necessário a somatória de pontos.

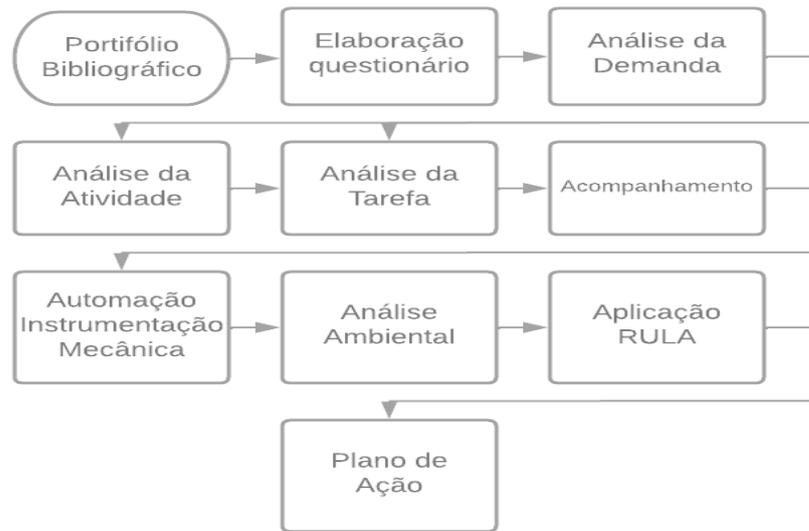
Ainda, pode-se observar a pontuação relacionada a força e carga, de modo que, se não houver carga ou seja menor que 2 Kg, não se faz necessário pontuar, se a carga for entre 2 Kg e 10 Kg intermitente soma-se mais um ponto, se a carga for entre 2 Kg e 10 Kg estática ou repetitiva soma-se mais dois pontos, com carga superior a 10 Kg intermitente soma-se mais dois pontos, em caso de carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva soma-se mais três pontos, e por fim se há força brusca ou repentina soma-se mais 3 pontos.

A partir da definição das pontuações das movimentações das regiões do corpo, contração muscular, carga e força, é possível definir o nível de ação, e a intervenção que se faz necessária, sendo nível de ação 1, quanto obter pontuação de 1 a 3, e como intervenção recomenda-se (a postura é aceitável se não for mantida ou repetida por longos períodos), sendo nível de ação 2, quanto obter pontuação 3 a 4, e como intervenção recomenda-se (são necessárias investigações posteriores; intervenções podem se tornar necessárias), sendo nível de ação 3, quanto obter pontuação 5 a 6, e como intervenção recomenda-se (é necessário investigar e mudar em breve), e por fim sendo nível de ação 4, quando obtiver pontuação maior ou igual a 7, e como intervenção recomenda-se (é necessário investigar e mudar em breve).

3. METODOLOGIA

Para Rodrigues (2007) a pesquisa de campo busca proporcionar maior familiaridade com o problema, realizando o levantamento bibliográfico e a coleta de dados. Sendo assim, o estudo classifica-se como sendo pesquisa de campo, uma vez que busca em seus objetivos conceituar e realizar o levantamento de dados em relação a AET como exhibe a Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma sobre a metodologia.



Fonte: Autores (2022).

Na primeira etapa do estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, para facilitar o entendimento dos conceitos relacionados a ergonomia e Análise Ergonômica do Trabalho (AET), auxiliando na definição da ferramenta ergonômica a ser utilizada na análise do *software* Ergolândia 8.0, e qual seria a estratégia utilizada para a coleta de dados.

Diante disso, a técnica escolhida para ser utilizada na coleta de dados foi a de um questionário *online*, a partir da plataforma *Google Forms* contendo um total de 20 perguntas, que foram adaptadas do modelo criado por Barbosa (2000), de acordo com as necessidades de informações exigidas pelo estudo envolvendo a AET.

Para realização da segunda etapa, aplicou-se o questionário adaptado, que conforme citado por Barbosa (2000), originalmente foi direcionado para um setor de mecânica, mas que foi adaptado para ser respondido por mantenedores e operadores de uma indústria de celulose e papel, deste modo, os colaboradores foram abordados durante as suas jornadas de trabalho com horários entre 08:00 e 17:00 horas. No questionário haviam perguntas relacionadas a ergonomia física, cognitiva e organizacional, de modo que fosse possível realizar a análise da demanda, observando o perfil profissional das amostras e os impactos do ambiente industrial na ergonomia, a partir da tabulação dos dados no *Software Microsoft Excel*.

Já na terceira etapa, com a análise da demanda concluída, optou-se por focar na análise da tarefa e análise da atividade no setor de manutenção, observando algumas atividades referentes ao cotidiano dos colaboradores de manutenção. Então, realizou-se um acompanhamento de atividades de mecânica, instrumentação e automação, registrando

detalhadamente as etapas, e como os fatores ergonômicos influenciam na realização das atividades, as tarefas foram realizadas na área de uma máquina de produção de papel. Devido a isso, a análise ambiental considerou que o ambiente possui temperatura elevada em alguns pontos devido a secagem do papel, e pontos de baixa luminosidade devido aos três andares da máquina, com atividades sendo realizadas desde a parte superior com boa luminosidade até a inferior (porão), com baixa luminosidade.

Na quarta etapa, após a conclusão da análise da tarefa e análise da atividade foram considerados quatro postos de trabalho das especialidades de mecânica, instrumentação e automação, para serem analisados utilizando a ferramenta RULA, por meio do *Software Ergolândia 8.0*, considerando as movimentações dos membros do corpo e atribuindo pontuações, para que se obtenha o nível de ação e a intervenção que se fizer necessária no posto de trabalho analisado. Posteriormente com o resultados da análise de cada posto de trabalho, foram definidas algumas sugestões de melhorias ergonômicas para o colaborador.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DA DEMANDA

Para a realização da análise da demanda foi adaptado um questionário com 20 perguntas para coleta de dados ergonômicos em ambientes industriais, com o objetivo de realizar a análise ergonômica do trabalho. O local onde o questionário foi aplicado é uma empresa de grande porte do segmento de celulose e papel, onde os colaboradores tiveram acesso ao questionário de forma virtual utilizando o *Google Forms* para coleta das amostras.

Após enviar o questionário para os colaboradores foram obtidas 37 respostas, mescladas entre colaboradores que atuam no setor de manutenção e operação, sendo 83,8% do sexo masculino e 16,2% do sexo feminino.

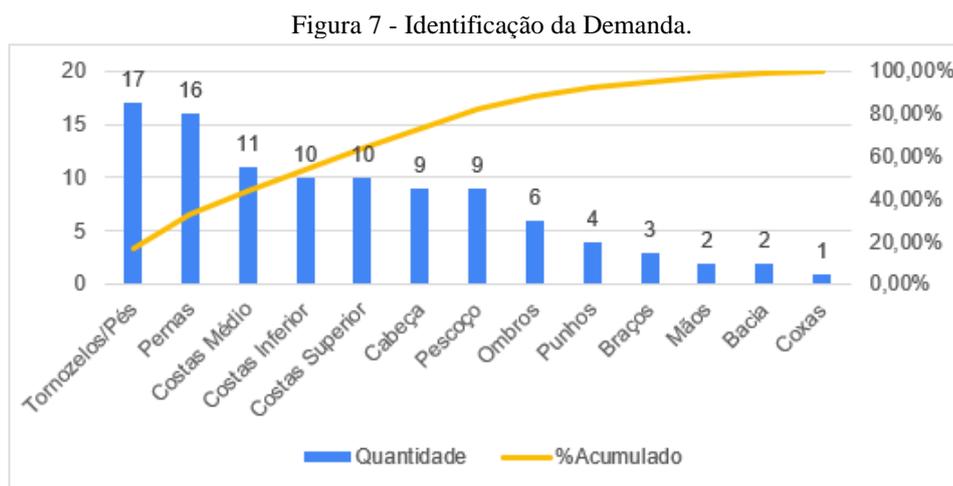
Também foram coletados dados referentes a faixa de idade dos colaboradores, e a quanto tempo estão atuando no ambiente industrial, 12 colaboradores estavam com idades entre 21 a 25 anos (32,4%), 10 colaboradores estavam com idades entre 26 e 30 anos (27%), 5 colaboradores estavam com idades entre 31 a 35 anos (13,5%), 3 colaboradores estavam com idades entre 36 a 40 anos (8,1%) e 7 colaboradores estavam com idade acima de 41 anos (18,9%).

Entre os colaboradores que foram consultados, 30 são membros da equipe de manutenção e 7 da equipe de operação da empresa. Sendo assim, 9 são da manutenção em

instrumentação (24,3%), 7 da manutenção elétrica (18,9%), 7 da manutenção mecânica (18,9%), 6 operadores de área (16,2%), 6 da manutenção em automação (16,2%), 1 da manutenção civil (2,7%), e 1 operador de máquina (2,7%).

Em relação ao tempo de trabalho na indústria, os participantes responderam que 14 trabalham entre 6 a 10 anos (38,2%), 13 trabalham a menos de 5 anos (35,3%), 6 trabalham entre 11 e 15 anos (17,6%) e 4 trabalham a mais de 20 anos (8,8%).

No questionário existia uma pergunta relacionada a quais as possíveis dores, incômodos e desconfortos em diferentes regiões do corpo após as atividades de trabalho que eram observadas pelos colaboradores. Com isso, obteve-se um resultado de 17 ocorrências de dores em tornozelos/pés e 16 ocorrências de dores nas pernas que representam aproximadamente 20% de ocorrências de dores incômodos e desconfortos, e que representam o maior número se comparado com o restante dos 80% dos dados, e que pode ser ilustrado no Figura 7.



Fonte: Autores (2022).

Conforme apresentado pela Figura 7, observou-se por meio das respostas que boa parte do tempo os colaboradores da indústria trabalham em pé e em constante movimentação, ocasionando dores e incômodos mais constantes nas regiões dos tornozelos/pés e pernas conforme exhibe o gráfico de Pareto.

4.2 ANÁLISE DA TAREFA

4.2.1 TAREFA 1 - INSPEÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE FILTRO DE AR

Na tarefa 1, o colaborador designado para a realização da atividade é um instrumentista, responsável pela inspeção e substituição do filtro de ar, durante a atividade é necessário a

utilização dos seguintes EPI's, como capacete, óculos, protetor auricular, sapato fechado e luvas multitalato.

Tendo como sequência de passos, sendo: inspecionar visualmente o filtro; verificar vazamentos; fechar válvula manual; retirar o copo do filtro; retirar a trava do elemento filtrante; substituir o elemento filtrante; fixar trava do elemento filtrante; fixar copo do filtro e abrir válvula manual. A jornada de trabalho inicia-se com a entrada às 08:00 horas, seguido do almoço de 12:00 às 13:00 horas e a saída às 17:00 horas, a realização da tarefa pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Substituição do elemento filtrante.



Fonte: Autores (2022).

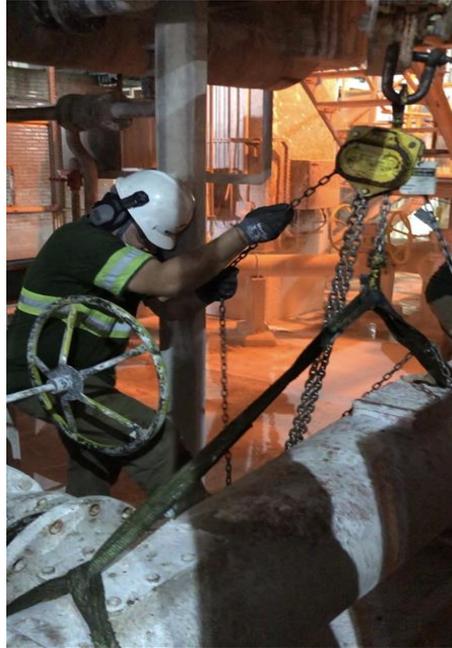
4.2.2 TAREFA 2 – RETIRADA DA BOMBA DE TINTA

Na tarefa 2, o colaborador designado para a realização da atividade deve ser um mecânico, sendo responsável pela retirada segura de bomba de tinta de máquina de papel, durante a atividade é necessário a utilização dos EPI's, capacete, óculos, protetor auricular, sapato fechado e luvas multitalato, ferramenta necessária é utilização de um jogo de chaves de boca, cintas, talhas, marreta e talhadeira.

Tendo como sequência de passos: remover tinta acumulada na base da bomba; soltar parafusos de fixação da base e acoplamento da bomba; passagem de cintas e talhas para suspensão da bomba e posicionar bomba em local de retirada para empilhadeira. A jornada de trabalho inicia-se com a entrada às 08:00 horas, seguido do almoço de 12:00 às 13:00 horas e a

saída às 17:00 horas, a realização da tarefa pode ser observada na Figura 9.

Figura 9 - Retirada de bomba de tinta.



Fonte: Autores (2022).

Para iniciar a atividade o colaborador realiza a retirada de tinta acumulada na base da bomba para facilitar o afrouxamento de porcas e parafusos, utilizando a talhadeira e marreta, flexionando os joelhos e estendendo os braços para a frente.

Após a retirada de tinta seca acumulada, inicia-se o processo de afrouxe dos parafusos na mesma posição do passo anterior, em seguida é feita a passagem de cintas e talhas na bomba para possibilitar a remoção, para a realização dessas etapas o colaborador mantém o tronco inclinado para frente e com os dois braços estendidos. Para a suspensão da bomba o colaborador, mantendo a posição do tronco inclinado e com os braços estendidos, realiza o trabalho de puxar a corrente da talha fazendo força para baixo ou de acordo com o sentido das correntes, na sequência deve ser posicionada a bomba no local indicado para que possa ser feito transporte para oficina central, finalizando assim a atividade.

4.3 ANÁLISE AMBIENTAL

A partir de algumas perguntas sobre o ambiente foi possível encontrar a porcentagem de cada nível de ruído, temperatura e iluminação, conforme exibe o Tabela 1.

Tabela 1 - Características Ambientais.

Característica Ambiental	Muito (%)	Normal (%)	Pouco (%)	Muito Pouco Quase Nada (%)
Ruídos	8%	41%	32%	19%
Temperatura	5%	30%	46%	19%
Luminosidade	3%	49%	49%	0%

Fonte: Os Autores (2022).

De acordo com o Tabela 1, nota-se que apenas 8% das respostas afirmam que o ambiente possui alto índice de ruído, e 41% das amostras afirmam que o ruído é normal, ou seja, aceitável e que não trás qualquer incômodo durante a jornada de trabalho.

Em relação à temperatura encontrada no ambiente, 46% das pessoas responderam que pode-se classificar como pouco, e 30% consideram normal ou alto. A partir dessa amostra, identifica-se que a temperatura em que o trabalhador é exposto gera calor excessivo, podendo causar desconfortos durante suas atividades.

Segundo as amostras coletadas em ambiente industrial, os resultados encontram-se divididos entre 49% que consideram luminosidade normal e 49% consideram baixa, e ainda, apenas 1% considera muito alta. Sendo assim, entende-se que o ambiente possui boa iluminação, ou baixa, a partir da análise ambiental é possível concluir o resultado da amostragem, porém, devido a variedade de áreas em que os amostrados executam suas tarefas é possível considerar a luminosidade baixa, como na área de instrumentação.

Utilizando o *software* Ergolândia 8.0 realizou-se a análise ergonômica do trabalho, com a aplicação do método RULA na tarefa 1 referente a inspeção e substituição de filtro de ar, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Análise Ergonômica do Trabalho utilizando o método RULA.

BANCO DE DADOS - MÉTODO RULA		Exportar		
Nome do trabalhador	Trabalhador 1			    
Empresa	Indústria			
Setor	Manutenção			
Função	Instrumentista			
Tarefa Executada	Inspeção e substituição de filtro de ar			
Braço	De 45 a 90 graus			
Antebraço	De 60 a 100 graus			
Punho	Entre - 15 e + 15 graus	Desvio da linha neutra		
Rotação do punho	Rotação média			
Pescoço	De 10 a 20 graus		Inclinação lateral	
Tronco	De 0 a 20 graus			
Pernas	Pernas e pés não estão corretamente apoiados e equilibrados			
Musculatura (Grupo A)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Musculatura (Grupo B)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Carga (Grupo A)	Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente			
Carga (Grupo B)	Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente			
Pontuação	6	Nível de ação	3	

Fonte: *Software Ergolândia* (2022).

Foram selecionadas as opções de condições de trabalho referente à tarefa 1 para avaliação, durante a atividade o braço é mantido com inclinação de 45 a 90 graus, o antebraço é mantido de 60 a 100 graus de inclinação, já os punhos se variam entre -15 e +15° graus com rotação média, o pescoço inclina de 10 a 20 graus e lateralmente também, o tronco também pescoço inclina de 10 a 20 graus.

Nesta atividade as pernas e pés não permanecem corretamente apoiados e equilibrados em relação ao chão, referente a musculatura para o grupo A (braço, antebraço e punho) e grupo B (pescoço, tronco e pernas), a postura se mantém estática por mais de 1 minuto em alguns momentos, ou mais de 4 vezes por minuto, e em relação a carga para os dois grupo permanece a como sem carga ou menor que 2 Kg intermitente durante a realização da tarefa, com isso obteve-se a pontuação 6 e nível de ação 3, conforme pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 – Pontuação final do método RULA.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **6**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: *Software Ergolândia* (2022).

Para a tarefa 1 obteve-se uma pontuação de 6 com um nível de ação 3 que recomenda como intervenção a realização de uma investigação no posto de trabalho e que mudanças devem ser inseridas para melhorar as condições ergonômicas no local. Em virtude das medidas de intervenção, recomenda-se verificar a partir da investigação que tipo de medidas podem ser tomadas. Uma das sugestões de melhoria seria a utilização de um exoesqueleto, como ilustra a Figura 12, o qual é responsável por reduzir a fadiga muscular e os riscos de lesões, dando suporte aos membros inferiores para possibilitar a permanência em certas posturas.

Figura 12 – Exoesqueleto.



Fonte: Quatro Rodas (2018).

Devido ao pequeno espaço de movimentação, não seria possível adicionar nenhum assento ou ponto de apoio fixo. Em relação a ergonomia ambiental, nesta atividade o colaborador fica exposto a pouca iluminação e como uma proposta de melhoria, poderia ser utilizada uma lanterna de cabeça para fixação no capacete, a fim de facilitar o processo de inspeção e substituição do filtro de ar.

Tarefa 2 - Retirada de bomba de tinta: Por fim, a partir do *software* realizou-se a análise ergonômica do trabalho, com a aplicação do método RULA na tarefa 4 referente a retirada da bomba de tinta, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Análise Ergonômica do Trabalho utilizando o método RULA.

BANCO DE DADOS - MÉTODO RULA

Exportar

Nome do trabalhador	Trabalhador 4			    
Empresa	Industria			
Setor	Mecanica			
Função	Mnutenção			
Tarefa Executada	Troca de bomba de tinta			
Braço	De 45 a 90 graus	Abdução		
Antebraço	Maior que 100 graus			
Punho	Maior que + 15 graus			
Rotação do punho	Rotação média			
Pescoço	De 10 a 20 graus			
Tronco	De 20 a 60 graus			
Pernas	Pernas e pés bem apoiados e equilibrados			
Musculatura (Grupo A)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Musculatura (Grupo B)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Carga (Grupo A)	Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva			
Carga (Grupo B)	Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva			
Pontuação	7	Nível de ação	4	

1 de 2

Fonte: Software Ergolândia (2022).

No *Software*, selecionando opções de condições de trabalho referente à tarefa 4 para avaliação, o pescoço do colaborador se mantém em boa parte do tempo com o pescoço inclinado em mais de 20 graus, já o tronco permanece boa parte do tempo inclinado entre 0 e 20 graus. As pernas e pés não estão corretamente apoiados e equilibrados, em relação a carga para o grupo A, recebe carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva, já o grupo B permanece sem carga ou menor que 2 Kg intermitente durante a realização da tarefa, com isso obteve-se a pontuação 6 e nível de ação 3, conforme pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Pontuação final método RULA.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **6**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: Software Ergolândia (2022).

Para a tarefa 4 obteve-se uma pontuação de 6 com um nível de ação 3 que recomenda como intervenção a realização de uma investigação no posto de trabalho e mudanças a serem inseridas a fim de melhorar as condições ergonômicas do trabalhador.

Nesta tarefa pode-se observar a ausência de postura do trabalhador, que pode ser corrigida, por exemplo, por uma cinta corretora de postura, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Cinta Corretora de postura industrial.



Fonte: Danny EPI (2014).

Além disso, pode-se também adaptar uma talha, seja ela manual ou elétrica, visando diminuir o tempo de exposição do colaborador às posturas e esforços incorretos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos objetivos propostos neste estudo, todos foram alcançados, onde foram apresentados os conceitos relacionados à ergonomia e a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), possibilitando maior entendimento sobre conceitos e ferramentas ergonômicas que podem ser aplicadas em uma determinada AET.

Foi possível analisar a demanda e a tarefa no setor escolhido para a realização do estudo, sendo assim, foram observadas as posições de trabalho dos colaboradores da empresa, e com a utilização do *software* Ergolândia 8.0 aplicou-se a ferramenta RULA, a qual facilitou a identificação dos níveis de ação e as intervenções necessárias nas posturas durante a execução das atividades por meio de pontuações.

Após identificadas as necessidades, foram definidas algumas sugestões de melhorias para os postos de trabalho, visando melhorar as condições de trabalho para os colaboradores, para estudos futuros, considera-se como proposta a utilização outra ferramenta ergonômica na AET, e posteriormente uma comparação com os resultados obtidos por meio da aplicação da ferramenta RULA.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. A. P. **Análise dos serviços de manutenção de máquinas e equipamentos a partir de uma abordagem ergonômica.** 2000. 173 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis - SC, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78298/175143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 4 maio 2022.
- BATISTA, F. S.; OLIVEIRA, M. V. S.; FERREIRA, D. V.; SILVA, L. G. B.; NETO, A. V. M. Análise ergonômica do trabalho: aplicação nos serviços de montagem e desmontagem de andaime. 2020. XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu - PR. **Anais do XL ENEGEP 2020.** Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_349_1794_40614.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.
- BAÚ, L. M. S.; **Fisioterapia do Trabalho: Ergonomia, Legislação, Reabilitação.** Curitiba: Cládosilva, 2002.
- CAPELETTI, B. H. G. M; FRANCHINI, A. S; CATAI, R. E.; MATOSKI, A. Aplicação do método Rula na investigação da postura adotada por operador de balanceadora de pneus em um centro automotivo. 2015. XXXV ENEGEP, Fortaleza - CE. **Anais do XXXV ENEGEP 2015.** Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_209_238_27505.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.
- DANNY EPI. **Cinta ergonômica: indicações e posições de uso.** 2014. Disponível em: <https://www.danny.com.br/blog-post/cinta-ergonomica-indicacoes-e-posicoes-de-uso/>.
- FERREIRA, M. S.; RIGHI, C. A. R. **Ergonomia.** 2009. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- GARCIA, L. D; PECE, C. A. Z.; MAIA, J. M. Análise cinético-funcional em dentistas: revisão de métodos. 2012, In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, n. 13, Mogi das Cruzes. **Anais do XXII CBEB 2012.**
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o Trabalho para Transformá-lo: A Prática da Ergonomia.** 2001. São Paulo: Edgard Blücher; Fundação Vanzolini. 200 p.
- HOFFMAN, S.; HARRIS, J. **Cinesiologia: O estudo da atividade física.** Porto Alegre, Editora Artmed. 2002.
- KIMURA, M. N. *et al.* Ginástica laboral: uma breve revisão. **Revista Digital. Buenos Aires.** v. 15, n. 144, 2010.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 360p.
- IIDA, I.; BUARQUE, L. **Ergonomia, Projeto e Produção.** São Paulo: Edgard Blucher, 2016. 850 p.

OLIVEIRA NETTO, A. A.; TAVARES, W. R. **Introdução à Engenharia de Produção**. Florianópolis: Visual Book, 2006. 164 p.

PALUDO, V.; BRAVIN, H. C. M. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) aplicado no processo de salga da carne de uma fábrica de charque. 2015. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza. **Anais do XXXV ENEGEP 2015**.

PAULA, A. J. F; SILVA, J. C. P; SILVA, J. C R. P. Avaliação de risco ergonômico em indústria de confecção através do método de análise postural *Rula Rapid Upper Limb Assessment*. 2016. XXIII Simpep Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais do XXIII Simpep**.

RIBEIRO, R. **Análise Ergonômica Do Trabalho - RULA**. In: Safety Culture [S. l.], 2022. Disponível em: <https://public-library.safetyculture.io/products/analise-ergonomica-do-trabalho-rula>. Acesso em: 4 abr. 2022.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. FAETEC/IST. Paracambi - RJ. 2007.

SANTOS, M.; GUERREIRO, M.; HAMADA, A.; SANTOS, K.; LUCIANO, L. Percepção sobre ergonomia pelos acadêmicos de odontologia de uma faculdade privada de Imperatriz - MA. **Revista Odontológica de Araçatuba**, Araçatuba - SP, v. 38, n. 1, p. 19-26, 2017. Disponível em: <https://apcdaracatuba.com.br/revista/2017/04/TRABALHO3.PDF>. Acesso em: 1 maio 2022.

SOUSA, M. O. R. **A responsabilidade civil do empregador na indenização em decorrência de doença ocupacional**. p. 48. Bacharelado – Direito, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2018.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) NO SETOR DE LOGÍSTICA: CARREGAMENTO EM CAMINHÕES

Alex Sandro Marcondes¹

Ester Ferreira da Silva²

Gabriel de Almeida Schefer³

Matheus Nilton dos Santos Pontes⁴

Vitor Hugo dos Santos Filho⁵

Kaline Araújo de Oliveira⁶

Resumo: O presente estudo buscou-se implementar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) em uma empresa de reprocessamento de papel, focando o estudo no setor de logística, onde pode-se verificar as atividades desenvolvidas pelos caminhoneiros no processo de carregamento dos caminhões. Para isso, foi realizado um mapeamento do processo em campo das atividades desenvolvidas no estudo, aplicando 33 questionários nórdicos dos sintomas musculoesqueléticos para diferentes motoristas, onde este questionário foi dividido por membros do corpo, para conhecer em quais membros os caminhoneiros sentem mais desconforto proveniente das atividades desenvolvidas, para assim, propor medidas para minimizar os riscos de lesões. Durante o estudo, pode-se utilizar por meio do mapeamento em campo juntamente com ferramentas de análises ergonômicas Moore e Garg e RULA, que as atividades desenvolvidas pelos caminhoneiros realmente podem levar de lesões leves até lesões graves que podem afastar do seu trabalho e que em algumas atividades a mudança de como é realizada deve ser modificada o mais breve possível, sendo assim, foi proposto para a empresa elaborar Instruções de Trabalhos (ITs), para que o caminhoneiro possa desenvolver suas atividades corretamente.

Palavras-chave: Pessoas; Ergonomia; Trabalho; AET.

Abstract: The work under study sought to implement the Ergonomic Analysis of Work (AET) in a paper reprocessing company, focusing the study on the logistics sector process, where one can verify the activities developed by truck drivers in the process of loading trucks. To this end, a mapping of the field process of the activities developed in the study in question was performed, applying 33 Nordic Musculoskeletal Symptoms Questionnaires to different drivers, where this questionnaire was divided by body members, to know in which members the truckers feel more discomfort from the activities developed, and thus propose measures to minimize the risk of injuries in them. During the study, it was possible to verify, by means of mapping in the field together with the AET Moore and Garg tools, and also the Rula tool, that the activities developed by truck drivers can actually lead from light injuries to serious injuries that can keep them away from their work, and that in some activities the change in how they are performed should be modified as soon as possible. Therefore, it was proposed to the company to develop Work Instructions (WIs) so that the truck driver can perform the activities correctly.

Keywords: People; Ergonomics; Work; AET.

¹Graduando do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. asmarcondes@hotmail.com.

²Graduanda do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. esterferreira67@outlook.com.

³Graduando do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. gabrielschefer99@gmail.com.

⁴Graduando do curso de Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. [msp.maco@gmail.com](mailto:m.s.p.maco@gmail.com).

⁵Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR, Docente no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. vitorhugosantosfilho@hotmail.com.

⁶Doutoranda em Engenharia de Produção pela UTFPR, Docente no Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. karaujooliveira@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Oliveira (2017) o desempenho de qualquer sistema “humano-produção” ou “homem-máquina” depende de sua interação entre os elementos técnicos organizacionais. Se o homem é necessário para a produção de um bem ou para prestação de um serviço, então os fatores produtivos devem ser adaptados a ele. O homem não pode ser “modificado” para ajustar-se aos fatores técnicos ou organizacionais no ambiente.

Neste estudo foram utilizadas as ferramentas Moore e Garg e RULA para saber em quais atividades necessitam de intervenção para que não haja o risco de lesões que vão desde lesões leves até mesmo lesões graves nos motoristas.

O objetivo do estudo consiste em implementar a AET no setor de logística, assim, mostrou-se a necessidade em elaborar um método de coleta da demanda, coletar e analisar a demanda dos motoristas, analisar o ambiente, mapear as tarefas e atividades dos motoristas, escolher a ferramenta mais adequada para utilizar o *Software Ergolândia 8.0* para propor recomendações de melhorias minimizando ou eliminando os riscos ergonômicos nas identificadas em cada atividade.

O estudo encontra-se fundamentado nas atividades realizadas por profissionais do ramo de transporte de cargas. Foram entrevistados 33 caminhoneiros, onde foi compartilhado com cada um deles o questionário ergonômico, voltado para suas condições de trabalho.

O estudo possui relevância social e industrial uma vez que revela que em meio a tantas tecnologias e meios de comunicação ainda é possível encontrar empresas com *déficit* em aprendizado e como muitos colaboradores não possuem conhecimento, ao longo do estudo todos as pessoas viram uma oportunidade em agregar conhecimento e como deve-se haver prevenção no ambiente de trabalho utilizando normas de maneira eficiente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

Miranda (2017) afirma que a AET tem por finalidade, transformar as condições de trabalho e adaptar às características psicofisiológicas dos trabalhadores, buscando conciliar dois universos sendo a saúde e produtividade. Dul e Weerdmeester (2012) destacam que a

ergonomia se refere a ciência aplicada ao desenvolvimento ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o propósito de melhorar os sistemas envolvendo segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho.

2.2 Análise da Demanda, Tarefa e Atividade

Para Iida (2005) a análise da demanda consiste na descrição de um problema ou situação problemática, que justifica a necessidade de uma ação ergonômica. Pode ser solicitado pela direção da empresa, pelos trabalhadores e suas organizações sindicais.

Já a análise da Tarefa na visão de Iida (2005) é um conjunto de objetivos prescritos, que os trabalhadores devem cumprir. Corresponde a um planejamento do trabalho e pode estar contida em documentos formais, como a descrição de cargos. Informalmente, pode corresponder a certas expectativas gerenciais.

Mendes e Machado (2016) mostram que a análise da tarefa é o objetivo que o colaborador deve executar, ou seja, é a descrição daquilo que ele desempenha dentro da empresa. Corresponde a um planejamento do trabalho e pode estar contida em documentos formais, como a descrição de cargos.

Iida (2005) mostra que a análise da atividade refere-se ao comportamento do trabalhador, na realização de uma tarefa. Ou seja, a maneira que o trabalhador deve proceder para alcançar os objetivos que lhe foram atribuídos. Os fatores internos localizam-se no próprio trabalhador e são caracterizados pela sua formação, experiência, idade, sexo e outros, além de sua disposição momentânea, como motivação, vigilância, sono e fadiga.

2.3 Ferramentas Ergonômicas do Trabalho

Para Costa e Klein (2016) a ferramenta Moore Garg avalia o índice de sobrecarga para o membro superior, utilizando como parâmetros a duração, frequência do esforço, postura, ritmo e duração do trabalho. Como demonstrado na Figura 1, sua aplicação resulta de um risco descrito com valores que variam em menor que 3 a 3.

Figura 1: Check list do método Moore e Garg.

Índice de Moore e Garg				
POSTO:	Máquina 1006 - Cristal	AUDITOR:	Elaine Santos	
TAREFA:	Encher Cartucho	DATA:	08/08/2014	
Classificação	Caracterização	Mult.	Enc.	Observações
Intensidade do esforço (FIT)				
Leve	Tranquilo	1.0	1,0	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0		Prensão palmar p/ sustentar o
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		maço de canetas e encher o
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		cartucho
Próx. máximo	Usa tronco e membros	13.0		
Duração do Esforço (FDE)				
< 10% do ciclo		0.5	X	
10-29% do ciclo		1.0		Ciclo = 120 seg
30-49% do ciclo		1.5	1,5	Duração do esforço = 4,5 seg
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
Frequencia do Esforço (FFE)				
< 4 por minuto		0.5	X	
4 - 8 por minuto		1.0	1,0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
Postura da Mão-Punho (FPMP)				
Muito boa	Neutro	1.0	X	
Boa	Próxima do neutro	1.0	1,0	
Razoável	Não neutro	1.5		
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 80%	1.0	X	
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0		
Rápido	100-115% (apertado porém acompanha)	1.5	1,5	
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompanha)	2.0		
Duração do trabalho (FDT)				
=< 1 hora por dia		0.25	X	
1-2 horas por dia		0.50		
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0	1,0	
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (FITx FDEx FFEx FPMPx FRTx F) =			2,25	
Interpretação:	< 3.0	Baixo Risco	X	RESULTADO: RISCO BAIXO
	3.0 - 7.0	Duvidoso		
	> 7.0	Alto Risco		

Fonte: Costa e Klein (2016).

Para Shida e Bento (2012) esse método foca nos membros superiores, verificando a sobrecarga funcional, pois, verifica cargas aplicadas em músculos e tendões, assim como a possível existência de movimentos repetitivos nas mãos e dedos como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Interpretação dos resultados Rula.

Menor que 3	Verde
3.0 – 7.0	Amarelo
Maior que 7	Vermelho

Fonte: Costa e Klein (2016).

O método Rula demonstra que quando o valor de risco se encontra com valor entre 1 e 2, a postura de trabalho é aceitável não sendo necessário mudança no posto de trabalho, porém, quando o valor de risco físico está com valores entre 3 e 4 o posto de trabalho precisa ser estudado e verificado se realmente não é necessária mudança no posto de trabalho. Pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2: Interpretação dos resultados Rula.

Níveis de ação	Pontuação	
Nível 1	1 – 2	Aceitável
Nível 2	3 – 4	Investigar
Nível 3	5 – 6	Investigar e mudar logo
Nível 4	7	Investigar e mudar imediatamente

Fonte: Costa e Klein (2016).

Assim, também os valores quando ficam entre 4 e 5 o posto de trabalho precisa ser investigado mais a necessidade de mudança a longo prazo, quando os valores ficam entre 5 e 6 é necessária uma investigação para que seja realizado uma mudança o mais rápido possível, já quando o valor fica acima de 7 o local de trabalho precisa ser mudado imediatamente, todas as mudanças visando evitar lesões nas pessoas que estão neles expostas.

2.4 Questionário dos Sintomas núcleo-esquelético

Para Iida (2005) o questionário dos sintomas núcleo-esquelético deve ser utilizado como um mapa corporal no qual o corpo humano é dividido em nove partes. O colaborador assinala com sim ou não nas perguntas referentes a estas nove partes visando compreender quais delas apresentam maior incômodo para ele.

Ferrari (2009) diz que devem ser questionados sobre o período de um ano de trabalho, sobre a semana anterior ao questionário, bem como sobre a ocorrência ou não de afastamento das atividades exercidas. Um exemplo de questionário pode ser apresentado na Figura 2.

Figura 2: Documento utilizado na ferramenta NMQ.

Partes do corpo com problemas		Você teve algum problema nos últimos 7 dias?	Você teve algum problema nos últimos 12 meses?	Você teve que deixar de trabalhar algum dia nos últimos 12 meses devido ao problema?
1 - Pescoço	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
2 - Ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - ombro direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - ombro direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - ombro direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
3 - Cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
4 - Punhos e mãos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão direita 3 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão esquerda 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois punho/mão	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão direita 3 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão esquerda 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois punho/mão	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão direita 3 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão esquerda 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois punho/mão	
5 - Coluna dorsal	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
6 - Coluna lombar	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
7 - Quadril ou coxas	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
8 - Joelhos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim
9 - Tornozelo ou pés	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim

Fonte: Iida (2005).

2.5 Análise Ambiental

Iida (2005) ainda fala que há uma série de fatores ligados ao projeto de máquinas e equipamentos, ao ambiente físico (iluminação, temperatura, ruídos, vibrações), ao relacionamento humano e diversos fatores organizacionais que podem ter uma forte influência sobre o desempenho do trabalho humano.

3. METODOLOGIA

Para a construção deste estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para explanação dos assuntos abordados, ou seja, expor a definição de vários autores em relação às suas ideias e metodologias, desta forma, utilizou livros e artigos.

Para realização da análise da demanda visando saber em qual área será realizado a aplicação do estudo de caso, foi aplicado o questionário Nórdico desenvolvido por Ferrari (2009) com 33 pessoas, com a identificação dos motoristas abordados nas empresas em que trabalham, idade, sexo, tempo de empresa, altura, peso, horas trabalhadas diariamente, tempo médio que ele permanece sentado, qual peso transporta manualmente em média entre outras questões. Para o mapeamento das atividades utilizou-se o *Ergolândia 8.0* onde obteve-se resultados que buscaram demonstrar o índice dos riscos em que os colaboradores se encontram expostos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Dentro do questionário também foram aplicadas questões para saber se os motoristas sentem alguma dor proveniente do esforço durante o trabalho, dividido em dor no pescoço, ombros, cotovelos, punhos e mãos, coluna dorsal, coluna lombar, quadril ou coxas, joelhos e tornozelos ou pé. A estrutura deste questionário, encontra-se separada em três estágios de perguntas, 1 direcionada a possíveis desconfortos na região do Pescoço e Tronco, 2 está direcionada aos membros superiores e 3 direcionada aos membros inferiores, como demonstrada na Figura 3.

Figura 3: Questionário aplicado aos Motoristas.

Empresa	<input type="checkbox"/> JSL <input type="checkbox"/> BBM <input type="checkbox"/> PMT <input type="checkbox"/> TLD <input type="checkbox"/> Outros
Idade	<input type="checkbox"/> 22 a 25 <input type="checkbox"/> 26 a 30 <input type="checkbox"/> 31 a 40 <input type="checkbox"/> 41 a 50 <input type="checkbox"/> acima de 51
Sexo	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Tempo de empresa em anos	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> Mais de 5
Altura (metros)	<input type="checkbox"/> 1,50 a 1,70 <input type="checkbox"/> 1,71 a 1,80 <input type="checkbox"/> acima 1,81
Peso (kg)	<input type="checkbox"/> 50 a 60 <input type="checkbox"/> 61 a 70 <input type="checkbox"/> 71 a 85 <input type="checkbox"/> Acima de 85
Horas trabalhadas diariamente (horas)	<input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> Acima de 12
Tempo médio de trabalho sentado (horas)	<input type="checkbox"/> 4 a 5 <input type="checkbox"/> 6 a 8 <input type="checkbox"/> 9 a 10 <input type="checkbox"/> Acima de 11
Sente excesso de cansaço na rotina de trabalho	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Sempre
Transporta peso manualmente	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Sempre
Qual o peso que você transporta manualmente	<input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 30
Dentro do ambiente de trabalho você sente calor	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Sempre
Qual parte do corpo você sente dores (Assinale na tabela abaixo)	

Fonte: Autores (2022).

Assim, também foi realizada a tabulação após a análise da demanda para demonstrar onde os motoristas estavam apresentando maiores problemas durante as suas atividades exercidas no dia a dia de trabalho, demonstrando o Gráfico de Pareto onde foi realizado o estudo para minimizar as lesões nos motoristas.

Durante a execução do trabalho foi realizada uma pesquisa sobre ferramentas que auxiliam nas ações que devem ser implementadas para a redução ou extinção de atividade que podem gerar lesões aos motoristas, verificando por meios das ferramentas Moore Garg e Rula.

O Método Moore Garg trata-se de um processo que avalia os índices de sobrepeso para os membros superiores, utilizando-se dos modos de medições em relação aos parâmetros de duração, frequência do esforço, postura, ritmo e duração do trabalho.

O Método Rula permite analisar as ocorrências que colocam os colaboradores em riscos, referentes a posturas extremas, força excessiva e atividades musculares, permite também que haja uma análise dinâmica focando nos esforços repetitivos e força.

4.1 Empresa Objeto de Estudo

A empresa objeto de estudo é uma convertedora de papel com mais de 35 anos de experiência no mercado gráfico, ofertando cartão e *kraft* nos formatos padrão e sob medida, conforme a necessidade de seus clientes. Atualmente, possui unidades fabris sendo uma em Telêmaco Borba no Paraná e outra em Mairiporã em São Paulo com capacidade produtiva total de 20.000 toneladas mês para corte e rebobinamento, além da recém-criada linha de papéis extrusados.

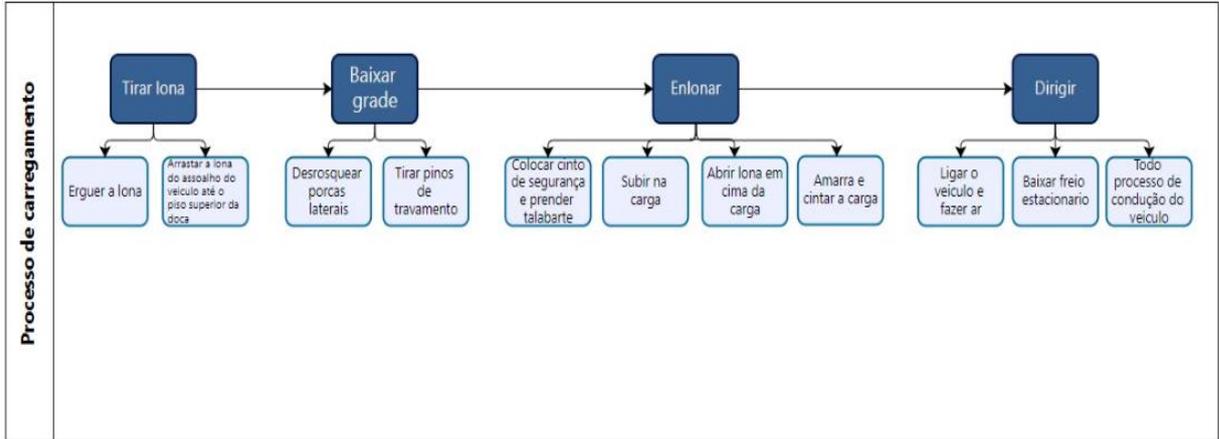
4.2 Análise Ergonômica da Demanda e Atividade

O problema a ser estudado na empresa visa demonstrar a demanda exercida pelos caminhoneiros no momento da carga e descarga do caminhão, atividade conhecida como de enlonar o caminhão, onde o motorista é responsável desde a abertura da grade do caminhão até onde o mesmo amarrar a carga após o carregamento do material a ser transportado.

Na figura 4 observa-se que o mapeamento descreve quatro tarefas principais de um motorista de caminhão, bem como a descrição das atividades, como um desdobramento da tarefa, em outras palavras, atividade como ações que levam a cumprir com a tarefa. Optou-se

por focar no processo de carregamento dos veículos, visto que é um processo que demanda mais atividades por parte dos motoristas se comparado a descarga.

Figura 4 - Mapeamento da Tarefa e Atividade



Fonte: Autores (2022).

De acordo com esta tarefa o motorista fica exposto a alguns impactos ambientais, pois, no local de carga e descarga em alguns casos é realizado em local fechado com outros caminhões em funcionamento, ficando exposto então ao ruído podendo causar problemas. Para facilitar a compreensão foi realizado um registro fotográfico, que mostra o ambiente de trabalho a partir da Figura 5.

Figura 5 – Abertura da grade do caminhão.



Fonte: Autores (2022).

A próxima atividade desenvolvida pelo motorista é a de estender a lona sobre a carga, a lona é colocada no local com o auxílio da empilhadeira que realiza a carga do caminhão, logo após o motorista sobe sobre a carga para desdobrar a lona, podendo gerar nos braços uma lesão muscular devido ao peso da lona e também lesões na coluna devido ao esforço físico exigido pela atividade e da posição em que fica com as costas envergadas. Esta atividade precisa em média de 30 minutos para ser realizada. A Figura 6 apresenta essa etapa de desdobramento da lona.

Figura 6 - Desdobrar a Lona.



Fontes: Autores (2022).

Após o motorista estender a lona ocorre o processo de amarrar a carga, onde o motorista utiliza-se de cordas e cintas para prender bem a lona, a qual tem como finalidade cobrir e proteger a carga, chegando na entrega ao cliente a mesma sem danos ao produto, esta atividade pode gerar lesões nos braços sendo estas lesões muscular visto que na maioria das vezes ao amarrar a carga os braços ficam posicionados acima da altura dos ombros e é necessário o uso da força nos braços e peso do corpo para que a corda possa ficar bem esticada, esta atividade em média demora em torno de 20 min para ser executada. Objetiva-se com a Figura 7 apresentar o processo de amarramento da carga.

Figura 7 - Amarramento da carga.



Fontes: Autores (2022).

4.3 Análise ambiental

A Tabela 3 foi elaborada dividindo em modelo de veículo, ano, quantidade analisada, ruído tolerável e ruído medido, por fim foi feita a diferença para observar o que estava dentro do tolerável, os níveis de ruído medidos, foram coletados por meio do aplicativo decibelímetro, dessa forma foi possível fazer algumas análises. Assim, pode constatar que veículos modificados, tendem a ter um nível elevado de ruído expondo o motorista a risco ergonômico, muitas vezes consentido. Na Tabela 3 pode-se observar um dos indicadores da análise do ambiente.

Tabela 3 - Análise de Ruído.

Modelo	Ano	Quantidade	Ruído Toleravel (dB) NBR10152	Ruído medido (dB)	Diferença
Mercedes Bens actros 2546	2019	1	50	43	-7
Volvo Fh 540	2019	4	50	46	-4
Scania R440	2018	3	50	51	1
Man tgx 29480	2017	7	50	47	-3
Volvo Fh 440	2010	1	50	57	7
Mercedes Benz 1620	2009	2	50	64	14
Wv costelellation 24250	2009	3	50	69	19
Ford cargo 1119	2006	3	50	62	12
Wv costelellation 24280	2006	2	50	69	19
Ford cargo 1722	2002	1	50	62	12
Scania t112	1990	2	50	70	20
Scania t112	1983	1	50	67	17
Mercedes Benz 1513	1980	1	50	92	42
Mercedes Benz 1513	1977	2	50	83	33

Fonte: Autores (2022).

Pode-se perceber a partir da Tabela 3 que dos 33 veículos objeto de estudo, somente 12 deles estão com nível de ruído dentro do tolerável. Nota se também, que quanto mais antigo é o veículo maior seu ruído independentemente do modelo, por consequência, mais exposto o

motorista está a riscos ergonômicos relacionados ao ambiente, conforme demonstra as Figuras 8 e 9:

Figura 8 - Análise de Calor.

Ano do veículo	Quantidade	Percentual	Veículos analisados
de 1970 a 1980	2	6%	33
de 1980 a 1990	2	6%	
de 1990 a 2000	2	6%	
de 2000 a 2010	11	33%	
de 2010 a 2020	16	48%	
Total	33	100%	

Fonte: Autores (2022).

Figura 9: Análise de Calor.

Pergunta	Resposta		
	Nunca	As vezes	Sempre
Dentro do ambiente de trabalho voce sente calor?	14	4	15
Percentual	42%	12%	45%
Total	33		

Fonte: Autores (2022).

Observando as Tabela 8 e 9, pode-se verificar que os veículos de 1970 a 2009, somados representam 51% do total, ou seja 17 veículos, e os motoristas que responderam que sempre sentem calor correspondem a 45% do total, 15 colaboradores. Dessa forma, pode-se perceber a influência direta do ano do veículo na sensação de calor percebida pelos motoristas, assim como na análise do ruído. Os resultados obtidos a partir de questionários separados em três estágios direcionadas para possíveis desconfortos na região, como: (1) Pescoço e Tronco; (2) membros superiores e (3) membros inferiores, demonstraram as seguintes classificações na Tabela 4:

Tabela 4 - Pescoço e Tronco.

P E S C O Ç O E T R O N C O	1- PESCOÇO			
	Perguntas	Respostas		Total
		Sim	Não	
	Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	4	29	33
	Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	0	33	
	Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	1	32	
	2- COLUNA DORSAL			
	Perguntas	Respostas		Total
		Sim	Não	
	Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	1	32	33
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	4	29		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	0	33		
3- COLUNA LOMBAR				
Perguntas	Respostas		Total	
	Sim	Não		
Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	6	27	33	
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	21	12		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	4	29		

Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Pode-se observar a partir da Tabela 6 que quando questionado os motoristas relataram que na grande maioria não sentem dor no pescoço e na coluna dorsal nos últimos 7 dias e também relataram que não necessitam se ausentar do trabalho por estes motivos, já quando questionado quanto ao problema na coluna lombar, a grande maioria responderam que não tiveram problemas nos últimos 7 dias, porém relataram problemas que tiveram problemas nos últimos 12 meses porém sem necessidade de se ausentar do trabalho.

Tabela 5 - Parte Superior.

M E M B R O S S U P E R I O R E S	4- OMBROS					
	Perguntas	Respostas				Total
		Direito		Esquerdo		
		Sim	Não	Sim	Não	
	Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	7	26	0	33	33
	Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	5	28	1	32	
	Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	1	32	0	33	
	5- COTOVELOS					
	Perguntas	Respostas				Total
		Direito		Esquerdo		
Sim		Não	Sim	Não		
Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	0	33	1	32	33	
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	2	31	0	33		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	0	33	0	33		
6- PUNHOS E MÃOS						
Perguntas	Respostas				Total	
	Direito		Esquerdo			
	Sim	Não	Sim	Não		
Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	2	31	0	33	33	
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	11	22	1	32		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema?	2	31	0	33		

Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Pode-se observar que quando questionado os motoristas relataram que na grande maioria não sentem dor nos ombros e nos cotovelos nos últimos 7 dias e também relataram que

não necessitam se ausentar do trabalho por estes motivos. Já quando questionado quanto ao problema nos punhos e mãos, a grande maioria respondeu que não tiveram problemas nos últimos 7 dias, também relataram que não necessitam se ausentar do trabalho por estes motivos, porém pode-se observar que 11 pessoas tiveram problemas nos últimos 12 meses no ombro direito.

Tabela 6 - Parte Superior.

M E M B R O S I N F E R I O R E S	7- QUADIL OU COXAS			
	Perguntas	Respostas		Total
		Sim	Não	
	Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	0	33	33
	Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	0	33	
	Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema	0	33	
	8- JOELHOS			
	Perguntas	Respostas		Total
		Sim	Não	
	Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	0	33	33
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	3	30		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema	0	33		
9- TORNOZELO OU PÉS				
Perguntas	Respostas		Total	
	Sim	Não		
Voce teve algum problema nos ultimos 7 dias?	1	32	33	
Voce teve algum problema nos ultimos 12 meses?	3	30		
Já precisol deixar de trabalhar por conta desse problema	0	33		

Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Pode-se observar que quando questionado os motoristas relataram que na grande maioria não sentem dor no quadril ou coxas, joelhos e tornozelos e pés nos últimos 7 dias, e também relataram que não necessitam se ausentar do trabalho por estes motivos.

Mediante isso, o Diagrama de Pareto observou que os colaboradores utilizam muito o trabalho com as mãos e isso pode acarretar LER as lesões causadas por esforços repetitivos, e DORT gerados por distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. A Tabela 4 demonstra os dados levantados na identificação da demanda e posteriormente os dados capturados.

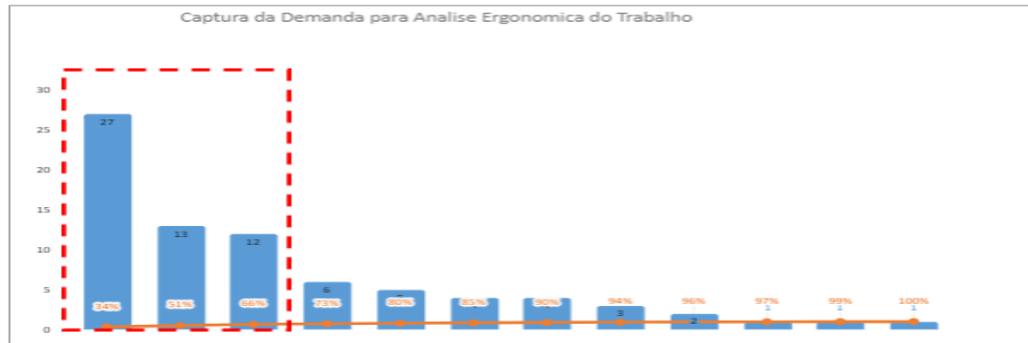
Tabela 7: Identificação da Demanda.

PROBLEMA	OCORRENCIAS	% acm.	%
Dor na coluna lombar	27	34%	34%
Dor no punho/mão direito	13	51%	16%
Dor no ombor direito	12	66%	15%
Dor na cabeça	6	73%	8%
Dor na coluna dorsal	5	80%	6%
Dor no pescoço	4	85%	5%
Dor no tornozelo/pé	4	90%	5%
Dor no joelho	3	94%	4%
Dor no cotovelo direito	2	96%	3%
Dor no ombro esquerdo	1	97%	1%
Dor no cotovelo esquerdo	1	99%	1%
Dor no punho/mão esquerdo	1	100%	1%
TOTAL	79		

Fonte: Autores (2022).

A Figura 10 mostra a demanda capturada onde foi necessário realizar um Gráfico de Pareto, e a partir desse levantamento encontrará os pontos que terão ações imediatas.

Figura 10: Captura da Demanda.



Fonte: Autores (2022).

Obteve-se dificuldades também em distribuir as explicações básicas contendo as ações, métodos, objetivos e funções estabelecidas pela Análise Ergonômica do Trabalho (AET), visto que cada caminhoneiro ao longo da trilha profissional obteve conhecimento sozinho ou com outros profissionais do ramo.

4.5 Software Ergolândia 8.0 utilizando Moore Garg e Rula.

O primeiro método demonstrado pelo *Software Ergolândia 8.0* é demonstrado pelas ferramentas Moore e Garg e posteriormente Rula. A Figura 11 demonstra análise Moore e Garg e conseqüentemente na Figura 12 o índice das ações Rula.

Figura 11 - Análise de movimentos na abertura das grades.

Fonte: Autores (2022).

A tarefa de abertura das grades analisada, demonstrou que o motorista precisaria ficar exposto devido ao tempo que requer o uso dos braços utilizando-se da força do motorista, onde dificultava as atividades devido ao peso das grades, mediante isto, método RULA identificou pontua 7 sendo ela caracterizada em nível de ação 4, ou seja, precisa-se introduzir mudanças no ambiente de estudo.

De acordo, com a atividade para retirada da lona de cima da carroceria o caminhoneiro necessita-se em pôr a mesma no chão, obteve-se informação que alguns casos ficam na altura do piso, em outros casos o caminhão abaixo tendo que o motorista movimenta-se com os braços acima da linha dos ombros. A Figura 12 demonstra análise Moore e Garg e consequentemente na Figura 13 o índice das ações Rula.

Figura 12 – Retirada da Lona.

Fonte: Autores (2022).

Figura 13 - Retirada da lona.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **7**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: Autores (2022).

Para essa atividade de amarração o motorista não utiliza equipamentos de proteção individual como o cinto de segurança, o que pode ocorrer o risco de queda do motorista de cima da carga e pode gerar nos braços como uma lesão muscular devido ao peso da lona e também lesões na coluna devido ao esforço físico exigido pela atividade e da posição em que fica com as costas envergada. A Figura 14 demonstra análise Moore e Garg e consequentemente na Figura 15 o índice das ações Rula.

Figura 14 - Amarração da carga.

MOORE E GARG (Revised Strain Index)

Intensidade do Esforço (IM)
Escala de Borg (0 a 10): 9

Esforços por Minuto (EM)
Número total de esforços observados: 3 Tempo total de observação: 1500 segundos

Duração do Esforço (DM)
Tempo médio de um único esforço: 10 segundos

Postura de Punho e Mão (PM)
 Flexão Extensão 135 graus

Duração da Tarefa por Dia (HM)
Duração da tarefa por dia: 0,4 horas

IM x EM x DM x PM x HM = RSI
19,7 x 0,13 x 3,55 x 4,09 x 0,41 = 15,25

Maior que 10: O trabalho é provavelmente perigoso

RESULTADO
SALVAR DADOS
BANCO DE DADOS
CONTROLE DE RSI
INFORMAÇÕES

Fonte: Autores (2022).

Figura 15 - Amarração da carga.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **7**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: Autores (2022).

4.6 Proposta de melhoria para o trabalho seguro

Após as análises ergonômicas do trabalho realizado na empresa em princípio com o questionário nórdico dos sintomas musculoesqueléticos, e mapeamento do processo pode-se verificar a partir da (AET) Moore e Garg e da ferramenta Rula quais são os processos que necessitam de mudança a curto e a longo prazo.

Para que o trabalho seja realizado de forma segura e não traga danos físicos aos caminhoneiros foi proposto de que na atividade de retirar a lona de cima da carroceria antes de se iniciar o carregamento do caminhão e na atividade de colocar a lona sobre a carga após o término do carregamento deve se criar um procedimento de trabalho seguro ou uma LUP - lição de um ponto, onde este trabalho deve ser realizado pela empilhadeira, retirando este trabalho até então realizado manualmente do motorista, e todo o motorista que for realizar carga na empresa será instruído pelo supervisor da área no momento da chegada e saída.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou a aplicação da análise ergonômica do trabalho visando identificar os riscos em que os caminhoneiros estavam expostos, o interesse para abordar o assunto surgiu após uma análise em campo que buscou medir o conhecimento dos profissionais dessa área. Assim, mediante pesquisa prévia, analisou a real necessidade em investigar detalhadamente o cenário que os colaboradores se encontravam inseridos, oferecendo a organização agilidade em identificar os problemas e auxiliando na identificação em relação a dificuldade da performance dos colaboradores em seu dia-dia proporcionando meios eficientes para estratégias para amenizá-las.

De modo, também após levantamento dos dados, o estudo viabilizou melhorias que precisam de ações imediatas para realização das tarefas, conforme comprovado pelas ferramentas ergonômicas usadas através do Software Ergolândia 8.0, demonstrados a partir das ferramentas utilizadas Moore e Garg e Rula. A cultura da empresa precisa analisar as recomendações por meio do estudo para que ocorram mudanças significativas no momento que decidam desenvolver padronizações nos processos ou ao menos nos que podem ser padronizados.

REFERÊNCIAS

COSTA, Juliana Cecília Munhoz. KLEIN, Alisson Alfred. Utilização das Ferramentas Moore e Garg e Rula Pré e Pós Melhorias no Setor Operacional de Uma Indústria de Bebidas. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/conaerg2016/6043.pdf>. Acesso em: 20 de Junho de 2022.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. Ergonomia prática. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.

Ferrari, A. L. (2009). Adaptação transcultural do questionário cultural study of musculoskeletal and other symptoms and associated disability CUPID Questionnaire. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

IIDA, Lia Buarque. Ergonomia: Projeto e Educação. 3 ed - São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Ergonomia_projeto_e_produ%C3%A7%C3%A3o/LcGPDwAAQBAJ?hl=ptBR&gbpv=1&dq=analise+ergonomica+do+trabalho&printsec=frontcover . Acesso em: 28 de Abril de 2022.

MIRANDA, João felisberto de. **AET – Análise Ergonómica do Trabalho**. Disponível em: <https://athenasgestao.com/wp-content/uploads/2018/02/AET-JO%C3%83O-FELISBERTO-DE-MIRANDA-CIA-LTDA-3.pdf>. Acesso em: 21/06/2022.

OLIVEIRA, Uanderson Rebula. **Noções de Ergonomia**: Conceitos, legislação aplicada, LER/DORT e Manuais técnicos. São Paulo, 2017.

SHIDA, Georgia Jully. BENTO, Paulo Eduardo Gomes. **Métodos e ferramentas Ergonômicas que Auxiliam na Análises de Situações de Trabalho**. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0496_3097.pdf. Acesso em: 20 de Junho de 2022.

MENDES, Tassia; MACHADO, Ricardo. **Análise Ergonômica do Trabalho: A Ergonomia Auxiliando na Melhoria Contínua do Trabalho do Homem. Estudo Ergonômico Sobre Um Posto De Trabalho De Uma Indústria Do Ramo Moveleiro.** Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_229_339_29330.pdf> Acesso em: 30 de Outubro de 2022.

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UM SUPERMERCADO LOCALIZADO EM TELÊMACO BORBA – PR UTILIZANDO A FERRAMENTA OWAS

Gabriel Kum de Oliveira¹
Gabriele Pereira dos Santos²
Kaline Araujo de Oliveira³
Maria Elisa Ximarelli Fuglini⁴
Vitor Gabriel Santos Sousa⁵
Vitor Hugo dos Santos Filho⁶

Resumo: A ergonomia é a ciência responsável por estudar, analisar e compreender as relações entre homem e o ambiente do trabalho para que seja possível adequar o ambiente de trabalho ao trabalhador preservando sua integridade. Para padronizar as ações e parâmetros relacionados à ergonomia há a NR-17 que trata da adaptação das condições psicofisiológicas do trabalho. O objetivo do estudo é realizar propostas de melhoria do método de trabalho dos funcionários de um supermercado localizado em Telêmaco Borba Paraná-PR com base na avaliação da ferramenta ergonômica OWAS, analisando posturas de costas, braços, pernas e esforço exercido. Esse estudo justifica-se pois o setor terciário apresenta grande relevância no cenário nacional e, portanto, as melhorias observadas nesse estudo podem ser expandidas a outras empresas com processos parecidos visando a qualidade do trabalho de muitos outros colaboradores. Nos resultados observou-se que as posturas, mesmo não apresentando cenários críticos, apresentavam vasto potencial para melhorias e, portanto, foram propostas ações corretivas para os cenários que demandam ações corretivas.

Palavras-chave: OWAS, Ergonomia, Setor terciário.

Abstract: Ergonomics is the science responsible for studying, analyzing and understanding the relationship between man and the work environment so that it is possible to adapt the work environment to the worker while preserving their integrity. To standardize actions and parameters related to ergonomics, there is NR-17, which deals with the adaptation of psychophysiological conditions at work. The objective of the study is to make proposals to improve the work method of employees of a supermarket located in Telêmaco Borba Paraná-PR based on the evaluation of the ergonomic tool OWAS, analyzing postures of the back, arms, legs and exerted effort. This study is justified because the tertiary sector has great relevance in the national scenario and, therefore, the improvements observed in this study can be expanded to other companies with similar processes aiming at the quality of the work of many other employees. In the results it was observed that the postures, even without

¹Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. gabrielkumltb@gmail.com

²Graduanda do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. gabrielepereira08@gmail.com

³Professora dos cursos de Engenharias na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. karaujoo@hotmail.com

⁴Graduanda do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. mariaelisaximarelli@gmail.com

⁵Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. gabrielvitor845@gmail.com

⁶Professor dos cursos de Engenharias na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. vitorhugosantosfilho@hotmail.com

presenting critical scenarios, had vast potential for improvement and, therefore, corrective actions were proposed for the scenarios that demand corrective actions.

Keywords: OWAS, Ergonomics, Tertiary Sector.

1. INTRODUÇÃO

A ergonomia é a ciência responsável por realizar o estudo entre as relações homem e máquina, visando analisar e modificar máquinas e ferramentas de modo que se adequem às condições de trabalho humano preservando a integridade física e mental do trabalhador (SHIDA; BENTO, 2012). Seu surgimento ocorreu oficialmente no século XX, considera-se que, desde a pré-história, os homens buscam técnicas para adaptar o trabalho às condições humanas (DUL, 2012).

A norma regulamentadora que rege os parâmetros de ergonomia é a NR-17 (Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia), que a partir do uso de ferramentas ergonômicas visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores (MEIRELLES, 2018).

O objetivo geral da Análise Ergonômica do Trabalho é avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos colaboradores visando a integridade física e saúde, analisando os agentes ergonômicos relacionados à atividade desenvolvida, conforme estabelece a legislação brasileira (ATANASOV, 2008).

De acordo com Flores (2018), o setor terciário de varejo apesar da grande predominância na economia do país é um dos menos evoluídos em questão a tecnologias e ferramentas ergonômicas se comparado às grandes indústrias, onde, por exemplo, em uma empresa automobilística existem robôs articulados para realizar a movimentação de peças promovendo menor esforço aos colaboradores. O setor de varejo utiliza quase como um todo o trabalho manual em movimentações e reposição de mercadoria. Isso implica em interação humana e esforço físico.

Com base nas justificativas, o objetivo do estudo é propor melhorias para o método de trabalho dos colaboradores do ramo do varejo de um supermercado localizado em Telêmaco Borba Paraná-PR com base na utilização da ferramenta ergonômica OWAS, avaliando posturas de costas, braços, pernas e esforço exercido.

O estudo possui relevância na área de pesquisa acadêmica onde se trabalhou com as amostras reais tentando compreender e desenvolver melhorias que podem ser aplicadas tanto a nível industrial quanto para pequenos negócios do ramo de varejo. (BALLARDIN, 2005).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ERGONOMIA

O estudo da ergonomia promove uma abordagem holística, na qual fatores físicos, cognitivos, sociais, organizacionais e ambientais são considerados e tem por objetivo analisar e propor soluções ao ambiente de trabalho conforme suas necessidades de conforto, proporcionando saúde e bem-estar para realização de suas atividades (IIDA; BUARQUE, 2016; UPASANA; VINAY, 2017)

2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)

Existem diferentes métodos de avaliação ergonômica, a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é um dos métodos de classificação que visa aplicar os conhecimentos dessa área para avaliar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho, é um exemplo de ergonomia voltada para a correção do ambiente de trabalho. (DA SILVA GAMA, 2020).

A Análise Ergonômica do Trabalho foi desenvolvida por pesquisadores franceses, e consiste em um exemplo de ergonomia de correção. (IIDA; BUARQUE, 2016).

A análise consiste em compreender a situação de trabalho, confrontar com aptidões e limitações à luz da ergonomia, diagnosticar situações críticas à luz da legislação oficial, estabelecer sugestões, alterações e recomendações de ajustes de processo, ajustes de produto, postos de trabalho e ambiente de trabalho. (FERREIRA; RIGHI, 2009).

Segundo Silva (2004), para que ergonomia seja aplicada na prática é necessário o uso das ferramentas ergonômicas que proporcionam a avaliação que ocorre em três etapas sendo elas a análise geral da situação atual, na segunda é feita uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) a fim de determinar a demanda ergonômica e na terceira etapa é selecionada a ferramenta que vai direcionar o trabalho realizado.

2.2.1 Análise da Demanda

A análise da demanda é a descrição de uma situação o qual necessita de uma ação ergonômica. Segundo Iida e Buarque (2016), a análise da demanda busca entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados, que pode ter origem tanto por parte da direção da organização quanto dos próprios colaboradores.

2.2.2 Análise da Tarefa e da Atividade

A tarefa é um conjunto de objetivos que os colaboradores devem executar. Conforme Ferreira e Righi (2009), a análise da tarefa compreende a identificação e compreensão de dois pontos: o trabalho prescrito (a instrução de trabalho) e os requisitos físicos para execução da tarefa. O primeiro ponto de observação inclui aspectos como o ambiente de inserção da tarefa, a carga de trabalho física e mental requerida, além dos aspectos psicossociológicos e de tempos de produção. E o segundo ponto da análise envolve os requisitos físicos da tarefa, que abrange a natureza do trabalho muscular e a postura requerida para execução da tarefa.

2.3.2 Ferramenta Ergonômica OWAS

A ferramenta ergonômica *Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS)* é uma ferramenta prática de análise ergonômica, por meio de análise fotográfica de posturas principais observadas, que foi desenvolvida pelos pesquisadores finlandeses Karku, Kansi e Kuorinka, no ano de 1977 no setor siderúrgico e de indústrias pesadas (Cruz *et al* (2016).

As 72 posturas encontradas pelos desenvolvedores desse sistema em 1977, Karku, Kansi e Kuorinka, foram resultados das combinações dessa classificação, sendo elas de quatro posições de dorso, três de braços e sete de pernas (CRUZ *et al.*, 2016).

A ferramenta OWAS tem como base a avaliação da antropometria do corpo humano avaliando principalmente as posições do dorso, braços e pernas. essa avaliação é realizada através da postura adotada representada na Figura 1, a avaliação da postura traz como resultado um código de três números onde representam respectivamente dorso, braços e pernas. este código então é utilizado em uma tabela representada na Figura 2 dando a criticidade da atividade (CRUZ *et al.*, 2016).

Figura 1: Classificação de postura de acordo com o sistema OWAS.

DORSO	1 Reto	2 Inclinado	3 Reto e torcido	4 Inclinado e torcido
BRAÇOS	1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois Braços para cima	EXEMPLO
PERNAS	1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas	Código: 215 DORSO Inclinado 2 BRAÇOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna ajoelhada 5
	4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	7 Duas pernas suspensas

Fonte: Cruz *et al.* (2015).

Através da Figura 1 se obtém resultados tendo como base o posicionamento da coluna, braços e pernas, além de considerar, após, as cargas e esforços feitos durante a realização da atividade”(CRUZ *et al.*, 2015). A Figura 2 mostra a classificação da postura pela combinação dos valores das variáveis.

Figura 2 - Classificação da postura pela combinação dos valores das variáveis.

Costas	Braços	Pernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Força			Força			Força			Força			Força			Força			Força		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

CATEGORIAS DE AÇÃO:
 1 - Não são necessárias medidas corretivas
 2 - São necessárias correções em um futuro próximo
 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
 4 - São necessárias correções imediatas

Fonte: Lima *et al.* (2015)

Segundo Lima et al., (2015) o valor obtido da Figura 1 após a análise da intersecção dos valores das variáveis mostrará o valor da categoria da atividade analisada. Existem quatro categorias para as atividades de acordo com a ferramenta OWAS:

A categoria é calculada cruzando os dados das posturas e da carga.

2.4 METODOLOGIA

2.4.1 Instrumento De Pesquisa

Para a captura da demanda foi utilizado como instrumento de pesquisa a elaboração de um questionário, sendo uma técnica pertinente quando necessita-se obter informações a respeito do objeto de estudo. O uso de entrevistas permite conhecer sobre atitudes, sentimentos e valores subjacentes ao comportamento, o que significa que se pode ir além das descrições das ações, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados pelos próprios entrevistadores (RIBEIRO, 2008).

A elaboração do questionário foi baseada em periódicos de análises ergonômicas realizadas no setor varejista de supermercados. Diante disso, foi escolhido elaborar as perguntas no aplicativo *Google Forms*, podendo ser utilizado de forma gratuita para a criação de formulários *online*.

O questionário online foi desenvolvido pelos próprios autores, fundamentado pelo portfólio bibliográfico analisado, composto por 38 perguntas. O levantamento dos dados foi realizado com uma amostra de 30 pessoas, sendo esses colaboradores. Foi coletado inicialmente o a faixa de idade, sexo, altura, setor que atua, a função exercida, tempo na empresa, tempo de profissão, carga horária semanal e grau de escolaridade.

A partir disso, foi realizado às perguntas referente ao ambiente do colaborador, procurando avaliar a temperatura, o ruído, a iluminação, e as partículas, podendo variar as respostas entre níveis de intensidade de: alta, média e baixa. Já para análise das condições físicas ao desenvolver as atividades, foram realizadas perguntas, como: qual a postura adotada no trabalho, podendo variar entre respostas satisfatórias ou insatisfatórias. Também, foram coletadas as informações se o colaborador possui as ferramentas adequadas para desempenhar suas atividades, e se o número de funcionários na atividade para a mesma função em que exercia, estava adequado ou inadequado, logo, questionando-os se sentiam-se sobrecarregados como os superiores realizavam as distribuições das tarefas.

Logo, foi questionado o tempo de pausas durante a jornada de trabalho e se realizavam horas extras. Foi perguntado a satisfação em relação a quantidade de folgas, o relacionamento com os colegas no setor e com os superiores, e se quando precisavam solicitar algo para a empresa (superiores), se suas solicitações foram atendidas. Também foi questionado como consideravam o ritmo ao realizar as atividades, se classificariam, como: baixa, média ou alta.

Já para análise de dor ou desconforto ao desempenhar as atividades, foi utilizado uma escala de 0 a 5, sendo zero quando se tendo dor ou desconforto ao realizar as atividades, e 5 para casos em que a dor ou desconforto fosse considerada forte. As escalas de dores foram realizadas para as os membros dos corpo, como: os braços, pernas, pés, costas, pescoço, cabeça e estômago. Pensando também nos aspectos cognitivos do colaborador, foi levantado dados a partir da pergunta, se o nível de esforço mental exigido no trabalho, era considerado: alto, médio ou baixo, também para esse nível de intensidade foi levantado quanto ao nível de esforço físico exigido no trabalho.

Portanto, foi questionado como os colaboradores descrevem o ambiente do seu trabalho, podendo ser ele um trabalho de características: monótona, limitado, criativo, dinâmico, repetitivo, estimulante, que envolve responsabilidades, que desempenha atividades que fazem o sentir-se valorizado, que possui autonomia na realização do trabalho ou que possui um trabalho em exige pressão psicológica por parte dos superiores. Para finalizar o levantamento de dados, foi perguntado aos colaboradores se gostavam do seu trabalho.

2.4.2 Análise Da Demanda, Análise da Tarefa e Análise da Atividade

Para a análise da demanda os dados foram tratados através de tabelas onde foram separados por cada supermercado. Para isso foi considerada a quantidade de ocorrência de cada função que mostrou que a função de repositor foi a mais expressiva tanto no número geral quanto em cada um dos mercados representando um total de 17 amostras.

Para a análise ambiental foi avaliado as questões de temperatura, ruído, iluminação, vibrações, partículas e os relacionamentos interpessoais. Os dados obtidos para a análise ambiental mostraram de forma qualitativa, a partir da entrevista com os repositores, como estavam as variáveis do ambiente de trabalho.

Na etapa de análise das posturas foi utilizado o software ergolândia 2.0 que auxilia na análise ergonômica por facilitar a alimentação dos dados e padronizar as análises. A partir dos resultados dados pelo *Software* Ergolândia foram propostas ações de melhoria para a empresa com o objetivo de diminuir ou eliminar os riscos ergonômicos e então melhorar a qualidade do ambiente de trabalho.

2.5 RESULTADOS

2.5.1 Coleta de dados

Para apresentação dos dados obtidos na análise da tarefa optou-se por utilizar as próprias tabelas de tratamento de dados. A Tabela 1 mostra os dados do “Supermercado 1” que apresenta somente dados coletados das funções de repositores, sendo 5 no total, que apresentaram em média 33,14% de dor.

Tabela 1 - Dados do “Supermercado 1”.

Local	Função	Dor Braço	Dor Perna	Dor Pés	Dor Costas	Dor Pescoço	Dor Cabeça	Dor Estômago	Dor total
Supermercado 1	Repositor	0	0	0	2	0	0	0	5,71%
Supermercado 1	Repositor	4	4	4	5	3	0	3	65,71%
Supermercado 1	Repositor	3	2	2	3	3	0	0	37,14%
Supermercado 1	Repositor	3	3	3	2	0	0	0	31,43%
Supermercado 1	Repositor	3	0	0	3	0	3	0	25,71%
MÉDIA									33,14%

Fonte: Autores 2022.

A Tabela 2 apresenta os dados do “Supermercado 2” que teve 3 funções avaliadas sendo que o balconista teve 17,14% de dor, porém só uma amostra, o fiscal de caixa teve 8,57% de dor, somente uma amostra, e os 3 repositores entrevistados somaram 16,19% de dor. A média total de dor do "Supermercado 2" foi de 14,86%.

Tabela 2 - Dados do “Supermercado 2”.

Local	Função	Dor Braço	Dor Perna	Dor Pés	Dor Costas	Dor Pescoço	Dor Cabeça	Dor Estômago	Dor total
Supermercado 2	Balconista	0	3	0	3	0	0	0	17,14%
								MÉDIA	17,14%
Supermercado 2	Fiscal de caixa	0	3	0	0	0	0	0	8,57%
								MÉDIA	8,57%
Supermercado 2	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 2	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 2	Repositor	3	5	2	4	0	3	0	48,57%
								MÉDIA	16,19%
								MÉDIA TOTAL	14,86%

Fonte: Autores 2022.

A tabela 3 mostra os dados do “Supermercado 3” que apresentou o maior número de entrevistas e maior número de funções entrevistadas em um só supermercado além de 0% de dor na função de açougueiro, 25% de dor na função de atendente, 20% de dor na função de auxiliar de padaria, 35% de dor na função de conferente, 12,5% de dor na função de gerente, 6,25% de dor na função de operador e 16,5% de dor na função de repositor. Vale ressaltar que as funções de açougueiro, atendente, auxiliar de padaria, conferente e gerente apresentaram somente uma amostra cada. A média total de dor do "Supermercado 3" foi de 15,63%.

Tabela 3 - Dados do “Supermercado 3”.

Local	Função	Dor Braço	Dor Perna	Dor Pés	Dor Costas	Dor Pescoço	Dor Cabeça	Dor Estômago	Dor total
Supermercado 3	Açougueiro	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
								MÉDIA	0,00%
Supermercado 3	Atendente	0	5	0	5	0	0	0	25,00%
								MÉDIA	25,00%
Supermercado 3	Auxiliar de padaria	0	3	5	0	0	0	0	20,00%
								MÉDIA	20,00%
Supermercado 3	Conferente	0	0	4	0	5	5	0	35,00%
								MÉDIA	35,00%
Supermercado 3	Gerente	0	0	0	0	0	5	0	12,50%
								MÉDIA	12,50%
Supermercado 3	Operador	0	0	0	5	0	0	0	12,50%
Supermercado 3	Operador	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
								MÉDIA	6,25%
Supermercado 3	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 3	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 3	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 3	Repositor	0	5	5	1	0	3	5	47,50%
Supermercado 3	Repositor	3	5	5	1	0	0	0	35,00%
								MÉDIA	16,50%
								MÉDIA TOTAL	15,63%

Fonte: Autores 2022.

A tabela 4 mostra os dados do “Supermercado 4” que apresentou 0% de dor para a função de açougueiro, 11,43% de dor para a função de balconista, 0% de dor para a função de empacotador e 5% de dor para a função de repositor. As funções de balconista e de empacotador apresentavam somente uma amostra. A média total de dor do "Supermercado 4" foi de 3,93%.

Tabela 4 - Dados do “Supermercado 4”.

Local	Função	Dor Braço	Dor Perna	Dor Pés	Dor Costas	Dor Pescoço	Dor Cabeça	Dor Estômago	Dor total
Supermercado 4	Açougueiro	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 4	Açougueiro	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
								MÉDIA	0,00%
Supermercado 4	Balconista	0	0	2	2	0	0	0	11,43%
								MÉDIA	11,43%
Supermercado 4	Empacotador	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
								MÉDIA	0,00%
Supermercado 4	Repositor	0	0	0	2	0	0	0	5,71%
Supermercado 4	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Supermercado 4	Repositor	0	0	2	3	0	0	0	14,29%
Supermercado 4	Repositor	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
								MÉDIA	5,00%
								MÉDIA TOTAL	3,93%

Fonte: Autores 2022.

Conforme os dados apresentados, percebe-se que o supermercado 1 apresenta a maior média de dor nas funções estudadas com 33,14% de dor porém a função de repositor no supermercado 1 não pode ser escolhida para análise posterior pois o supermercado 1 não deu abertura para os pesquisadores seguirem com o trabalho na etapa de coleta de dados por meio das fotos o que inviabilizaria a posterior análise da tarefa e da atividade. A partir disso seguiu-se para a próxima opção que apresentasse o maior percentual e nesse caso foi a função de repositor no supermercado 3 que apresentou 16,5% de dor e tornando-se a função a ser estudada neste trabalho.

2.5.2 Análise Da Tarefa

Para a análise da tarefa foi estabelecido um conjunto de fatores, descrevendo passo a passo de quem deveria realizar a atividade, quando, e como deveria ser executada as atividades. Foi definido os setores onde a análise ergonômica do trabalho seria desenvolvida, e realizada a identificação das tarefas executadas.

A tarefa do repositor 1, deve ser desenvolvida inicialmente na postura das costas e pernas retas e com os braços para baixo a fim de alcançar os produtos, que estão sobre um suporte na frente do funcionário na altura no abdômen, e em seguida o funcionário deve pegar o produto e erguer os braços para posicionar o produto no local correto na prateleira que fica no nível dos ombros onde deve manusear e acondicionar o produto colocado junto aos demais produtos.

A tarefa do repositor 2 é no nível mais baixo da gôndola, inicialmente para agachar-se, deve inclinar levemente a coluna para frente, flexionar o joelho, manter a mão apoiada no joelho da perna que estiver flexionada, com os ombros para trás em relação ao joelho que estiver dobrado. Para apanhar os produtos da caixa que deve ficar no mesmo nível que o braço e organizá-los nas prateleiras, a cabeça e as costas devem ficar em linha reta, segurar os produtos de limpeza com a palma da mão, os joelhos devem ficar flexionados e transferir o peso do corpo

alternadamente para cada perna, erguer o peso com as duas mãos, além do pescoço estar alinhado com a coluna vertebral.

A tarefa realizada pelo repositor 3 deve ser feita da seguinte forma, os produtos em em um carrinho com elevação onde o repositor não precise se inclinar tanto, o mesmo ao invés de rotacionar o tronco mover o corpo inteiro de forma com que fique de frente para os produtos. após alinhar o corpo com os itens apanhá los com as duas mãos virando o corpo totalmente até se direcionar com a prateleira evitando a torção das costas. Utilizar uma plataforma para alcançar a prateleira.

A tarefa do repositor 4, deverá ser realizada utilizando-se um carrinho de abastecimento com escada, para que se possa alcançar os níveis altos das prateleiras. O colaborador deverá apanhar os produtos postos no carrinho, onde os braços se inclinam levemente para baixo e posicioná-los em seus locais, durante ao processo de organizar os produtos nas prateleiras os braços deverão estar em posição reta a atividade executada. Ao realizar os movimentos de apanhar, posicionar os produtos e organizar, deverá estar com a coluna reta, tocando os pés totalmente ao chão e com o pescoço reto.

2.5.3 Análise da Atividade

Na análise das atividades é observado o modo como os colaboradores desempenham suas funções, levando em consideração a postura corporal das atividades realizadas.

Analisou-se minuciosamente cada movimento que os colaboradores faziam, movimentos dos braços, do dorso, rotação do tronco, a postura das costas, a inclinação do pescoço, a posição das pernas e pés, se os joelhos ficam flexionados. Além de como os produtos e caixas eram apanhados pelas mãos para dispor nas prateleiras das gôndolas. E se haviam ferramentas para utilização e apoio durante a realização de tais atividades, como carrinhos, suportes, caixas e escadas.

Todas as atividades analisadas foram do setor de reposição do supermercado 3, sendo que foram observadas as atividades de reposição desempenhadas por 4 funcionários. A figura 3 mostra a posição adotada pelos 4 funcionários.

Figura 3: Atividades de reposição.



Fonte: Autores (2022)

A atividade do repositor 1, mostrado na figura 3, é desenvolvida inicialmente na postura das costas inclinadas para a frente e com os braços para baixo, com as mãos próximas ao chão, a fim de alcançar os produtos que estão numa caixa que está no chão e então o funcionário pega os produtos e rotaciona todo o corpo para a esquerda, ao mesmo tempo que corrige parcialmente a postura das costas, até ficar de frente para o suporte improvisado que se trata de uma caixa plástica para hortifruti que serve de suporte para os produtos. A posição gera um grande esforço na região da lombar do repositor 1 analisado.

O funcionário analisado realiza a primeira parte da atividade algumas vezes até haver uma quantidade considerável de produtos sobre o suporte e quando a quantidade é atingida o repositor 1 se posiciona de frente para os produtos no suporte, pega o produto e rotaciona todo o corpo para a sua direita, ao mesmo tempo que movimenta a coluna para a posição ereta, para ficar de frente com a prateleira ao mesmo tempo que ergue os braços para que o produto esteja na altura ideal para ser posicionado no local correto na prateleira que fica no nível dos ombros onde o repositor 1 então manuseia o produto colocado e os demais produtos.

Inicialmente, a atividade do repositor 2 é desenvolvida nas prateleiras mais baixas da gôndola, onde fica posicionado ao chão com o corpo sobre as pernas, com a perna ajoelhada, as costas inclinadas para frente, com o dorso inclinado, os dois braços para baixo, e o pescoço para inclinado para baixo. O repositor rotaciona o tronco levemente, esticando o braço para alcançar a caixa com os produtos que ficam ao seu lado esquerdo para colocá-los na prateleira. Além de que, com o intuito de deixá-los organizados, alguns itens de limpeza, o repositor apanha da prateleira superior do nível mais baixo da gôndola, e os coloca na prateleira de baixo.

De acordo com a figura 3, a atividade do repositor 3 inicia sua atividade com o dorso reto e com os dois braços para baixo então segue apanhando o produto dentro do carrinho, para isso o repositor inclina e torce o dorso até alcançar o produto, onde utiliza apenas uma das mãos, flexionando levemente os cotovelos e mantendo as pernas retas. O repositor apanha o item com qualidade de pega razoável e com a carga de 1 kg. Após segurar o produto transfere o mesmo para as duas mãos enquanto corrige a postura do tronco na posição reta e levanta os braços acima da linha dos ombros até alcançar a prateleira. A atividade realizada pelo repositor se repete durante toda a carga horária com o número de repetições de 12 vezes por minuto durante uma jornada de 10 horas de trabalho.

Na atividade do repositor 4, o colaborador inclina-se o dorso para apanhar os produtos de higiene que se encontram a uma altura baixa, ao apanhar os produtos direciona-os para que sejam colocados na última prateleira, onde não consegue alcançar ao nível da última prateleira, tendo que se posicionar na ponta dos pés para que consiga organizar os produtos que ficam na parte de trás, percebendo-se que os braços ficam em posições acima do nível dos ombros e o pescoço flexionado para trás. Durante o abastecimento dos produtos, os mesmos são necessários que sejam empilhados, exigindo movimentos da lombar que podem vir a ocasionar lesões.

2.5.4 Análise Ambiental

A análise ambiental teve por objetivo identificar possíveis fatores no ambiente de trabalho que prejudicam a saúde dos colaboradores. A análise foi feita por meio de perguntas sobre temperatura, ruído, vibração e entre outras, que foram realizadas diretamente com os colaboradores.

Com base nos dados coletados nas entrevistas, a figura 4 a seguir mostra os resultados em relação à análise ambiental percebida pelos colaboradores.

Figura 4 - Resultados avaliação do ambiente

ANÁLISE DO AMBIENTE				
Item	Alto(a)	Médio(a)	Baixo(a)	Total
Temperatura	26,7%	66,7%	6,6%	100%
Ruído	13,3%	23,3%	63,4%	100%
Vibrações	6,7%	6,7%	86,7%	100%
Partículas	10,0%	6,7%	83,3%	100%
	Satisfatório/ Suficiente	Insatisfatório/ Insuficiente		Total
Iluminação	93,3%	6,7%		100%
Relacionamento com os superiores	100,0%	0,0%		100%
Relacionamento com os colegas	100,0%	0,0%		100%

Fonte: Autores (2022)

Dos colaboradores, 66,7% classificaram o ambiente de trabalho com a temperatura média sendo a maioria estando satisfeita. Dos colaboradores, 63,4% avaliaram o ruído como baixo, sendo a maioria dos funcionários satisfeitos com o ruído no ambiente de trabalho. Dos colaboradores, 86,7% consideram que as vibrações no ambiente são baixas. Dos colaboradores, 83,3% avaliaram que o nível de partículas é baixo. Dos colaboradores, 93,3% estão satisfeitos com a iluminação do ambiente de trabalho. Todos os colaboradores entrevistados estão satisfeitos com o relacionamento com seus superiores e também com seus colegas de trabalho.

2.6 DIAGNÓSTICO AET - SOFTWARE ERGOLÂNDIA

Para a análise da tarefa se utilizou o *Software* Ergolândia 8.0 com a ferramenta OWAS que é um método simples para análise da postura do trabalhador durante as realizações de atividades.

Para se obter os resultados se avaliou as imagens conforme mostra a Figura 5, então se depositou resultados no Software como o posicionamento da coluna, braços e pernas, além de considerar, após, as cargas e esforços feitos durante a realização da atividade.

Figura 5 – Tela inicial método OWAS



Fonte: Autores (2022)

Após a inserção dos dados, o Software avalia e responde a categoria da ação de acordo com o método OWAS. As categorias são 1 – não são necessárias medidas corretivas, 2 – São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo, 3 – São necessárias correções tão logo quanto possível e 4 – São necessárias correções imediatas. Utilizou-se o Software e avaliou-se individualmente cada tarefa.

Na etapa de análise das posturas estudadas, inicialmente foi feita a análise da postura dos repositores segundo a ferramenta ergonômica OWAS por meio do *software* Ergolândia 8.0.

Para análise, a atividade do repositor 1 foi dividida entre pegar os itens e posicionar os itens, sendo que a primeira parte representa cerca de 25% do tempo da atividade e a segunda parte 75% do tempo. No software, foi marcado o campo que demonstra que as costas dele ficam inclinadas, os braços abaixo do nível dos ombros, as pernas retas durante toda a atividade e a carga abaixo de 10 kg. O software retornou que a postura é considerada de nível 2, necessárias correções.

Na análise da segunda parte da atividade do repositor 1, a postura marcada foi das costas reta, os braços no nível dos ombros, as pernas retas e a carga abaixo de 10 kg. E como resultado da avaliação a postura foi considerada nível 1, em que não são necessárias ações corretivas.

A postura adotada pelo repositor 2 informada no software, foi que o mesmo estava com as costas inclinadas, postura dos dois braços abaixo dos ombros, ambas pernas ajoelhadas, e considerando a carga menor que 10 kg. Obteve-se o retorno que são necessárias correções em um futuro próximo, pois a postura adotada pelo repositor 2 foi considerada nível 2.

A postura do repositor 3 durante a realização da atividade, é com as costas inclinadas, a postura dos braços é abaixo do ombro, de é com as pernas esticadas e com carga menor que 10 kg. Essa postura resultou no nível 2, em que são necessárias correções.

Já a atividade desempenhada pelo repositor 4, também foi dividida em duas partes para realização da análise. Sendo que a primeira parte da atividade, o repositor fica com as costas inclinadas, os dois braços abaixo do nível dos ombros, as pernas flexionadas levemente. Nessa primeira parte, o software retornou que a postura é nível 3, em que são necessárias correções imediatamente.

Para análise da segunda parte da atividade do repositor 4, o mesmo com os dois braços acima do nível do ombro, as costas inclinada e torcida, de pé com uma das pernas esticada e com esforço menor que 10kg. E como resultado da análise, a atividade foi considerada nível 2, onde são necessárias correções. Diante disso, o Quadro 1 mostra todos os resultados da análise feita no software das posturas adotadas pelos repositores, bem como a categoria de ação e as recomendações que cada uma delas necessita.

Quadro 1 - Nível de ação e recomendações para as atividades analisadas

POSTO TRABALHO	ATIVIDADE	CATEGORIA DE AÇÃO	RECOMENDAÇÕES
1	Repositor 1 - parte 01	2. São necessárias correções em um futuro próximo	Adquirir um carrinho transportador
2	Repositor 1 - parte 02	1. Não são necessárias medidas corretivas	Adquirir um apoio para subir em cima
3	Repositor 2	2. São necessárias correções em um futuro próximo	Orientar e auxiliar o colaborador à adotar postura adequada
4	Repositor 3	2. São necessárias correções em um futuro próximo	Adquirir mesa pantográfica; Orientar o colaborador à adotar postura adequada
5	Repositor 4 - parte 01	3. São necessárias correções tão logo quanto possível	Adquirir carrinho de abastecimento
6	Repositor 4 - parte 02	2. São necessárias correções em um futuro próximo	Adquirir escada

Fonte: Autores (2022)

De acordo com as análises feitas de cada atividade dos repositores, definiu-se as seguintes recomendações para as atividades.

A atividade do repositor 1 apresenta riscos não tão críticos, porém relevantes pois, considerando que a jornada o repositor 1 se resume a esses movimentos ou variações próximas, com a contínua realização das atividades de maneira igual ao da primeira parte da atividade com o tempo a saúde desse colaborador irá se desgastar, mesmo que lentamente, e com o tempo aparecerão lesões e outros problemas ergonômicos.

Como proposta para melhoria da postura do repositor 1, durante sua atividade foram propostas duas ações. A primeira ação seria a aquisição de um carrinho transportador com elevação para evitar que o colaborador precise se inclinar para frente ou se abaixar para pegar os itens do chão, melhorando assim a postura das costas, o que já melhora a qualidade da ergonomia do trabalho. A segunda ação seria a aquisição de um apoio para que o colaborador fique em cima (alguns centímetros a mais) ou uma escada com corrimão para que o funcionário 1 consiga manusear os objetos abaixo do nível do ombro melhorando a posição dos braços.

É notável que são necessárias mudanças e adaptações na atividade do repositor 2 relacionadas a postura adotada durante a jornada de trabalho, pois pode ser prejudicial e trazer

várias lesões com o passar do tempo. Por ser uma atividade desempenhada no nível mais baixo da gôndola, deve procurar ter mais cuidado com as pernas e também com o pescoço, buscando realizar intervalos durante a atividade.

A atividade do repositor 3 exige correções em um futuro próximo, tendo por sugestão o uso de uma mesa pantográfica cujo a altura seja regulável podendo ajustar para se realizar a pega do produto evitando a inclinação do tronco. Também é necessário alterar o procedimento onde o repositor deve sempre se posicionar de frente ao local alvo, seja a mesa pantográfica ou a prateleira de produtos para evitar a torção do tronco.

Já para as atividades do repositor 4, a primeira parte indica que são necessárias correções tão logo quanto possível, diante disso sugere-se como ação de medidas corretivas utilizar-se um carrinho de abastecimento com escada, para que se possa alcançar os níveis altos das prateleiras. O diagnóstico para a análise da segunda parte da atividade, relata que são necessárias correções. Logo, com monotonia da atividade de abastecimento, deve-se ser realizado métodos de prevenção para evitar-se possíveis lesões futuras. Conforme sugerido como ação no diagnóstico da primeira parte, o carrinho apropriado para abastecimento contribuirá para as melhorias, tanto para ambas partes da atividade, onde não será necessário inclina-se para apanhar os produtos, ficando como os produtos ao um nível que não seja prejudicial e com um auxílio de uma escada que vem acoplada no carrinho próprio para abastecimento, conseguindo alcançar os níveis altos das prateleiras, não exigindo posturas inadequadas durante a execução das atividades.

3. CONCLUSÃO

Esse estudo foi realizado proposta de melhorias do método de trabalho dos funcionários do ramo do varejo de um supermercado localizado em Telêmaco Borba Paraná-PR com base na utilização da ferramenta ergonômica OWAS.

Foi realizado um questionário com as perguntas sobre dores em determinadas partes do corpo e também contemplava questões ambientais como temperatura e ruído além de como é o relacionamento interpessoal dos repositores.

Foram então realizadas as entrevistas com funcionários de 4 supermercados diferentes para que fosse possível avaliar não somente uma função mas sim várias. Após a coleta e o tratamento de dados, utilizando o critério da maior quantidade de dor demonstrada na média, percebeu-se que o supermercado que apresentava maiores problemas de ergonomia era o supermercado 1, que nas tarefas dos seus 5 repositores tinha uma média de 33,14%. Porém, não foi possível seguir com a realização do estudo nesse supermercado por conta de limitações no

contato com os funcionários e com os métodos adotados pela empresa. A entrevista se provou ser uma alternativa viável na coleta de dados para realização de Análises Ergonômicas do Trabalho.

Sabendo disso seguiu-se para os repositores de supermercado 3 que apresentaram a segunda maior média, sendo 16,50% além de receberem os autores para as demais etapas.

Com a definição da demanda veio a etapa de observação e análise das posturas adotadas pelos repositores de supermercado 3. As análises das posturas foram iniciadas com a análise da tarefa que serve como modelo para a realização da atividade e a atividade em si como é realizada na prática. Observou-se que os repositores não tinham acesso a muitas ferramentas para trabalhar e a maior parte do esforço era manual.

Foi realizada a análise ambiental baseada nos dados coletados onde foi mostrado que os colaboradores avaliados, em sua maioria, classificaram a temperatura como satisfatória, o ruído como baixo, as vibrações como baixas, o nível de partículas como baixo e a iluminação como suficiente.

Por fim, foi realizado o diagnóstico da AET utilizando o *Software Ergolândia* para avaliação das posturas das costas, braços, pernas e esforço exercido por cada um dos repositórios analisados. Percebeu-se que nenhum deles apresentou uma situação crítica, como a categoria 4, porém os pontos observados relata a importância da empresa em realizar a aquisição de novos equipamentos e máquinas a fim de melhorar a ergonomia do trabalho dos repositores de maneira preventiva visando evitar maiores danos futuros.

O estudo contribui para a melhoria de postura no ambiente de trabalho de funcionários do setor de varejo, onde por meio do estudo estes trabalhadores poderão se beneficiar diminuindo os riscos de doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho.

O estudo se limitou ao setor de terciário de varejo e a análise de posturas adotadas devido algumas questões serem tão amplas que não teriam como serem abordadas em qualquer trabalho científico. Com base nas limitações as maiores dificuldades encontradas foram: encontrar um supermercado o qual concordasse ser alvo de estudo e desse a abertura para acompanhar seu processo extraindo informações e imagens. Conforme mencionado para estudos futuros seria viável propor parcerias com empresas as quais fornecem abertura para o estudo facilitando análises e levantamento de dados, para próximos estudos se torna interessante o uso de mais de uma ferramenta ergonômica para se obter mais de um diagnóstico da atividade realizada.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.I.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. **O que é ergonomia**. 2006.

ATANASOV, I. M. L. **Proposta para implantação de um conjunto de ações preventivistas no campo da segurança do trabalho no Detran-AL**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco. 2008.

BALLARDIN, L. et al. **Análise Ergonômica dos postos de trabalho de operadores de caixa de supermercado**. Revista Produção Online, v. 5, n. 3, p. 20-65, 2005.

CABRAL, F. M. **Análise da demanda ergonômica, medição de iluminância e temperatura em um supermercado**. 2013. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CAPLE, David C. The IEA contribution to the transition of Ergonomics from research to practice. **Applied ergonomics**, v. 41, n. 6, p. 731-737, 2010.

CRUZ, V. C. Aplicação do método owas e análise ergonômica do trabalho em um segmento de uma empresa de grande porte situada no município de Campos dos Goytacazes. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 35, 2015.

DA SILVA G. E. **Análise ergonômica do trabalho em serviços de manutenção de terminais de autoatendimento**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 2, p. 7801-7813, 2020.

DE AMORIM, R. G. G; CAVALCANTE, A. F. L; PEREIRA, S. P. A. ANÁLISE DO RUÍDO EM OFICINAS MECÂNICAS DE LUZIÂNIA-GOÍÁS. **Revista de divulgação científica Sena Aires**, v. 1, n. 1, p. 50-57, 2012.

DIAS, C.; MEDEIROS, E. Indicadores do autosserviço. In: **ABRAS**. Setor supermercadista registra crescimento de 9,36% em 2020. São Paulo, 11 fev. 25 2021. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/noticias-abras/72398/setorsupermercadista-registra-crescimento-de-936-em-2020>. Acesso em: 22 jun. 2022

DUL, J; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia prática**. Editora Blucher, 2012.

FALZON, P. **Ergonomia construtiva**. Editora Blucher, 2016.

FERNANDES, A. M. **Metodologia de pesquisa de dissertações sobre inovação: Análise bibliométrica**. Desafio online, v. 6, n. 1, p. 141-159, 2018.

FERREIRA, Mario S.; RIGHI, Carlos Antônio Ramires. **Análise ergonômica do trabalho**. Porto Alegre: Ed. PUCRS, 2009.

FERREIRA, D. de O. S. C; COSTA, E. N.; RODRIGUES, E. P.; SILVEIRA, P. T. de S. Organization of food products on supermarket shelves in Muritiba – Bahia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.

FLORES, A. M. AS GRANDES REDES DE VAREJO NO MERCADO DE CASA E CONSTRUÇÃO NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL GAÚCHO ATRAVÉS DO SETOR TERCIÁRIO. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 31, p. 101-119, 2018.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

HELANDER, M. **A guide to human factors and ergonomics**. CRC press, 2005.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia B. de M. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. International Ergonomics Association-What is ergonomics. **Acedido em**, p. 07-04, 2015.

JAHNCKE, H. **Cognitive Performance and Restoration in Open-Plan Office Noise**. 2012. Tese (Dissertação para obtenção do título de Doutor em Filosofia) - Faculdade de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável Universidade de Gävle, Suécia, 2022.

JÚNIOR, M; DE LIMA, D. **Implantação de um processo de gestão ergonômica: passos para a escolha de um modelo eficiente e viável que atenda aos requisitos da NR17 e Esocial em uma Indústria Química**. 2018.

LIMA, B. P. de; ADALBERTO, S. de P.; SILVA, D. C. M. da; DUQUE, T. S. **Aplicação do método owas para avaliar as condições ergonômicas do processo de amarração frouxa de feixes**. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro-RJ, 2015. Anais do XI CNEG, 2015. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_326.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022.

MEIRELLES, D. L. D. **Implantação de um processo de gestão ergonômica: passos para a escolha de um modelo eficiente e viável que atenda aos requisitos da NR17 e Esocial em uma Indústria Química**. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15 ANEXO N° 10 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES**. 2022. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr-15-anexo-10.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

NUNES, G. C; NASCIMENTO, M. C. D; DE ALENCAR, Maria A. C. Pesquisa científica: conceitos básicos. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 10, n. 29, p. 144-151, 2016.
PARA AVALIAR AS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS DO PROCESSO DE AMARRAÇÃO FROUXA DE FEIXES. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro-RJ, 2015. Anais do XI CNEG 2015. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_326.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022.

PEREIRA, M. G. **ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO APLICADO AO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UFMS–CAMPUS CAMPO GRANDE**. In: v. 1, n. 1: I Simpósio Nacional de Engenharia de Produção. 2021.

RIBEIRO, E. A. **A PERSPECTIVA DA ENTREVISTA NA INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA**. EVIDÊNCIA , Araxá, n. 4, p. 129-148, 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/tecnica_coleta_dados.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.

SANDOVAL, P. E. P. **MONITORAMENTO REMOTO APLICADO AO CONTROLE DA UMIDADE AMBIENTAL**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/5932/1/20920345.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

SHIDA, G. J; BENTO , P. E. G. **MÉTODOS E FERRAMENTAS ERGONÔMICAS QUE AUXILIAM NA ANÁLISE DE SITUAÇÕES DE TRABALHO**. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0496_3097.pdf. Acesso em: 30 abr. 2022.

SILVA, P. T. F. DA. **FERRAMENTAS ERGONÔMICAS: UMA ANÁLISE VOLTADA PARA SUAS FUNCIONALIDADES**. [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1033>. Acesso em: 30 abr. 2022.

SILVEIRA, D. T; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 33-44, 2009.

SOFTWARE ERGONOMIA. **FBF SISTEMAS**, 2022. Disponível em: <https://www.fbfsistemas.com/ergonomia.html>. Acesso em: 02 jun. 2022.

UPASANA; VINAY, D. WORK POSTURE ASSESSMENT OF TAILORS BY RULA AND REBA ANALYSIS. **International Journal of Science, Environment and Technology**, 6, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.ijset.net/journal/1849.pdf>. Acesso em: 1 maio 2022.

VIDAL, M. C. **Introdução à Ergonomia**. 2016. 35 f. Monografia (Especialização em Ergonomia) - Universidade do Brasil. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

WACHOWICZ, M. C. **Ergonomia**. Curitiba: Apostila de Ergonomia - Instituto Federal do Paraná, 2013. 176 p.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PESSOAS NA INDÚSTRIA

Diego Carlos Monteiro¹
Vitor Hugo dos Santos Filho²

Resumo: Diante de um mercado cada vez mais competitivo, surgem sempre novos desafios que precisam ser superados pelas indústrias. A gestão de pessoas tem sido um dos fatores primordiais de sucesso, tornando-se um diferencial, principalmente para as empresas de grande porte. Neste sentido, este estudo tem como objetivo analisar o impacto da gestão de pessoas nas indústrias. Para alcançar esse objetivo, o procedimento técnico adotado foi por meio de uma revisão bibliográfica, que é um estudo sobre o tema em questão, que permitiu o acesso a fontes primárias e secundárias como artigos, revistas e livros. Os resultados revelaram que a gestão de pessoas possibilita as empresas melhorar a sua produtividade tendo colaboradores mais motivados e engajados para conquistarem propósitos, sejam próprios ou da empresa.

Palavras-chave: Gestão de Pessoas; Produtividade; Crescimento.

Abstract: Faced with an increasingly competitive market, there are always new challenges that need to be overcome by industries. People management has been one of the key success factors, making it a differential, especially for large companies. In this sense, this study aims to analyze the impact of people management in industries. To achieve this objective, the technical procedure adopted was through a bibliographic review, which is a study on the subject in question, which allowed access to primary and secondary sources such as articles, magazines and books. The results revealed that people management allows companies to improve their productivity by having more motivated employees to achieve purposes, whether their own or the company's.

Keywords: People management; Productivity and Growth.

1. INTRODUÇÃO

Diante de um mundo em constante evolução, as empresas necessitam acompanhar as novas mudanças. Estas empresas, visam promover um melhor desempenho organizacional, aumentando as demandas e adquirindo uma estabilidade mais durável no mercado. Desta forma, as organizações vêm evoluindo em buscar investimentos não somente em inovações tecnológicas, mas principalmente no seu capital social que são os colaboradores da empresa. De acordo com Chiavenato (2002) investir nas pessoas contribui para melhorar o desempenho das empresas e tem sido um dos investimentos eficientes, obtendo maior qualificação dos funcionários, desenvolvendo assim um crescimento contínuo e sustentável.

Segundo Gil (2006) a gestão de pessoas pode ser vista como uma das maneiras estratégicas que as empresas utilizam como fonte de lucratividade, pois quando se obtém funcionários qualificados, satisfeitos, felizes e motivados, como consequência, eles trabalharão com mais dedicação e desempenho proporcionado assim uma maior produtividade, além de impulsionar positivamente o clima organizacional.

¹Acadêmico do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UNIFATEB – e-mail: diegocmonteiro@yahoo.com.br.

²Doutorando em Engenharia de Produção e Docente no colegiado de Engenharia de Produção do Centro Universitário UNIFATEB- e-mail: vitorhugosantofilho@hotmail.com.

Mediante no presente exposto, este estudo tem por objetivo analisar a importância e o impacto da gestão de pessoas na indústria. O estudo justifica-se a nível industrial, social e acadêmico. Para a indústria, justifica-se na necessidade de apresentar-se como uma vantagem competitiva, que é estar à frente de seus concorrentes. No âmbito social, visa uma gestão eficiente do capital humano, demonstrando como as pessoas buscam um ambiente mais favorável englobando a valorização de capacidades individuais, coletivas e comportamentais. No acadêmico serve como conhecimento sobre o tema a ser explorado.

Para melhor aproveitamento e entendimento do tema, este estudo está estruturado em quatro capítulos, sendo: Introdução com a contextualização do tema, o objetivo e a justificativa do estudo. Na sequência apresenta-se a metodologia que descreve as etapas do estudo, o referencial teórico abrangendo o conceito de gestão de pessoas a sua importância, e por fim a conclusão do estudo, relatando a importância e o impacto do tema na área pesquisada.

2. METODOLOGIA

O método científico de acordo com Cervo, Bervian e Silva, (2007) é a situação que vai permitir e conduzir o pesquisador, a saber, exatamente o que fazer sobre as questões da pesquisa que serão investigadas, onde deverão ser adequadas e viável para que se possa buscar informações e encontrar respostas verídicas para o tema abordado. Esse estudo buscou realizar consultas com materiais mais relevantes sobre o tema em questão, por meio de uma abordagem dos últimos quinze anos. Foram consultados livros, artigos impressos e *on-line*, dissertações, monografia e *sites*. Sendo uma busca que obteve como palavra-chave a gestão de pessoas.

Desta forma, esta pesquisa foi classificada como bibliográfica que de acordo com Cervo, Bervian e Silva, (2007) é considerada como um método qualitativo de análise, e pode ser vista como uma das metodologias mais eficazes a serem utilizadas quando a resposta de uma questão ou de um problema pode ser raciocinada, reconhecida ou comprovada utilizando-se de instrumentos já concebidos por outros pesquisadores ou doutrinadores, cujos resultados se encontram em artigos ou livros renomados ou por dados resultantes de pesquisas recentes.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 GESTÃO DE PESSOAS

Para obter um melhor conhecimento sobre uma das estratégias que tem se desenvolvido no mercado com o objetivo de melhorar a produtividade das organizações é necessário entender

que a gestão de pessoas é um conjunto de medidas que são aplicadas a fim de administrar o capital humano, e para conhecer a sua contextualização é necessário saber o significado da gestão de pessoas na versão de diferentes autores.

Conforme Gil (2014) a gestão de pessoas é considerada como uma função gerencial que busca cooperar com as pessoas que atuam nas organizações para alcançar os objetivos.

A Gestão de Pessoas de acordo com Chiavenato (2022) é um processo que está em constante transformação, enfatizando que a mudança está em transposição da ideia de que as pessoas só fornecem mão-de-obra simples, para o fornecimento de conhecimento e competências, a partir de parcerias e colaboração e não mais como empregados padronizados por meio de um contrato formal de trabalho.

A gestão de pessoas trata-se de um conjunto de políticas e práticas que permitem a conciliação de expectativas entre a organização e as pessoas, para que possam realizá-las ao longo do tempo. Desta forma, compreende-se que a gestão pode ser vista como um conjunto de relações entre o colaborador e seus subordinados com um único foco (DUTRA, 2011).

3.2 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PESSOAS NAS ORGANIZAÇÕES

Estudos envolvendo formas de gestão englobam tanto a valorização de capacidades individuais, coletivas e comportamentais, como os grandes avanços tecnológicos. Muito mais que uma prática de bem-estar, a gestão de pessoas torna-se uma “*expertise*” que possibilita construir e reter talentos mais qualificados e motivados dentro de suas funções. Ouvir e resolver os problemas e necessidades dos colaboradores é inerente à gestão de pessoas. A gestão deve ponderar a capacidade técnica de cada colaborador com fatores subjetivos, a fim de investir nos talentos certos e de uma forma eficaz (CHIAVENATO, 2020).

A competência é a junção de três elementos: saber fazer, conhecimento e experiências. O querer fazer que está relacionado com a motivação, vontade e comportamento; e o poder fazer trata das ferramentas, equipamentos e local de trabalho. Considera-se que a gestão de pessoas deve focalizar nas metas e nos resultados para garantir sucesso de forma progressiva. Diante desta perspectiva a organização só irá se desenvolver quando todos os setores estiverem interligados para assim obter melhor resultados (CHIAVENATO, 2007).

A gestão de pessoas na indústria 4.0 tem um papel muito importante, pois, servirá como apoio para que os colaboradores possam se adaptar ao novo ambiente de trabalho, de modo que se desenvolva as competências necessárias e essenciais para lidar com as novas técnicas e

recursos tecnológicos da indústria 4.0. Neste contexto, compreende-se que a gestão de pessoas seria um apoio psicológico, com o propósito de valorizar os trabalhadores (REZENDE, 2022).

Assim, a gestão de pessoas na indústria 4.0 deve-se tornar mais participativa e humanista de maneira que os funcionários sintam-se motivados e satisfeito nas suas atividades na empresa, tendo como resultado um crescimento empresarial e profissional (REZENDE, 2022).

Na visão de Domiciano (2022), o papel da gestão de pessoas na indústria consiste em:

- Fornecer conhecimento multidisciplinares: relacionados ao conhecimento de diferentes profissionais que possuem habilidades técnicas diversas;
- Engajar colaboradores a terem uma visão sistemática: refere-se à capacidade que os trabalhadores têm em compreender o processo da empresa);
- Disponibilizar cursos específicos sobre a tecnologia da informação: que está relacionado em estimular os profissionais a terem a visão sistemática com suas inovações tecnológicas.

Com a gestão de pessoas é possível que as organizações, melhorem sua produtividade, desenvolvendo competência para seus colaboradores, a terem visão técnica, flexibilidade, capacidade de tomar decisões, obter um bom relacionamento, conhecer outros idiomas, além de deixá-lo atualizado (HOLANDA, 2022).

Percebe-se que com um bom desenvolvimento da área de gestão de pessoas, as indústrias conseguem obter uma estrutura de trabalho mais flexível, autonomia na relação de trabalho, como também conseguem utilizar mais da tecnologia com a implantação de *home-office* (FLEMING, 2022). Segundo Domiciano (2022) a gestão na indústria busca desenvolver técnicas e propostas de retenção de talentos, principalmente para as empresas que necessitam suscetivelmente de mudanças de cargos e funções.

4. CONCLUSÃO

Diante do pressuposto apresentado, por meio da análise pesquisada conclui-se que a gestão de pessoas contribui para um bom desenvolvimento dos colaboradores, oferecendo uma melhor motivação no trabalho e garantindo uma qualidade de vida. Em uma gestão desenvolvida de maneira eficiente, dinâmica e flexível, a tendência é melhorar a produtividade dos colaboradores. Na indústria 4.0, essa gestão é indispensável, pois, favorece as habilidades e competências dos profissionais, contribuindo também para que o ambiente externo seja favorável, pois, assim, é possível estabelecer estratégias mais assertivas que agreguem valor a marca e ao cliente, conseguem obter controle de dados e automatização de processos, reter

talentos e capacitar os trabalhadores. Importante destacar a proximidade do gestor com seus liderados, entendendo suas necessidades, verificando os GAPS (termo em inglês que identifica lacuna em um determinado processo) de acordo com as competências e responsabilidades de cada colaborador, proporcionando os treinamentos necessários para fortalecer a equipe.

Percebe-se que adotar a gestão de pessoas é importante na indústria porque implica em diferentes vantagens que impactam o negócio da organização. É possível impulsionar positivamente a produtividade e o lucro, além de valorizar os funcionários, desenvolvendo competências, buscando inovação constante, oferecendo oportunidade de crescimento e credibilidade para a empresa. É importante continuar os estudos sobre a gestão de pessoas desenvolvendo pesquisas e ferramentas que auxiliem os gestores acompanhar de perto seus liderados, tendo a possibilidade de *feedbacks*, conversas mais constantes e assertivas, embasado nas necessidades encontradas no dia a dia das atividades realizadas no chão de fábrica.

REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas: como transformar os gerentes em gestores de pessoas**. 4ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHIAVENATO, I. **Construção de Talentos - Coaching & Mentoring**. Rio de Janeiro: Campus, 2020.

DOMICIANO, L. **Como a indústria 4.0 influencia no RH**. Disponível em: <https://blog.solides.com.br/industria4-rh/>. Acesso em: 31 de agosto de 2022.

DUTRA, J. S. **Gestão de pessoas: modelo, processos, tendências e perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2011.

FLEMING, L. **A importância da gestão 4.0 para o seu negócio**. Disponível em: <https://www.layerup.com.br/gestao-4-0/>. Acesso em: 31 de agosto de 2022.

FOGARI, I.; TEIXEIRA, E. S. A importância do desenvolvimento humano para a organização. **Revista Eletrônica Gestão e Negócios**, v. 3, n. 1, 2012.

GIL, A. C. **Gestão de Pessoas: enfoque nos Papéis Profissionais**. São Paulo: Atlas, 2014.

HOLANDA, I. **Os principais desafios da gestão de pessoas na indústria 4.0**. Disponível em: <https://blog.fortestecnologia.com.br/gestao-pessoas/industria-40/>. Acesso em: 31 de agosto de 2022.

REZENDE, A. **O impacto da indústria 4.0 na gestão de pessoas**. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/22826-o-impacto-industria-40-gestao-pessoas>. Acesso em 25 de agosto de 2022.

CONHECENDO O SOFTWARE SOLIDWORKS E SUAS UTILIZAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO DE DESIGNS SUSTENTÁVEIS

Diogo Aguiar Souza Reis¹
Bianca Sandrino²

Resumo: O presente trabalho é apresentado como resultado de uma pesquisa bibliográfica dos temas: SolidWorks, objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS) e design sustentável. Utilizou-se como ferramenta de pesquisa a plataforma Google acadêmico e o portal de periódicos Capes. Nestes textos, após análise observou-se um panorama das atuais pesquisas realizadas sobre os temas, os quais mostram o software SolidWorks como uma estratégia de desenvolvimento de processos de produção que também proporciona oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos por meio da aplicação de tecnologias de modelagem e simulação. O software SolidWorks tem ainda o potencial de reduzir significativamente custos e consumo de energia em setores industriais, atingindo a ODS 9, o qual cita investimentos em infraestrutura e em inovação para um desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Software, SolidWorks, Design, ODS.

Abstract: The present work is presented as a result of one bibliographic research of the themes: SolidWorks, sustainable development objective ODS and desing sustainable. It used as academic Google reseach tool and the Capes periodic portal. In these texts, after analysis was observed a panorama of current research performed on themes, which show SolidWorks software as a strategy of development productions processes that also provide opportunities for development of new products through applications of modeling technologies and simulation. The software SolidWorks has yet the potencial to reduce signicantly coast and energy consumption in industrial sectors, hitting ODS 9, wich quotes investments in infrastructure and in innovation for sustainable development.

Keywords: Software, SolidWorks, Desing, ODS.

1. INTRODUÇÃO

Da literatura sobre o tema SolidWorks, observou-se a seguinte definição: o Software SolidWorks é uma ferramenta de desenho tridimensional paramétrica, que permite ao usuário projetar diversos tipos de peças, desenhos ou sistemas mecânicos em diversas áreas de aplicação [1].

Além disso, o conceito de design sustentável trás toda uma filosofia de economia e responsabilidade ambiental que deve seguir toda corporação, empresa, organização, agência ou

¹Aluno de Iniciação Científica do curso de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. diogo.aguiarsr@gmail.com

²Professora orientadora de Iniciação Científica/Professora dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. bianca.sandrino@fatebtb.edu.br

instituição do estado[2]. Design sustentável deve considerar ainda o meio ambiente e seus recursos naturais, que são acessíveis para a comunidade, protegendo - o de efeitos negativos da produção de atividades e usando recursos com responsabilidade.

Nessa trajetória discorre-se também sobre os ODS (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável), os quais são 17 diferentes objetivos que visam o desenvolvimento da sociedade humana de maneira sustentável [3]. Especificamente cita-se o ODS 9 - Indústria Inovação e Infraestrutura, pois está diretamente relacionado às ideias de Design Sustentável, cujas metas para o Brasil segundo as Nações Unidas devem:

"Meta 9.2 - Até 2030, promover a atividade econômica inclusiva e sustentável e a atividade de alta complexidade tecnológica, com foco na elevação da produtividade, do emprego e do PIB, e com melhora nas condições de trabalho e na apropriação dos ganhos de produtividade advindos.

Meta 9.4 - Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as atividades econômicas para torná-las sustentáveis, com foco no uso de recursos renováveis e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente adequados.

Meta 9.5 - Fortalecer a pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas das empresas, incentivando, até 2030, a inovação, visando aumentar o emprego do conhecimento científico e tecnológico nos desafios socioeconômicos nacionais e nas tecnologias socioambientalmente inclusivas; e aumentar a produtividade agregada da economia.”

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo conhecer as estratégias de desenvolvimento de design sustentável e a importância dos softwares de simulação no desenvolvimento de novos produtos e equipamentos. Este software também pode ajudar em melhorias em equipamentos já existentes, auxiliando na sustentabilidade, uma vez que quanto menos material é usado para produzir, menos recursos são gastos no processo, o que garante às empresas maior lucro a sociedade benefícios com a menor demanda por materiais e energia.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi descrito após uma pesquisa bibliográfica sobre os temas: SolidWorks, objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS) e design sustentável, via plataformas de busca de pesquisas acadêmicas tais como Google acadêmico e Portal de Periódicos Capes. Ao final da leitura dos diferentes textos obtidos, monografias, dissertações, resumos de congresso,

artigos científicos entre outros, um texto no formato de resumo expandido de revisão bibliográfica foi descrito de acordo nas normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a fim de servir como uma publicação nos anais do evento de pesquisa e iniciação científica do Centro Universitário de Telêmaco Borba 2022 (EPIC), como requisito do projeto de iniciação científica do autor Diogo Aguiar.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pesquisas e projetos auxiliados por computadores para desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e equipamentos têm despertado o interesse de muitos pesquisadores há muito tempo, gerando diversos métodos para diferentes aplicações de engenharia. Como por exemplo, design de produtos, desenvolvimento de peças e acessórios, simulações de montagem de equipamento, plantas de processos, entre outros. Nos últimos anos, estes sistemas foram implementados com sucesso nos quais métodos numéricos, softwares e computadores são integrados em diversas áreas. Um desses softwares é o SolidWorks, um programa de projeto de modelagem de sólidos tridimensionais, sendo capaz de trabalhar confortavelmente nos sistemas operacionais Microsoft Windows, Mac OS X e Linux [1].

Segundo Weinfurter (2003) com o crescimento dos recursos para computação gráfica, principalmente para a área de modelagem de sólidos, as empresas estão cada vez mais investindo nesse setor para se tornarem competitivas. As características gerais do programa e sua facilidade de uso são devido a modelagem geométrica que consiste em um conjunto de métodos que visam descrever a forma e as características geométricas de um objeto. Ela provê uma descrição ou modelo mais analítico que o real, sendo mais conveniente e econômico que o processo ou objeto em si. A modelagem permite analisar e testar variáveis com muito mais facilidade e praticidade que os sistemas reais[5].

Os softwares de modelagem e simulação podem auxiliar no desenvolvimento de produtos com um design mais sustentável. O chamado EcoDesign tem como objetivo a implementação de melhores práticas de design que representam uma base de dados de questões ecológicas e respostas relativas usando um conjunto de conhecimento de normas de parâmetros de design [6], onde os indicadores ambientais têm como objetivo fundações ou contrações nos modelos de LCA (Life Cycle Analysis). LCA são metodologias que permitem uma avaliação dos impactos ambientais de uma certa produção ou processo, levando em conta todo ciclo da vida deste produto ou processo [7]. Sendo possível analisar a sustentabilidade de um sólido

providenciando um feedback em tempo real de fatores de impacto ambiental. Sólidos sustentáveis são usados para melhorias no design de produtos, reduzindo o uso de materiais e fazendo uma otimização na potência total do design.

CONCLUSÃO

O EcoDesign é uma estratégia de desenvolvimento abrangente, que resulta não apenas em melhorias de produção, mas também proporciona oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos. Esta estratégia se realiza por meio da aplicação de tecnologias como os softwares de simulação, tais como o SolidWork atuando como uma ferramenta que tem o potencial de reduzir significativamente custos e consumos de matérias primas. Com tais reduções é possível atingir um dos principais objetivos da ODS 9, o qual cita investimentos em infraestrutura e em inovação para um desenvolvimento sustentável. Pode-se dizer que os progressos tecnológicos obtidos pelos softwares de simulação, podem ser uma das chaves para as soluções dos desafios econômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

1. KEMAL, KABAS. USO DO SOLIDWORKS NO PROJETO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS. Disponível em: <<https://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2018/ANNALS-2018-4-15.pdf>> Acesso em 10 Abril. 2022.
2. LUMINITA I. POPA, VASILE N. POPA. Análise de eco sustentabilidade de produtos usando CAD Software SolidWorks, Disponível em: <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/26/mateconf_imane2017_06002.pdf> Acesso em 21 Abril. 2022
3. NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 17 Set. 2021.
4. ODS, 2022. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods9.html>> Acesso em: 02 Mai. 2022.
5. WEINFURTER, Delcio Vill. Customização para acrescentar atributos em sólidos do solidworks. Disponível em: <<http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2003-1delcioillweinfurtervf.pdf>> Acesso em: 20 Abril. 2022.
6. F. Cappelli, M. Delogu, M. Pierini, Proceedings of LCE (2006), Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.9866&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 23 abril 2022.
7. SUSTENTABILIDADE DE PRODUTOS, Processos e Cadeias de Suprimentos Teoria e Aplicações, 36, 1ª Edição, Elsevier (2015), Disponível em: <<https://www.elsevier.com/books/sustainability-ofproducts-processes-and-supply-chains-theory-and-applications/you/978-0-444-63472-6>>, Acesso em: 23 Abril 2022.

Engenharia Química



ANÁLISE DO USO DE CATALISADORES DE DIÓXIDO DE TITÂNIO EM FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA PARA TRATAMENTO DE EFLUNTES DA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE

Marco Antonio Cardoso de Souza¹

Erickson Alex de Lima²

Patrícia Aparecida Ribeiro de Lima³

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar a eficiência do processo fotocatalítico para tratamento de efluente de celulose e papel, empregando para tanto catalisadores de dióxido de titânio com predominância da fase anatase, para com catalisadores após processo de calcinação a 700 °C para obtenção da fase rutilo, e dióxido de titânio comercial P25, analisando para tanto a influência da formação de fases distintas nesses materiais no processo fotocatalítico, averiguando para tanto os resultados obtidos para os parâmetros característicos do efluente como coloração e demanda química de oxigênio. A amostra que apresentou maior eficiência para o tratamento foi a de dióxido de titânio P25, promovendo uma redução de 68% da coloração e 65% da DQO do efluente industrial

Palavras-chave: Fotocatálise Heterogênea; Dióxido de Titânio; Efluentes Industriais.

Abstract: This article aims to analyze the efficiency of the photocatalytic process for pulp and paper effluent treatment, using titanium dioxide catalysts with predominance of the anatase phase, for catalysts after a calcination process at 700 °C to obtain the rutile phase, and commercial titanium dioxide P25, analyzing the influence of the formation of distinct phases in these materials in the photocatalytic process, verifying the results obtained for the characteristic parameters of the effluent such as color and chemical oxygen demand. The sample that showed the highest efficiency for the treatment was the titanium dioxide P25, promoting a reduction of 68% of the color and 65% of the COD of the industrial effluent.

words: Heterogeneous Photocatalysis; Titanium dioxide; Industrial Effluents.

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da sociedade nos dias atuais consiste na preservação do meio ambiente e em buscar maneiras e processos que apresentem uma elevada eficiência sem agredir ou degradar aos ecossistemas que os cercam, desta forma as indústrias buscam desenvolver e analisar processos como os de tratamento de efluentes industriais, visando promover um tratamento adequado para estes efluentes (VALVERDE, 2016).

¹Doutorando em Engenharia e Ciências de Materiais, pela UEPG, Campus de Ponta Grossa. marko.cardoso@hotmail.com

²Mestrando em Engenharia Ambiental, pela UTFPR, campus de Apucarana. erickson.lima@outlook.com

³Graduanda em Química, pela UNINTER. Polo de Telêmaco Borba. patrycia.ribeiro@hotmail.com

Uma alternativa para tanto são os processos oxidativos avançados e entre eles a fotocatalise heterogênea vem se destacando no decorrer dos últimos anos devido a eficiência no tratamento e redução de parâmetros dos efluentes como: coloração e da demanda química de oxigênio, apresentando uma elevada eficiência e baixo custo (NOGUEIRA, 1997).

A fotocatalise heterogênea consiste em uma técnica de tratamento de efluentes industriais limpa, que uso de catalisadores de semicondutores cerâmicos que aplica processos oxidativos para degradação de componentes orgânicos em efluentes industriais (CHIAVENATO, 2017)

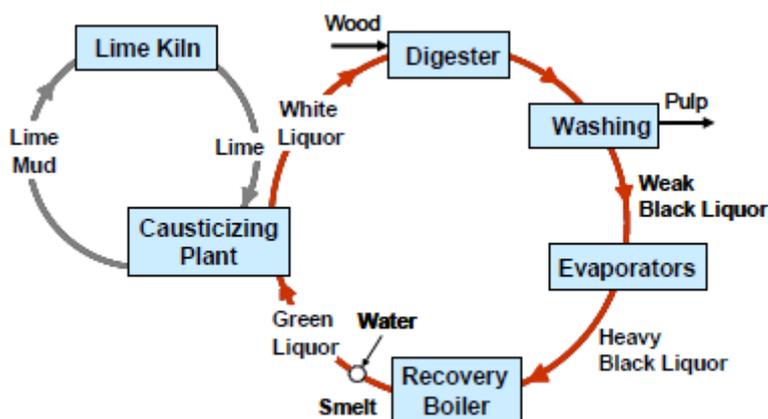
Para tanto o presente estudo buscou analisar o uso de catalisadores de dióxido de titânio com predominância da fase anatase, dióxido de titânio comercial P25, e uma amostra calcinada a temperatura de 700 °C com a finalidade de promover uma mudança na fase cristalina do material e averiguar a eficiência de ambas as fases no tratamento de efluente de celulose e papel através da aplicação do processo de fotocatalise heterogênea, analisando para tanto a redução nos parâmetros característicos do efluente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 PROCESSO KRAFT

De acordo com FAVARO (2015) o principal processo utilizado atualmente para a produção de papel e celulose é o processo Kraft (Figura 1), desenvolvido por volta de 1879 por Dahl.

Figura 1: Processo Kraft



Fonte: TRAN (2007)

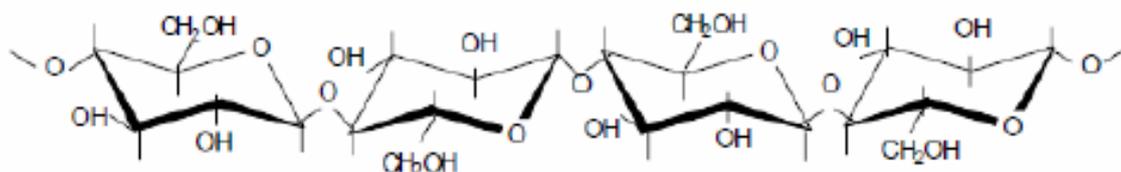
Para ALVES (2015) uma das principais vantagens apresentadas pelo processo Kraft e sua eficiência consiste no fato do mesmo ser um processo contínuo, tornando assim o mesmo amplamente utilizado ao redor do globo.

O processo de fabricação de papel e celulose é dividido em diversas etapas tais como a preparação da matéria prima (cavacos), fabricação da polpa, lavagem da polpa, etapas de branqueamento, fabricação do papel processo de recuperação química entre outras, e em várias etapas deste processo ocorre a geração de resíduos que demandam um tratamento (TAKIGUCHI, 2020).

Para se elevar a eficiência do processo Kraft para a produção de papel e celulose é de suma importância possuir matéria prima de qualidade com cavacos que apresentem uma boa granulometria (CARVALHO, 2014).

Para SOUZA (2019) para promover a separação da celulose (Figura 2) dos demais componentes da madeira, utilizando o processo de polpação alcalina Kraft promove a deslignificação de cavacos de madeira oriunda geralmente de Pinus ou Eucalipto impregnando a madeira com licor de cozimento (composto de NaOH) em digestores aplicando elevada pressão e temperatura.

Figura 2: Estrutura da Celulose



Fonte: SOUZA (2014)

Uma das principais características do processo Kraft consiste no fato de que o mesmo apresenta elevada eficiência química e energética frente aos demais processos de polpação, reaproveitando mais de 90% dos compostos químicos utilizados ao longo do processo produtivo (CARVALHO, 2019).

A estrutura da madeira é altamente rígida e agregada devido a presença da lignina que atua como um ligante dos demais componentes da mesma (IPT, 1988)

Desta forma um dos principais objetivos do processo de polpação Kraft consiste em se remover grandes quantidades de lignina dos cavacos de madeira sem agredir muito os demais componentes da madeira em especial a celulose (SOUZA, 2014).

Após a obtenção da polpa celulósica a mesma passa por etapas de branqueamento que possui como finalidade remover compostos organoclorados da celulose, os quais se concentram no efluente oriundo desta etapa, desta maneira torna-se necessário a utilização de processos para tratamento deste efluente antes de se realizar o seu descarte (COELHO, 2014).

2.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

A água é amplamente aplicada em processos industriais de maneiras e formas distintas, o que acarreta por sua vez na geração de uma vasta gama de efluentes industriais, que deve ser devidamente analisado e tratado para posterior descarte (COSTA, 2009).

Para o CONAMA (2011) para um determinado efluente industrial ser descartado em meio hídrico, o mesmo deve possuir parâmetros adequados referentes a coloração, demanda química de oxigênio e demais características do efluente, evitando a contaminação dos recursos naturais.

De acordo com ZAMORA (1997) uma das principais preocupações em processos industriais consiste em se realizar processos adequados de tratamento de seus efluentes antes de promover o descarte dos mesmos, desta forma acarreta em uma busca por novas tecnologias e a utilização de processos que apresentam elevada eficiência nesses tratamentos.

Para tanto se torna necessário determinar os principais parâmetros físico-químicos apresentados pelos efluente, bem como conhecer a sua composição, possibilitando a escolha de tratamentos mais adequados para estes efluentes. (BELTRAME, 2016).

Para LIBÂNIO (2008) um dos principais parâmetros que devem ser analisados em tratamento de efluentes industriais consiste na coloração do mesmo que é influenciado pelos compostos orgânicos e inorgânicos presentes no meio.

De acordo com NETO (2011), existe uma vasta gama de processos que permitem a realização de tratamentos de efluentes industriais

O tratamento de efluentes industriais pode ser classificado em 3 tipos principais sendo os mesmos: tratamentos biológicos, tratamentos físicos e os tratamentos químicos como é o caso dos processos oxidativos avançados (KARAT, 2013).

Segundo BRITO (2012) umas das principais vantagens da aplicação de processos oxidativos avançados frente a demais técnicas de tratamento de efluentes industriais consiste no fato do mesmo não gerar resíduos após a aplicação do tratamento, se mostrando desta maneira uma tecnologia simples, barata e limpa.

2.3 CATALISADORES DE DIÓXIDO DE TITÂNIO

Catalisadores são compostos químicos que não são consumidos no decorrer de uma reação química, sendo responsáveis por um aumento na velocidade da reação (CIOLA, 1981).

De acordo com SILVA (2022) os principais catalisadores analisados para aplicação em processos oxidativos avançados de fotocatalise heterogênea, são na maioria das vezes óxidos cerâmicos semicondutores como os de zinco e titânio.

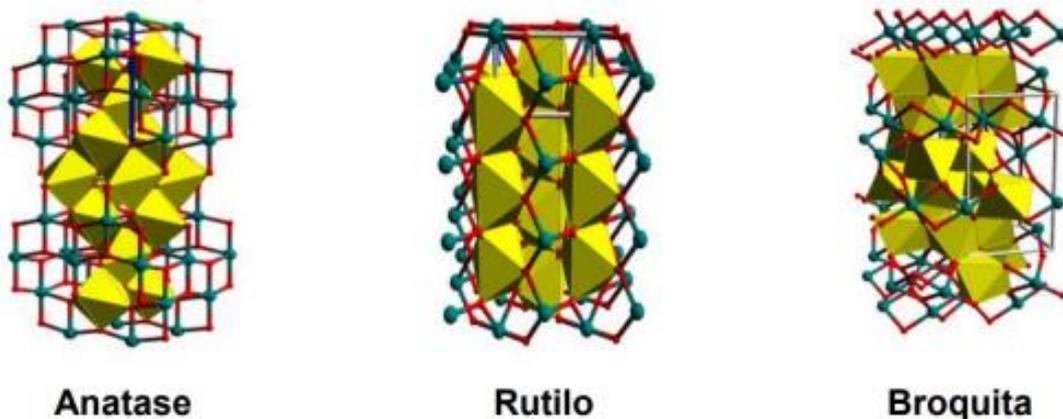
O dióxido de titânio é amplamente estudado e analisado em diversos processos industriais tais como para produção de corantes, produtos de beleza, na indústria farmacêutica, e alimentícia (FELTRIN, 2012).

Segundo PENA (2015) o dióxido de titânio geralmente é encontrado na natureza misturado com outros minérios como o do ferro, na forma de ilmenita.

Devido ao baixo custo, elevada estabilidade química, e boas propriedades elétricas o dióxido de titânio é um material cerâmico que é amplamente utilizado em tratamentos fotocatalíticos, apresentando como principais fases cristalinas o anatase e rutilo (ABREU, 2016).

Segundo MARQUES (2005) o dióxido de titânio apresenta 3 fases principais sendo as mesmas a anatase, rutilo e broquita conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Fases cristalinas do dióxido de titânio



Fonte: MARIANO, 2019

O dióxido de titânio apresenta uma variação de fase conforme se eleva a temperatura, transformando a fase anatase para rutilo (FELTRIN, 2013).

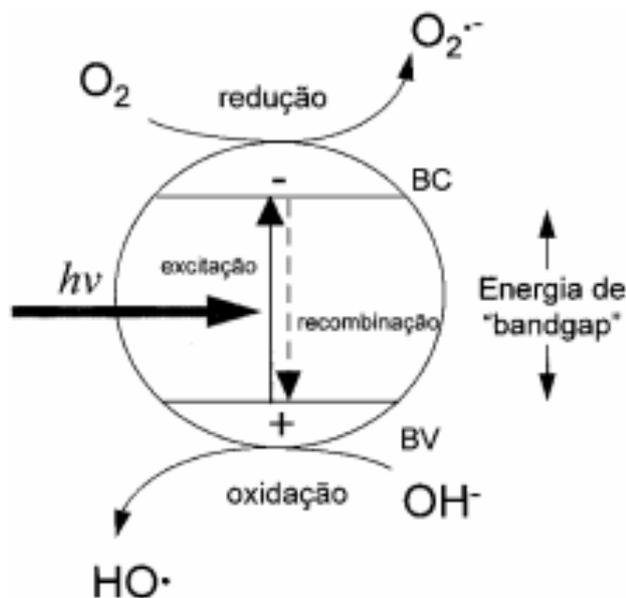
De acordo com OLIVEIRA (2011) a fase rutilo apresenta uma menor eficiência para uso em processos fotocatalíticos se comparada com a fase anatase, pois a fase anatase apresenta uma maior área superficial elevando assim a eficiência no tratamento dos efluentes industriais.

Para MORAES (2017) mesmo a maior eficiência para processos fotocatalíticos estar relacionado a fase anatase, a aplicação de uma mistura entre as fases anatase e rutilo, como a apresentada pelo dióxido de titânio comercial P25 apresentam melhores resultados para descontaminação de efluentes industriais do que quando tratados unicamente com uma só fase cristalina.

2.4 FOTOCATALISE HETEROGÊNEA

O processo de fotocatalise heterogênea (Figura 4) foi desenvolvido por Fujishima e Honda por volta de 1972 através da irradiação de dióxido de titânio em meio aquoso (MARQUES, 2017).

Figura 4: Esquemática do processo de fotocatalise heterogênea



Fonte: NOGUEIRA, 1997

Para NETO (2011) o processo de fotocatalise heterogênea é amplamente estudado para a remoção de contaminantes tais como os compostos orgânicos da água.

Os processos de tratamento de efluentes industriais através de processos oxidativos avançados, e dentre eles a fotocatalise heterogênea, são amplamente aplicados para

descontaminação de efluentes provenientes de indústrias de papel e celulose, petroquímica e têxtil (FELTRIN, 2012).

De acordo com SILVA (2010) no decorrer do processo fotocatalítico ocorre a emissão de um fóton através da fonte luminosa, e o mesmo interage com os elétrons da banda de valência do catalisador proporcionando uma excitação dos mesmos e um assim um salto energético da banda de valência para a banda de condução, ocasionando o surgimento de um par elétron-buraco.

Para SOSSMEIER (2016) após a geração do par elétron-buraco no catalisador, devido a interação da fonte luminosa, ocorre o surgimento de radicais hidroxilas, estes radicais consistem em compostos fortemente oxidantes, desta forma estes radicais através de reações de oxi-redução interagem com a matéria orgânica presente no efluente industrial degradando a mesma, e assim promovem uma redução dos parâmetros característicos do efluente industrial.

Desta forma no decorrer do tratamento de efluentes industriais através de processos fotocatalíticos ocorre uma interação entre atividades fotoquímicas e atividades catalíticas para a realização das reações químicas necessárias para oxidação dos componentes orgânicos presentes no meio aquoso (MARQUES,2005).

2.5 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no presente estudo buscou analisar a viabilidade do tratamento do efluente da indústria de papel e celulose através da fotocatalise heterogênea com a utilização de catalisadores de dióxido de titânio.

Para tanto as amostras de dióxido de titânio analisadas foram calcinadas a temperatura de 700 °C, promovendo uma modificação na fase cristalina do material de anatásio para rutilo.

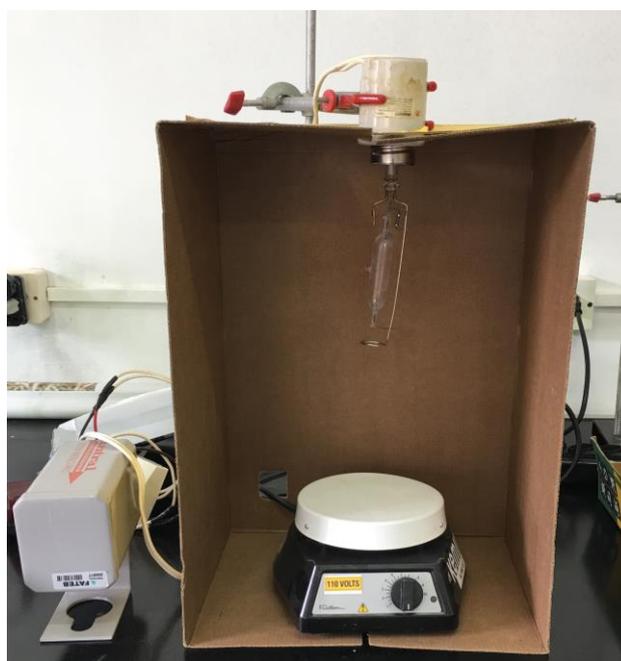
Posteriormente se realizou a comparação na redução dos parâmetros característicos do efluente industrial de remoção da coloração e demanda química de oxigênio com o uso de dióxido de titânio P25, dióxido de titânio anatase e dióxido de titânio rutilo.

2.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente se realizou o processo de coleta das amostras de efluente industrial, após obtenção das amostras realizou-se a determinação dos parâmetros de cor e DQO das mesmas, para posterior comparação com os resultados obtidos após tratamento fotocatalítico.

Posteriormente se realizou a construção do reator fotocatalítico conforme demonstrado na Figura 5, utilizando para tanto um agitador, suporte universal, gerador de bolhas de ar e uma lâmpada de luz ultravioleta.

Figura 5: Reator Fotocatalítico



Fonte: Elaborado pelos autores

Como catalisador para o tratamento utilizou-se amostras de dióxido de titânio com predominância da fase anatásio, dióxido de titânio comercial P25, e uma amostra de dióxido de titânio após tratamento térmico de calcinação a temperatura de 700 °C.

As amostras de dióxido de titânio foram caracterizadas através de análise de difração de raios-X para determinação das fases cristalinas apresentadas nas amostras após o processo de calcinação.

Para a realização do tratamento fotocatalítico utilizou-se uma amostra de 500 mL de efluente industrial, juntamente com os catalisadores a uma concentração de 1g/L, o meio ficou sob agitação visando proporcionar uma maior homogeneização da mistura (efluente + catalisador).

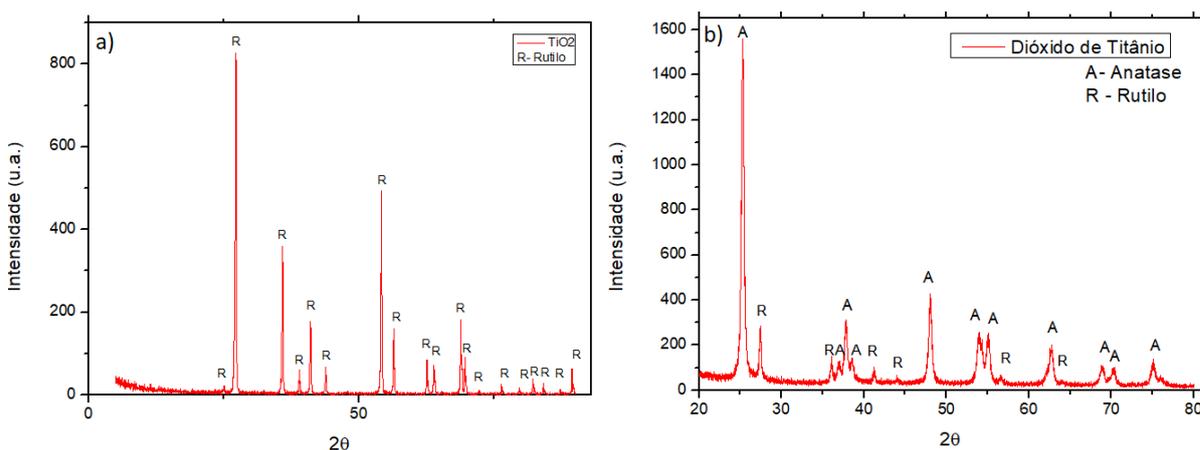
Utilizou-se uma lâmpada ultravioleta e um tratamento fotocatalítico por 5 horas, realizando-se coletas de amostras a cada hora para determinação dos parâmetros de coloração e DQO, para ambos os catalisadores analisados.

Para determinação da coloração do efluente industrial utilizou-se de um colorímetro HACH DR 890, já para a determinação da demanda química de oxigênio (DQO), utilizou-se de uma solução de dicromato de potássio, e uma solução de ácido sulfúrico com sulfeto de prata que foram misturadas com o efluente industrial, que permaneceram por cerca de 2 horas no interior de um bloco digestor TE-021 DRY BLOCK sob um aquecimento a 150 °C, posteriormente a mesma foi analisada através do método espectrofotométrico em um espectrômetro SP 22.

2.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a caracterização das fases cristalinas presentes nas amostras de dióxido de titânio comercial P25 e do dióxido de titânio após a calcinação, as mesmas foram analisadas através de difração de raios-x conforme demonstrado na figura 6.

Figura 6: Difratoograma de raios-x dos catalisadores a) TiO₂ após calcinação; b) TiO₂ comercial P25



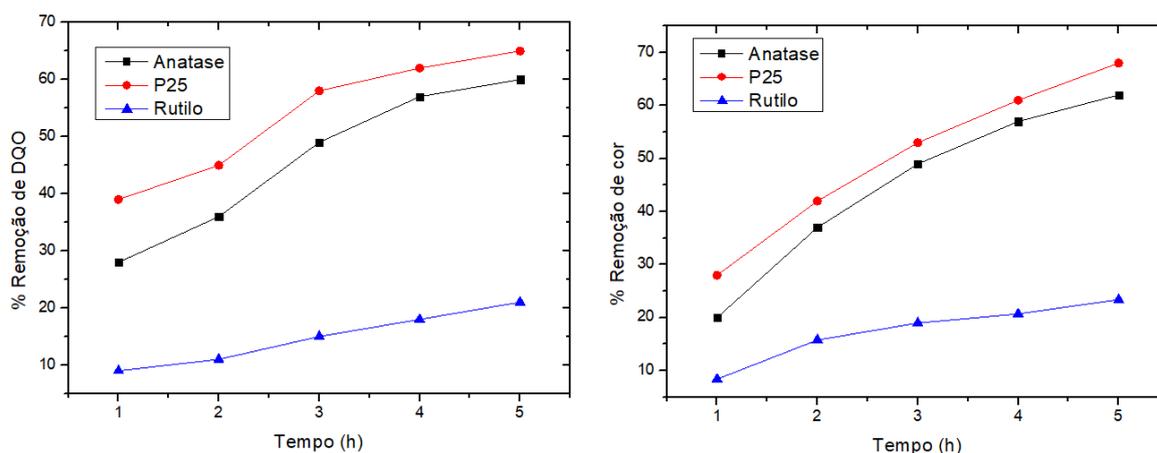
Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme pode ser observado nas análises de difração de raios-x das amostras dos catalisadores, pode-se concluir que a amostra de dióxido de titânio calcinada a temperatura de 700 °C (Figura 6a) apresentou unicamente a fase rutilo em sua composição, enquanto a amostra de dióxido de titânio comercial P25 (Figura 6b), demonstrou a existência das fases

anatase e rutilo em sua composição, não apresentando desta maneira nenhum outros contaminantes ou fase distinta das pretendidas.

Através dos valores obtidos das análises elaborou-se os gráficos demonstrados Figura 7, para as reduções de coloração e DQO do efluente analisado para ambos os catalisadores de dióxido de titânio.

Figura 7: Eficiência do processo fotocatalítico para a redução dos parâmetros de DQO e coloração do efluente



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme demonstrado nos resultados obtidos após o tratamento fotocatalítico, pode-se concluir que o catalisador de dióxido de titânio apresenta uma elevada eficiência para a redução dos parâmetros característicos do efluente de celulose e papel através da aplicação da fotocatalise heterogênea com luz ultravioleta.

Conforme a amostra de dióxido de titânio é calcinada e sua fase se converte para rutilo a eficiência da mesma se mostra inferior as amostras de anatase e comercial P25.

A eficiência da remoção de coloração e demanda química de oxigênio utilizando o dióxido de titânio com a fase rutilo permaneceu em torno de 20%

As amostras de dióxido de titânio com predominância da fase anatase obteve uma redução em torno de 62% para coloração e 60% para DQO, enquanto a amostra comercial de dióxido de titânio P25 apresentou uma eficiência de redução de 68% da coloração e 65% da DQO do efluente de celulose e papel.

Os resultados obtidos para o tratamento fotocatalítico com dióxido de titânio comercial colaboram com valores encontrados em trabalhos anteriores que apresentaram eficiência de 66% para remoção de DQO, e 69% para remoção da coloração do efluente da indústria de papel e celulose (SOUZA, 2020).

Estudos realizados por RODRIGUES (2007) relacionados a aplicação do processo fotocatalítico para o efluente de celulose e papel durante 6 horas de tratamento com dióxido de titânio comercial apresentaram uma eficiência na remoção da DQO de 75% , colaborando assim com os valores encontrados.

A maior eficiência foi obtida através da amostra de dióxido de titânio comercial P25 que apresenta uma mistura entre as fases anatase e rutilo, mostrando assim a existência de uma sinergia entre as fases do material quando aplicado em processos fotocatalíticos.

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos pelo tratamento do efluente industrial de papel e celulose através da fotocatalise heterogênea com dióxido de titânio, pode-se concluir que o tratamento fotocatalítico se mostrou eficiente para o tratamento de efluentes da indústria de papel e celulose, e que a utilização dos catalisadores P25 e com fase predominante de anatase demonstraram uma elevada eficiência para a redução da coloração bem como da demanda química de oxigênio do mesmo, utilizando como fonte luminosa uma lâmpada de luz ultravioleta. O processo de calcinação do catalisador se mostrou eficiente para a obtenção da fase rutilo, entretanto a mesma demonstrou a menor eficiência para o tratamento com uma redução em torno de 20% tanto para coloração quanto para a demanda química de oxigênio. A amostra que apresentou maior eficiência para a redução dos parâmetros do efluente foi a de dióxido de titânio comercial P25 apresentando uma redução de 68% da coloração do efluente e de 65% da demanda química de oxigênio. Desta forma pode-se concluir que uma mistura entre as fases anatase e rutilo apresenta uma sinergia que eleva a eficiência do catalisador quando aplicado em processo fotocatalíticos para tratamento de efluentes industriais de papel e celulose.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J.M. **Desenvolvimento de fotocatalisadores para aplicação na reação de redução do nitrato**. Dissertação de Mestrado em Química pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2016 p.91.
- ALVES, E.D. ; et.al. **Estudo do processo de obtenção celulose Kraft com ênfase no forno de cal**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v.16, n.26, p. 101-220, 2015.

BELTRAME, T.F.; et.al. **Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 20, n. 1., p. 351–362, Santa Maria 2016

BRITO, N. N. S. ; et.al. **Processo oxidativo avançado e a sua aplicação ambiental.** Química Nova, v.1, n.3, p.36-47, 2012

CARVALHO, D.L. **Estudo da melhor granulometria do cavaco para produção de celulose.** Monografia de Conclusão de Curso em Engenharia Química pela Faculdade de Telêmaco Borba, Telêmaco Borba, PR, 2014.

CARVALHO, D.L. **Estudo da viabilidade do uso da lama de cal proveniente da indústria de papel em massa cerâmica.** Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciências de Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2019.

CIOLA, R. **Fundamentos da catálise.** 1 ed., São Paulo, São Paulo: MODERNA LTDA, 1981, p. 34.

CHIAVENATO, F.F. **Aplicação do processo de fotocatalise heterogênea para degradação do triclosan.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2017.

COELHO, G.A.; et.al. **Fotodegradação heterogênea de efluente de polpa Kraftbranqueada com cloro.** Revista Árvore, Viçosa, MG, v.38, n.5, p.927-934, 2014.

CONAMA, **Resolução nº430**, de 13de maio de 2011

COSTA, ANA PAULA JAVAROTI; ET AL. **Um estudo sobre estações de tratamento de efluentes industriais e sanitários da empresa Dori Alimentos LTDA.** Revista de GraduaçãoUNIVEM v1, ano 2, pág 6-22. Marília São Paulo, 2009

FAVARO, J. S. C. **Estudos da polpação Kraft, branqueamento e refino de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla.** Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica na área de Materiais Lignocelulósicos, pela Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, São Paulo, 2015, p. 180.

FELTRIN, J. **Estabilização a elevadas temperaturas da fase anatase com partículas submicrométricas de SiO₂.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

FELTRIN, J. **Superfícies fotocatalíticas de titânia em substratos cerâmicos. Parte 1: Síntese, estrutura e fotoatividade.** Cerâmica, V.59, p. 620-632. 2013.

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo – **Celulose e Papel, Tecnologia de fabricação de pasta celulósica**, Volume I,1998.

KARAT, I. **Advanced oxidation processes for removal of COD from pulp and paper mill effluents a technical, economical and enviromental evaluation.** Dissertação de Mestrado pelo Royal Institute of Technology, Estocolmo, 2013, p. 120.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água.** Editora Átomo, 2^oed, Campinas, SP, 2008

MARIANO, M.M. **Avaliação estrutural de TiO₂ obtido por rota sol-gel tradicional e hidrotérmica.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Materiais pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Hrizonte, MG, 2019.

MARQUES, F.C. ; et.al. **Estratégias e materiais utilizados em fotocátalise heterogênea para geração de hidrogênio através da fotólise da água.** Química Nova, v XY, n 00, 2017.

MARQUES, R.G. **Decomposição fotocatalítica da gasolina sintética e comercial.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2005

MORAES, C.M. **Síntese, caracterização e atividade fotocatalítica na região de luz visível de fotocatalisadores a base titânia comercial (P25 EVONIK) e ferro.** Tese de Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. 2017 p.197.

NETO, S.A.; at al. **Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química.** Química Nova, vol 34. São Paulo, 2011

NOGUEIRA, R.F.P; et.al . **A fotocátalise heterogênea e a sua aplicação ambiental.** Revista Química Nova, 21, 1997

OLIVEIRA, J.S.S. **Utilização de dióxido de titânio em processos fotocatalíticos para degradação de fenóis.** Vivências Revista Eletrônica de Extensão da URI, v7, n12, p91-104, 2011.

PENA, A.L. **Dióxido de titânio para aplicação em células solares.** Monografia de Conclusão de Curso em Bacharelado em Química pela Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, 2015.

RODRIGUES, A.C. **Tratamento do efluente aquoso da indústria de papel e celulose por coagulação e floculação seguido de fotocátalise com TiO₂/H₂O₂.** Dissertação de Mestrado em Química pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2007.

SILVA, R.C.L. **Remoção de azul de metileno de solução aquosa através de fotocátalise na presença de nanopartículas de TiO₂, sob luz solar natural.** Research Society and Development, v.11, n.6, 2022.

- SILVA, S.S. et.al. **Nanocompósitos semicondutores ZnO/TiO₂, Testes fotocatalíticos.** Revista Química Nova, V.33, n.1,p 85-89, 2010.
- SOSSMEIR, T.R. **Síntese e avaliação da atividade fotocatalítica de catalisadores de dióxido de titânio dopados com óxido de cério.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016, p 85.
- SOUZA, M.A.C. ; et.al. **Análise comparativa entre fotocatalise heterogênea e a eletrofloculação para o tratamento de efluentes de celulose e papel.** Periódico Técnico Científico Cidades Verdes , v8, p.44-59, 2020
- SOUZA, M.A.C. **Estudo de perovisquita baseada em titânio para aplicação em fotocatalise heterogênea.** Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2019 .
- SOUZA, M.A.C. **Substituição da antraquinona por surfactantes na polpação.** Monografia de Conclusão de Curso em Engenharia Química pela Faculdade de Telêmaco Borba, Telêmaco Borba, PR, 2014.
- TAKIGUCHI, C. Y. **Diagnóstico ambiental em industria de papel e celulose.** Monografia de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, 2020. p.132.
- TRAN, H; et.al. **The Kraft chemical recovery process.** Programa de Pesquisa do Increasing Energy and Chemical Recovery Efficiency in the Kraft Process, NSERC, Toronto, Canada, 2007.
- VALVERDE, R. P.; et.al. **Viabilidade no tratamento de efluente industrial através da utilização de reagente fenton e fotocatalise heterogênea.** Revista eletrônica de engenharia civil. Volume 11, nº1, pg 35-45, 2016.
- ZAMORA, P.P.; et.al. **Remediação de efluentes derivados da indústria de papel e celulose, tratamento biológico e fotocatalítico.** Revista Química Nova, v.20, ed.2., 1997.

Análise e otimização de um reator catalítico para a produção de formaldeído

Natalia Bueno¹

Ivo Neitzel²

Resumo: Esse estudo tem como objetivo uma análise desses reatores de formaldeído e sua otimização, utilizando a ferramenta *COMSOL Multiphysics* para simular os perfis de transferência de calor e de propriedades de fluidos que existem no processo de manufatura do formaldeído, variando parâmetros como a geometria e analisando os resultados para encontrar uma melhor variante do reator que produza mais formaldeído com um menor esforço. O reator que será analisado é de fluxo contínuo. O formaldeído (CH_2O) é um composto da família dos aldeídos. Este produto é usado atualmente em diferentes áreas, desde agente microbiano a produtos de tratamento de pele, também é comumente aplicado na indústria de produtos para cabelo, geralmente fazendo parte de produtos alisantes e modeladores de cabelo, as chamadas progressivas. O reator trata-se de um tubo cilíndrico longo com diâmetro constante que é envolvido por um fluido térmico em contracorrente com os gases reativos. Os testes térmicos simulados, nesta etapa do trabalho proposto (a segunda etapa contempla a inclusão da reação química), mostram e corroboram a possibilidade desta otimização e correspondem à expectativa do resultado. Nestas simulações foram analisadas as temperaturas médias nas saídas de cada etapa e as temperaturas médias nas etapas em função dos comprimentos de cada etapa e do diâmetro do tubo do reator.

Palavras-chave: Formaldeído; Otimização; Reator.

Abstract: This study aims to analyze these formaldehyde reactors and their optimization, using the *COMSOL Multiphysics* tool to simulate the heat transfer profiles and fluid properties that exist in the formaldehyde manufacturing process, varying parameters such as geometry and analyzing the results to find a better reactor variant that produces more formaldehyde with less effort. The reactor to be analyzed is continuous flow. Formaldehyde (CH_2O) is a compound of the aldehyde family. This product is currently used in different areas, from microbial agent to skin care products, it is also commonly applied in the hair products industry, usually as part of hair straightening and styling products, the so-called progressives. The reactor is a long cylindrical tube with a constant diameter that is surrounded by a thermal fluid in countercurrent with the reactive gases. The simulated thermal tests, in this stage of the proposed work (the second stage contemplates the inclusion of the chemical reaction), show and corroborate the possibility of this optimization and correspond to the expectation of the result. In these simulations, the average temperatures at the outlets of each stage and the average temperatures at the stages were analyzed as a function of the lengths of each stage and the diameter of the reactor tube.

Keywords: Formaldehyde; Optimization; Reactor.

¹Graduanda do 8º período de Engenharia Química do Centro universitário de Telêmaco Borba, UNIFATEB. natalia.buemo@gmail.com

² Professor do curso de Engenharia Química, UNIFATEB. Ivo.Neitzel@Unifateb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O formaldeído é um composto da família dos aldeídos, considerado o mais simples destes, foi identificado em 1867 por A.W Hofmann quando ao passar uma corrente de ar carregada de metanol sobre uma espiral de platina, observou o formaldeído. Também chamado de metanol e aldeído fórmico, foi aperfeiçoado por B. Tollens e O. Loew em 1882 para que pudesse ser usado na indústria. (MOREIRA, 2015).

Este produto é usado atualmente em diferentes áreas, desde agente microbiano a produtos de tratamento de pele, também é comumente aplicado na indústria de produtos para cabelo, geralmente fazendo parte de produtos alisantes e modeladores de cabelo, as chamadas progressivas (PONTÉN, 2015). Atualmente novas aplicações estão sendo estudadas para este composto como na odontologia, no entanto, devido a toxicidade do produto, ainda são necessários muitos estudos para avaliar a viabilidade de seu uso. (THOMAS, 2006)

Atualmente a metodologia usada para a síntese de formaldeído consiste na oxidação catalítica do metanol, sendo mundialmente produzido utilizando a junção de metanol e ar na presença de catalisadores que aceleram a reação.

Esse estudo tem como objetivo uma análise desses reatores de formaldeído e sua otimização, utilizando a ferramenta *COMSOL Multiphysics* para simular os perfis de transferência de calor e de propriedades de fluidos que existem no processo de manufatura do formaldeído, variando parâmetros como a geometria e analisando os resultados para encontrar uma melhor variante do reator que produza mais formaldeído com um menor esforço. O reator que será analisado é de fluxo contínuo.

Para dar início ao estudo, foi realizada uma análise da geometria do reator, analisando a região do reator que engloba um tubo onde a reação química acontece com o auxílio de catalisadores, a parede deste tubo feita de metal, e o óleo que envolve a parte externa e é responsável pelo controle de calor dentro do tubo da reação.

Dentro do tubo central, que chamaremos de tubo de reação, foram criadas 4 divisões, denominadas de partes 1, 2, 3 e 4, onde cada uma das partes tem um comprimento diferente, pois têm funções diferentes, podendo conter ou não catalisador.

Em volta do tubo de reação existe um tubo contendo óleo com a função de ceder ou receber calor da parte interna.

O Interior do tubo de reação contém um meio poroso, isto é, o material que compõe esta região possui pequenos poros. O meio poroso é o catalisador, e os poros são feitos para que o metanol e o ar possam ter um contato muito maior com a superfície do catalisador, forçando a

reação a acontecer de maneira mais eficiente e uniforme. Este catalisador possui características diferentes ao longo do comprimento do tubo, uma vez que deve atender às necessidades de consumo de energia de acordo com a fase da reação química do formaldeído. É esta diferença que faz necessária a separação do tubo de reação em partes distintas.

Na Parte 1 do tubo de reação temos um meio inerte, ou seja, que não afeta a reação de formaldeído e não possui catalisador. Na Parte 2 temos a junção de catalisador e meio inerte, o que vai afetar a reação. Já na Parte 3 temos um meio só de catalisador, nessa parte é onde a reação receberá mais energia para possibilitar que ela aconteça. Na Parte 4 temos novamente um meio inerte, sem ação de catalisador, que serve para desacelerar a reação e impedir que ela continue acontecendo.

Essa diferença do uso de catalisador e meio inerte dentro do tubo ocasiona também uma diferença na temperatura dentro do tubo em cada uma das partes, nas partes 2, 3 e 4 teremos liberação de calor para o óleo que fica no exterior do tubo pois a reação é exotérmica, já na Parte 1 o óleo é quem libera calor, para que a reação comece a acontecer.

O óleo que envolve o tubo de reação é o responsável pela troca de calor, ele entra pela parte de baixo do reator, ou seja, a parte onde está saindo o formaldeído, em uma temperatura mais amena, é aquecido devido a temperatura da reação, escoar até a parte superior do reator onde transfere calor para o metanol + ar que está entrando e então sai em uma temperatura superior à que entrou.

A análise a seguir [Bird, 1960] calcula o comportamento da temperatura de um escoamento monofásico laminar em tubo cilíndrico. A primeira parte calcula o perfil de velocidade isotérmico e a segunda parte calcula o perfil de temperatura cujo perfil de velocidade foi obtido na primeira parte. Deve ser observado que nesta situação a velocidade não é considerada dependente da temperatura, desconsiderando-se a variação de densidade e viscosidade com a temperatura. Esta situação caracteriza um acoplamento unidirecional.

O perfil de velocidade em tubos cilíndricos em regime laminar é regido pela equação

$$v_z = \frac{\Delta p \cdot R^2}{4 \cdot \mu \cdot L} \cdot \left(1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right)$$

O comportamento da temperatura é regido pela equação

$$\rho \cdot \widehat{C}_p \cdot v_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} = -\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} (r \cdot q_r) - \frac{\partial q}{\partial z}$$

Utilizando o perfil de velocidades calculado anteriormente e admitindo que a energia envolvida com o gradiente de temperatura na direção z é muito maior do que a energia transferida por condução com o termo de segunda ordem em z,

Produz o modelo:

$$\rho \cdot \widehat{C}_p \cdot v_{2max} \cdot \left(1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right) \cdot \frac{\partial T}{\partial z} = k \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial T}{\partial r}\right)$$

Adicionando as condições de contorno:

$$r = 0 \rightarrow T = \text{finito}$$

$$r = R \rightarrow -k \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = q_1$$

$$z = 0 \rightarrow T = T_0$$

O modelo assume a forma:

$$(1 - \xi^2) \cdot \frac{\partial \Theta}{\partial \zeta} = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\xi \cdot \frac{\partial \Theta}{\partial \xi}\right)$$

Com as novas condições de contorno

$$\xi = 0 \rightarrow \Theta = \text{finito}$$

$$\xi = 1 \rightarrow -\frac{\partial \Theta}{\partial \xi} = 1$$

$$\zeta = 0 \rightarrow \Theta = 0$$

A solução deste problema tem a forma

$$\Theta(\xi, \zeta) = \Theta_\infty(\xi, \zeta) - \sum_{i=1}^{\infty} B_i \cdot e^{-e_i^2 \Xi(\xi)}$$

$$\Theta_\infty(\xi, \zeta) = -4 \cdot \zeta - \xi^2 + -\frac{1}{4} \cdot \xi^4 + \frac{7}{24}$$

Com

$$B_i = \frac{\int_0^1 \Theta_\infty(\xi, 0) \cdot \Xi(\xi) \cdot (1 - \xi^2) \cdot \xi \cdot d\xi}{\int_0^1 [\Xi(\xi)]^2 \cdot (1 - \xi^2) \cdot \xi \cdot d\xi}$$

Nesta equação c_i é o valor característico e Ξ_i é a função característica do problema de Sturm-Liouville correspondente [Bird, 1960]. Estes valores (c_i, Ξ_i) precisam ser calculados numericamente.

O objetivo desta investigação preliminar foi mostrar que mesmo considerando uma situação extremamente simples, com escoamento laminar, acoplamento unidirecional e fluxo de calor constante no perímetro, a solução obtida é de natureza numérica.

No problema proposto pretende-se investigar o perfil de temperatura em um escoamento, inicialmente laminar, interno a um tubo, considerando um fluxo de calor não constante no perímetro (decorrente da variação da velocidade) com acoplamento bidirecional de modo a propiciar uma condição favorável à operação de um reator catalítico para produção de formaldeído (que será analisado em um trabalho posterior). A natureza e tipo da condição favorável também será objeto deste estudo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 PARAMETROS

Na tabela 1 estão presentes todos os parâmetros de fenomenologia que foram utilizados para realizar a simulação.

Tabela 1: Parâmetros de fenomenologia
(na sintaxe utilizada no simulador)

Temperatura	530.15 K
Pressão	1.4186E5 Pa
Concentração metanol	2.414 mol/m ³
Diâmetro Eff	0.004 m
Porosidade do leito	0.5
kPoro	5.3333E- 8 m ²
MassaLeito1	1100 kg/m ³
MassaLeito2	550 kg/m ³
Velocidade superficial	2 m/s
Massa fluida	1.26 kg/m ³
Viscosidade do fluido	2.316E-5 Pa·s
DifusaoPart	2.268E-5 m ² /s
Tortuosidade	3
Temperatura fluido	530.15 K
Temperatura entrada	353.15 K
fonte	5E6 W/m ³

Fonte: Os autores (2022)

2.2 GEOMETRIA DO REATOR

Após o estudo do desenho do reator o foco foi a criação desse desenho na interface do *COMSOL Multiphysics*, para isso foi utilizado o modo “3D axi”, onde o desenho é feito considerando uma figura geométrica (Figura 2), de modo que quando finalizada a simulação o programa apresenta uma imagem tridimensional da peça desenhada (Figura 3).

Figura 2: Desenho 2D da geometria.



Fonte: Os autores (2022)

Figura 3: Desenho 3D



Fonte: Os autores (2022)

No *COMSOL Multiphysics* é necessário criar parâmetros para cada uma das etapas do tubo de reação, para a parede e para o tubo de óleo, os parâmetros devem conter todas as medidas que formam a figura como por exemplo a altura da parte 1 e o raio da parte 1, com essas informações posso pedir ao *COMSOL Multiphysics* que desenhe um retângulo, e isso é feito com todas as partes do desenho.

Os parâmetros utilizados estão presentes na tabela a seguir (Tabela 2):

Tabela 2: Parâmetros de geometria
(na sintaxe usada no simulador)

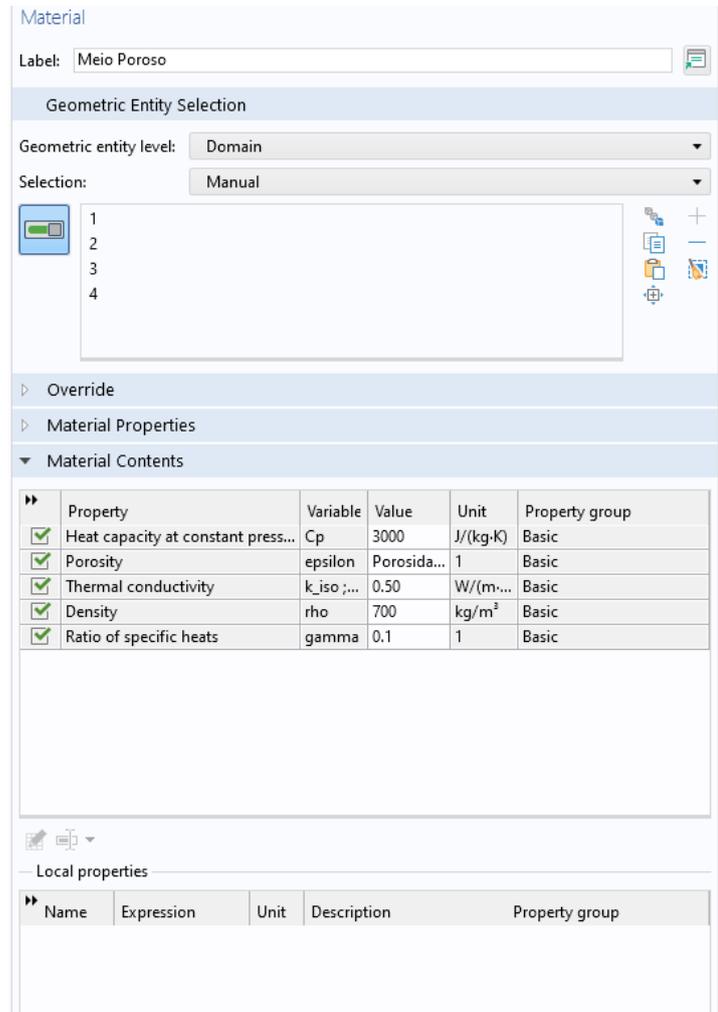
Diâmetro do tubo	0.021 m
Altura zona 1 do reator	0.33 m
Altura zona 2 do reator	0.2 m
Altura zona 3 do reator	0.55 m
Altura zona 4 do reator	0.32 m
Raio	0.0105 m
Comprimento total	1.4 m
Espessura do tubo	0.005 m
Espessura do tubo de óleo	0.0105 m
Largura total	0.026 m

Fonte: Os autores (2022)

2.3 MEIO POROSO E CATALISADOR

Para a criação do meio poroso no *COMSOL Multiphysics*, foi necessário a criação de um novo material dentro do software, que obtivesse as especificações necessárias, os parâmetros usados nesse material estão apresentados na Figura 4 que apresenta a maneira como este material aparece na interface do *COMSOL Multiphysics*.

Figura 4: Interface do material “meio poroso”



Fonte: Os autores (2022)

Esse material criado foi chamado de “meio poroso” foi adicionado as partes 1, 2, 3 e 4 da forma no *COMSOL Multiphysics*.

Para representar a ação do catalisador na reação, nas partes 3 e 4 foi adicionada uma fonte de calor (Heat Source, W/m³) sendo ela na parte 4 o dobro do valor de calor da parte 3, pois a parte 3 é aquele que possui meio inerte + catalisador.

2.4 DINÂMICA DOS FLUIDOS

Para o estudo do escoamento dentro do reator consideramos dois fluidos: o metanol com ar e o óleo externo.

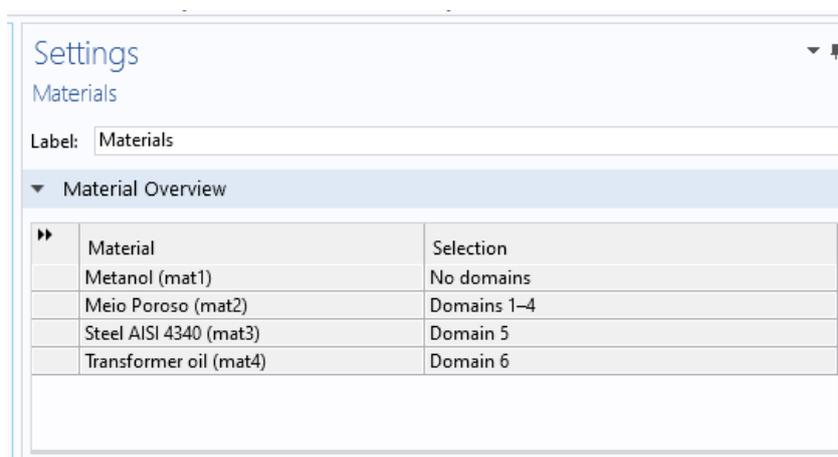
Como o interior do tubo é poroso para analisar o comportamento de escoamento do metanol com ar no *COMSOL Multiphysics* foi feito utilizando a ferramenta *Brinkman Equations* que correlaciona as propriedades do material com as propriedades do meio poroso, resultando assim na velocidade de saída desse fluido.

As características físicas do material utilizado na parte que está sendo analisada pelo software são derivadas de uma biblioteca de materiais, neste caso, as informações do metanol são derivadas dessa biblioteca quando adicionamos este ao tópico “materiais” na interface do *COMSOL Multiphysics* o mesmo é feito para o óleo. (Figura 5)

2.5 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Assim como no estudo do escoamento é necessário a utilização de uma ferramenta do *COMSOL Multiphysics* própria para a análise de transferência de calor em meios porosos, neste caso foi utilizada a *Heat Transfer in Porous Media*, que analisa o comportamento da troca de calor em meios porosos e não porosos. Nesta etapa é necessário especificar se na área estudada estamos lidando com um sólido ou um fluido, as características físicas desse fluido ou do sólido deriva da adição do material no tópico “Materiais”, para esse estudo foram adicionados os materiais “aço” para a parede do tubo, “metanol” para o fluido do interior do tubo de reação e óleo para o exterior do tubo. (Figura 5)

Figura 5: Interface “Materiais”



Fonte: Os autores (2022)

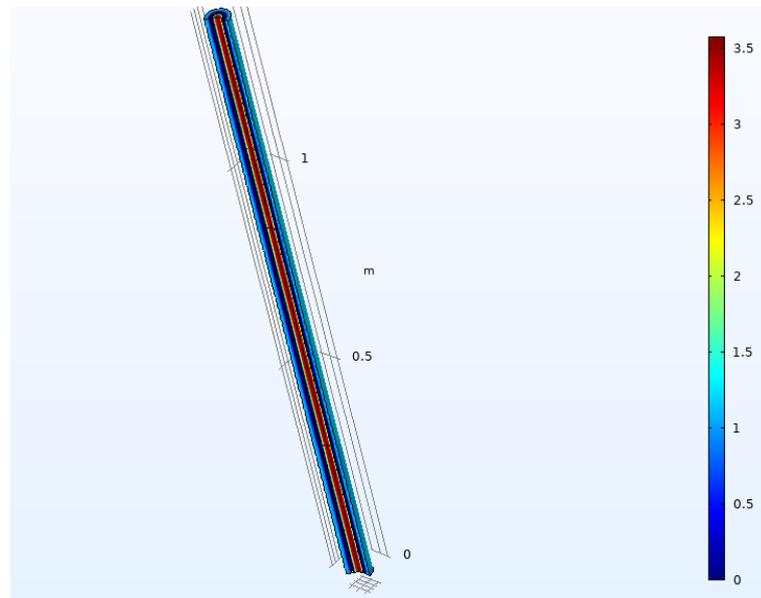
2.6 A SIMULAÇÃO

Assim que todos os parâmetros estão corretos, o desenho foi desenhado corretamente, os materiais necessários foram adicionados e as ferramentas de estudo de fenômenos estão adequadas, é feito então a alteração na malha de acordo com a necessidade de precisão de processamento desejado.

Com todos os passos acima de acordo passamos então para o estudo dos resultados.

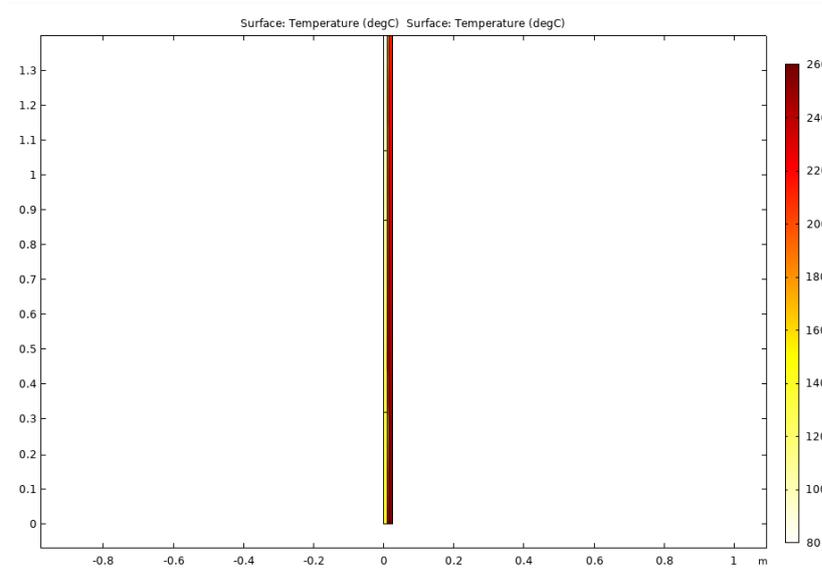
O software irá gerar uma imagem que mostra o perfil de escoamento dos fluidos (Figura 6), uma imagem que representa o fluxo de calor do reator (Figura 7). Além dessas imagens podemos gerar gráficos com as informações que precisam ser analisadas, como por exemplo a temperatura média no centro do tubo de reação (Figura 8).

Figura 6: Perfil de Escoamento



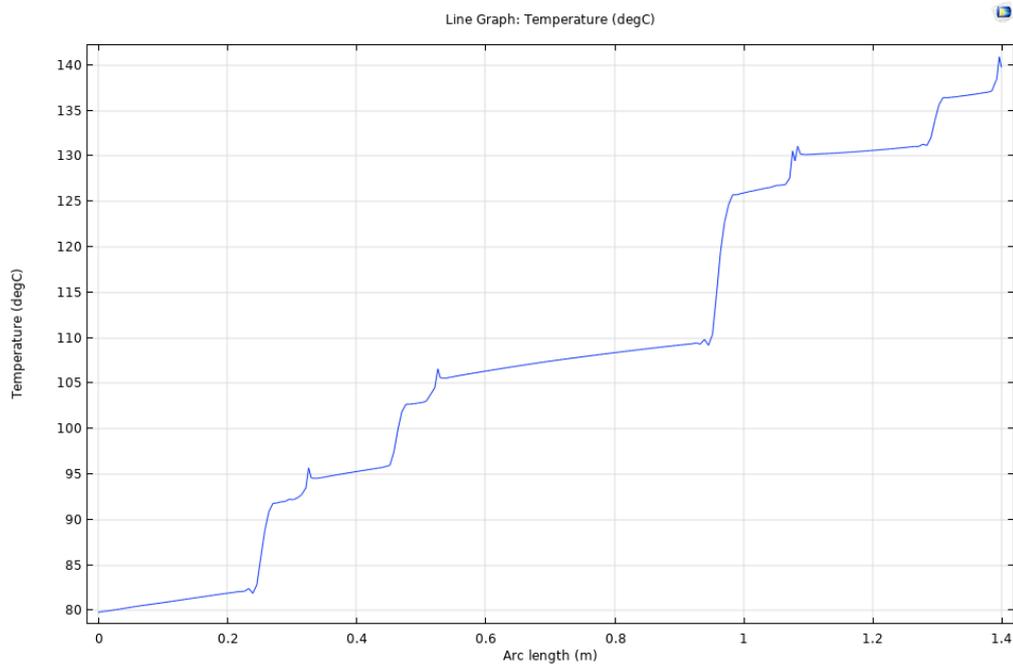
Fonte: Os autores (2022)

Figura 7: Perfil de Temperatura



Fonte: Os autores (2022)

Figura 8: Temperatura ao longo da altura do tubo



Fonte: Os autores (2022)

O *COMSOL Multiphysics* também apresenta valores derivados de temperatura em pontos ou áreas, esses valores são os que usaremos para análise de otimização do reator.

2.7 OTIMIZAÇÃO

A ideia principal deste trabalho consiste na otimização do reator de formaldeído, fazendo isso por meio principalmente da variação da geometria, visando encontrar uma forma

onde o gasto de energia seja menor para a produção de uma maior, ou a mesma, quantidade de formaldeído. Para isso analisamos a influência da geometria nas diversas temperaturas no reator.

Na tabela 3 estão apresentados a variação de parâmetros geométricos que foi feita e o resultado disso na temperatura de saída e do interior das partes 1, 2, 3 e 4.

Tabela 3: Variação de temperatura em relação a geometria do reator

		Temperatura Média (°C)							
		Saída parte 1 do reator	Saída parte 2 do reator	Saída parte 3 do reator	Saída parte 4 do reator	Parte 1 do reator	Parte 2 do reator	Parte 3 do reator	Parte 4 do reator
Altura(m)	0,31	99,6	109,91	135,2	146,07	92,77	106,45	127,68	142,19
parte 1 do reator	0,33	99,867	110,16	134,89	145,36	93,678	107,26	128,97	140,24
	0,34	91,66	94,92	105,25	120,52	89,4	93,44	100,09	113,2
	0,36	93,42	94,21	107,17	119,93	89,446	93,42	100,16	113,63
	0,19	100,01	109,86	134,78	145,99	93,74	106,95	128,43	139,31
parte 2 do reator	0,2	99,867	110,16	134,89	145,36	93,678	107,26	128,97	140,24
	0,21	91,34	94,31	104,97	120,26	88,92	93,13	99,68	112,92
	0,22	91,527	95,078	105,44	120,65	87,564	93,358	100,3	114,91
Altura(m) parte 3 do reator	0,52	92,33	95,34	105,75	120,29	89,78	93,88	100,85	113,95
	0,55	99,867	110,16	134,89	145,36	93,678	107,26	128,97	140,24
	0,57	91,09	94,65	105,34	120,56	87,56	93,2	100,25	114,81
	0,59	98,761	109,49	132,56	142,07	91,142	105,05	127,09	134,95
Altura(m) parte 4 do reator	0,3	100,49	111,14	135,83	146,88	93,49	107,63	128,56	142,7
	0,32	99,867	110,16	134,89	145,36	93,678	107,26	128,97	140,24
	0,33	91,53	94,62	104,54	119,27	89,23	93,29	99,81	112,8
	0,34	91,101	94,773	107,69	120,54	87,557	93,277	100,28	113,86
Diâmetro (m)	0,021	99,867	110,16	134,89	145,36	93,678	107,26	128,97	140,24
	0,0231	90,102	93,878	103,56	117,84	86,99	92,429	99,206	109,15
	0,024	84,76	85,87	96,28	107,39	83,74	85,61	91,65	100,11
	0,025	83,906	86,418	96,376	108,53	83,803	85,735	94,442	104,15

Fonte: Os autores (2022)

Na tabela 4 temos o resultado gerado quando se varia outros parâmetros além da geometria, como a temperatura de entrada do metanol, a condutividade térmica do metanol e a fonte usada para representar a ação do catalisador.

Tabela 4: Variação de temperatura em relação a fenomenologia do reator

		Temperatura Média (°C)							
		Saída parte 1 do reator	Saída parte 2 do reator	Saída parte 3 do reator	Saída parte 4 do reator	Parte 1 do reator	Parte 2 do reator	Parte 3 do reator	Parte 4 do reator
Temp de Entrada (°C)	72	94,291	104,2	129,76	141,06	85,94	100,69	122,43	135,26
	88	107,37	116,56	140,09	150,16	101,04	114,43	134,9	145,4
Condutividade Térmica (W/(m·K))	0,24	99,86	110,16	134,87	114,34	93,68	107,26	128,98	140,23
Fonte (W/m³)	5,00E+07	101,46	113,86	147,5	157,04	93,41	109,16	136,21	152,09
	5,00E+08	102,09	137,39	274,11	272,22	95,6	123,12	209,99	273,16

Fonte: Os autores (2022)

CONCLUSÃO

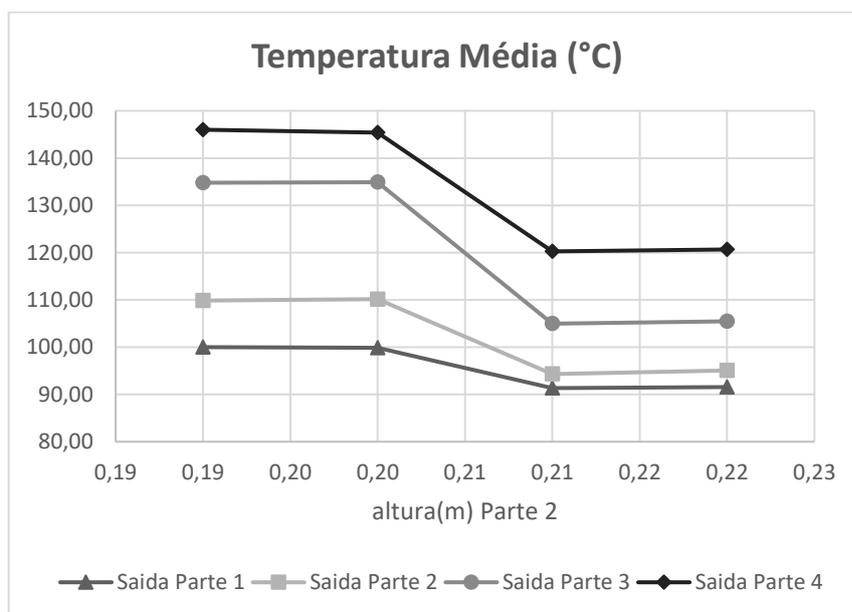
A reação para produção do formaldeído é catalítica, exotérmica, consecutiva (a segunda reação consome o produto desejado) e com constantes cinéticas não lineares (expoentes fracionários). Uma característica marcante do reator é que construtivamente trata-se de um tubo cilíndrico longo (fino em relação ao comprimento) com diâmetro constante que é envolvido por um fluido térmico em contracorrente com os gases reativos. A parte inicial do reator tem a finalidade de aquecer os reagentes até a temperatura necessária para que ocorra a reação. Na segunda parte ocorre a parte principal da reação com carga catalítica de 100% sendo fortemente exotérmica. Na terceira parte, face ao consumo parcial dos reagentes, a carga catalítica é reduzida para 50%. A quarta parte tem a finalidade de inibir termicamente a continuidade da segunda reação, sendo desta forma um resfriador. O fluido térmico, em contracorrente, deve atender as funções de resfriar a etapa 4 (a primeira a entrar em contato com o fluido térmico *frio*), remover a energia gerada nas etapas 2 e 3 e aquecer os reagentes na etapa 1 (a última a entrar em contato com o fluido térmico *quente*).

Este arranjo sugere a possibilidade de maximizar a conversão da reação e minimizar a energia necessária para aquecer o fluido térmico, manipulando os comprimentos de cada etapa e os seus respectivos diâmetros e a distância entre os tubos em um arranjo paralelo multitubular.

Os testes térmicos simulados, nesta etapa do trabalho proposto (a segunda etapa contempla a inclusão da reação química), mostram e corroboram a possibilidade desta otimização e correspondem à expectativa do resultado. Nestas simulações foram analisadas as temperaturas médias nas saídas de cada etapa e as temperaturas médias nas etapas em função dos comprimentos de cada etapa e do diâmetro do tubo do reator.

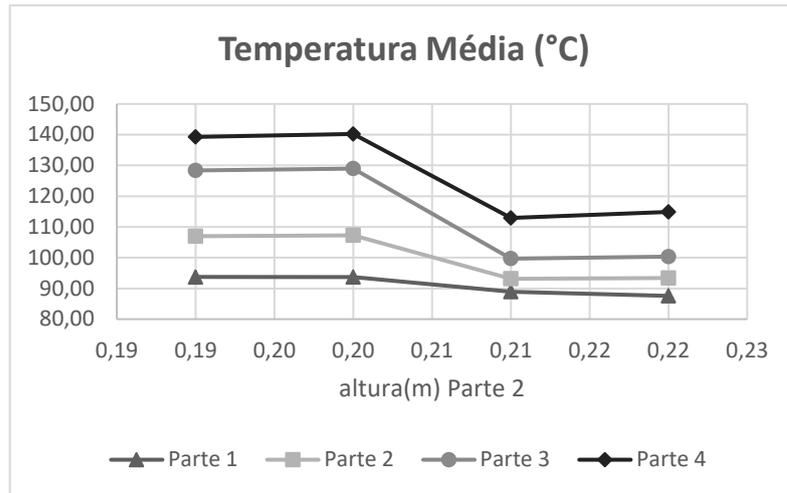
As figuras 9 e 10 apresentam graficamente os resultados obtidos nas simulações descritas na tabela 3 para a variação da altura (comprimento) da parte 2 e as figuras 11 e 12 mostram o comportamento para a variação do diâmetro do reator.

Figura 9: Temperatura na saída X Altura Parte 2



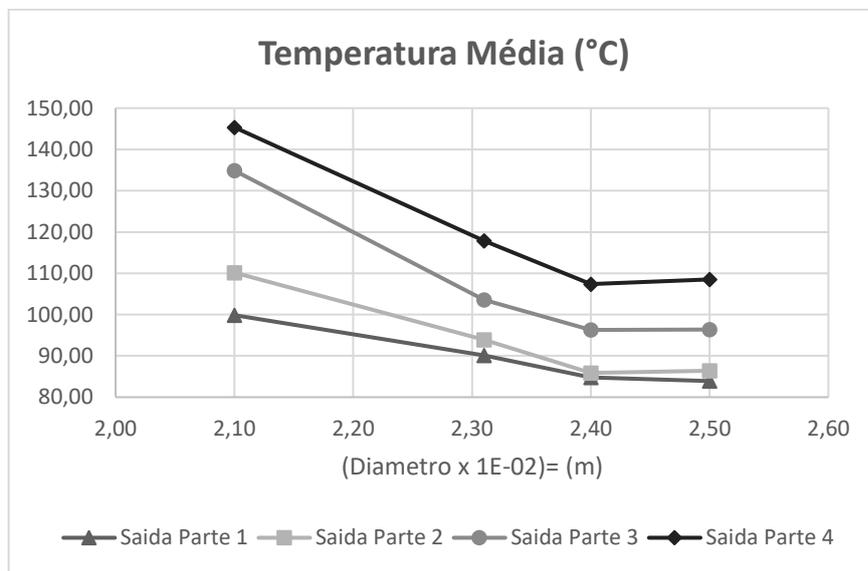
Fonte: Os autores (2022)

Figura 10: Temperatura no interior X Altura Parte 2



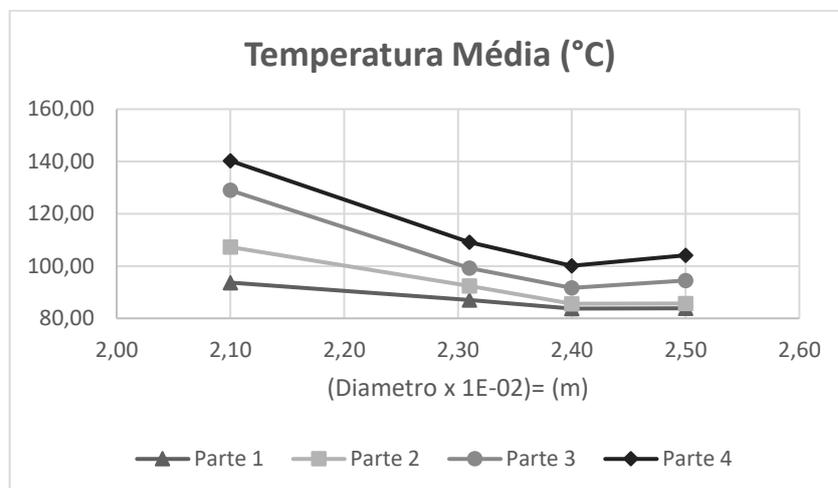
Fonte: Os autores (2022)

Figura 11: Temperatura na saída X Comprimento diâmetro



Fonte: Os autores (2022)

Figura 11: Temperatura na saída X Comprimento diâmetro



Fonte: Os autores (2022)

REFERÊNCIAS

R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, Wiley international Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1960.

DOS SANTOS MOREIRA, Caroline. Formaldeído (CAS 50-00-0). **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1594-1601, 2015.

PONTÉN, Ann; BRUZE, Magnus. Formaldehyde. **Dermatitis**, v. 26, n. 1, p. 3-6, 2015.

THOMAS, Melissa Isabel et al. Formaldeído na odontologia: aspectos antimicrobianos, carcinogênicos e mutagênicos. um estudo da sua viabilidade na clínica odontológica. **Revista Odonto Ciência**, v. 21, n. 54, p. 387-391, 2006.

FOX, Cecil H. et al. Formaldehyde fixation. **Journal of Histochemistry & Cytochemistry**, v. 33, n. 8, p. 845-853, 1985.

Vajdi , M. ., Sadegh Moghanlou , F. ., Sharifianjazi , F. ., Shahedi Asl, M., & Shokouhimehr , M. . (2020). A review on the *COMSOL Multiphysics* studies of heat transfer in advanced ceramics. *Journal of Composites and Compounds*, 2(2), 35–43.
<https://doi.org/10.29252/jcc.2.1.5>

Bird, R. B.; Stewart W. E.; Lightfoot E. N. *Transport Phenomena*, Wiley international Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1960.

DeReuck, K. M. and Craven, R. J. B. *International Thermodynamic Tables of the Fluid State - 12, Methanol*, Blackwell Scientific Publications, 1993, Oxford.

M. M. J. Quina, Estabilidade Térmica em Reactores Catalíticos de Leito Fixo, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química - FCTUC, 312 pg, Coimbra (1997).

QUIRE, disponível em: < <https://quire.io/> >, acesso em 10 de maio de 2021.

Siegel, R.; Sparrow, E. M.; Hallman, T. M. *Appl. Sci. Research*, A7, 386-392, 1958, apud [Bird, 1960].

Fernandes Vieira, I., de Assis Dantas, B., Marques Ferreira, F., Araújo Costa de Carval, R., Freire, I., & da Silva Neto, E. (2013). EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DO FORMALDEÍDO EM LABORATÓRIOS DE ANATOMIA. *Revista De Ciências Da Saúde Nova Esperança*, 11(1), 100 - 108. <https://doi.org/10.17695/revnevol11n1p100> - 108



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



MÓDULOS DE PERMEAÇÃO PARA PURIFICAÇÃO DE HIDROGÊNIO: Um Estudo de Revisão

Clara Elisa Simões Bassetto¹

Camila Pereira Giroto²

Aline Domingues Gomes³

Ramiro Picoli Nippes⁴

Marcos de Souza⁵

Resumo: O hidrogênio é um composto que pode ser usado como combustível, mas sua utilização requer que ele seja ultra puro. Uma alternativa seria realizar a purificação de H₂ por membranas compósitas de paládio. Para que a purificação ocorra é deve-se utilizar um módulo de permeação, que funciona como um leito onde a membrana é encaixada para que uma mistura gasosa, chamada de alimentação, permeie através dela e se divida em outras duas correntes de saída: uma de gases retidos e outra de gás permeado. Existem vários fatores a serem considerados ao projetar e construir um módulo de permeação de membranas. Este trabalho teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica de diferentes estudos que realizaram a purificação de hidrogênio em módulos de permeação de membranas planas, evidenciando a estrutura e fatores que compõem estes módulos. Para isso, avaliaram-se as metodologias experimentais, resultados e conclusões dos estudos selecionadas com o intuito de analisar o funcionamento dos módulos de permeação para diferentes membranas e relacionar com as melhores condições de permeabilidade do hidrogênio nos testes realizados com cada módulo. Percebeu-se que o material mais aplicado na construção do módulo é a liga metálica de aço inoxidável e o uso do gás de arraste se faz necessário para garantir a diferença de pressão entre o retentado e permeado. Dentre as características analisadas, os estudos de van de Graaf et al (1998) resultaram na construção de um módulo mais simples e eficaz.

Palavras-chave: Módulo de permeação; Membranas planas; paládio; Hidrogênio; Purificação.

Abstract: Hydrogen is a compound that can be used as a fuel, but its use requires it to be ultra pure, which can be an expensive process. An alternative would be to perform H₂ purification by palladium composite membranes. But for the purification to actually occur, a permeation module, which works as a bed where the membrane is protected so that all the gaseous mixture produced passes through it through a feed stream and is divided between at least two output streams: one of trapped gases and one of permeated gas, must be used. There are several factors to consider when designing and building a membrane permeation module. In this sense, this work aimed to present a literature review of different studies that performed hydrogen purification in flat membrane permeation modules, highlighting the structure and factors that make up these modules. In this study, the experimental methodologies, results and conclusions of these works were discussed, with the aim of evaluating the functioning of the permeation modules for different membranes and relating them to the best hydrogen permeability conditions in the tests

¹Graduanda do Curso de Engenharia Química, pela Universidade Estadual de Maringá, campus Maringá. claraesb2000@gmail.com

²Doutoranda em Engenharia Química, pela Universidade Estadual de Maringá, campus Maringá. camilagiroto@outlook.com.br

³Doutoranda em Engenharia Química, pela Universidade Estadual de Maringá, campus Maringá. alinedgs@gmail.com

⁴Doutor em Engenharia Química, pela Universidade Estadual de Maringá, campus Maringá. ramiro_picoli@yahoo.com.br

⁵Professor do Curso de Engenharia Química, pela Universidade Estadual de Maringá, campus Maringá. msouza2@uem.br

performed with each module. In the end, it was concluded that the reviewed studies prefer to use stainless steel alloy in the construction of the module and the use of carrier gas proved to be effective in guaranteeing the pressure difference between retentate and permeate. Among the characteristics analyzed, the studies by van de Graaf et al (1998) resulted in the construction of a simpler and more effective module.

Keywords: Permeation module; flat membranes; palladium; Hydrogen; Purification.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico vem acompanhado do consumo de bens finitos da natureza, como fontes de energia não renováveis. A fonte de energia com base em recursos não renováveis possui alto potencial poluidor, como a energia produzida a partir de combustíveis fósseis. Nesse campo, há preocupações com o esgotamento das matrizes de energia tradicionais e com os seus efeitos nocivos ao ambiente e, conseqüentemente, é gerado um esforço na implementação de novas tecnologias utilizando fontes renováveis de energia, o que contribui para o desenvolvimento sustentável do planeta. Algumas das fontes de energia com potencial renovável são: a solar, a eólica, os biocombustíveis e o hidrogênio que, em conjunto, criam uma nova consciência social sobre os meios utilizados para suprir as necessidades humanas [(BOFF *et al.*, 2017).].

A fabricação de etanol e biodiesel por meio da biomassa vegetal vêm ganhando grande destaque. Esses produtos podem ser utilizados direta ou indiretamente, como, no caso do álcool, que é matéria-prima na produção de hidrogênio para uso deste gás em células a combustíveis. O hidrogênio é um elemento abundante no planeta, possui maior relação peso-energia que outros combustíveis e praticamente não emite poluentes quando usado em células a combustíveis. Sua aplicação requer que ele esteja ultrapuro e livre de compostos carbonáceos, o que pode ser um processo difícil e oneroso (MAIA *et al.*, 2007). Por isso, é de grande importância que se encontre tecnologias menos custosas de purificação desse gás.

Um purificador de hidrogênio deve ser econômico, resistente e ter alta seletividade (Dunbar and Chu, 2012; Serra *et al.*, 2017). Uma técnica geralmente utilizada para essa finalidade é a realização da permeação do hidrogênio com o uso de membranas, que são barreiras semipermeáveis e seletivas a alguns componentes, retendo os demais presentes em uma mistura. Sua seletividade e permeabilidade dependem da estrutura da membrana, da difusividade das espécies na mistura, temperatura de operação do processo de separação e outros mecanismos de transporte (SUTHERLAND, 2008; FERNANDEZ *et al.*, 2016). A purificação de misturas gasosas nas membranas ocorre por efeito de uma força motriz, que é expressa em termos do gradiente de concentração e/ou pressão.

As membranas podem ser de diferentes geometrias: plana, tubular ou de fibra oca. As membranas tubulares permitem uma maior área superficial para permeação, além de serem mais adequadas para realizar reações químicas catalíticas. As membranas planas possuem configuração mais simples, são mais fáceis de manusear, armazenar e requerem uma menor quantidade de material para sua preparação. Elas ainda podem ser classificadas como porosas ou densas e constituídas por polímeros, cerâmicas, metais ou uma combinação destes. Enquanto as membranas planas são mais aplicadas para testes laboratoriais e desenvolvimentos de novos materiais, as membranas tubulares são mais utilizadas em escala industrial na permeação de gases (SUTHERLAND, 2008; FERNANDEZ *et al.*, 2016; ALIQUÉ *et al.*, 2018).

Dentre as classificações citadas, as membranas metálicas geralmente são empregadas em processos que envolvem altas pressões e temperaturas, pois os metais possuem elevadas resistências térmica e mecânica, além de boas condutividades térmica e elétrica. Os metais também apresentam propriedades químicas (particularmente catalíticas) que os tornam favoráveis para materiais de membranas, sejam estas densas ou porosas (HABERT *et al.*, 2006).

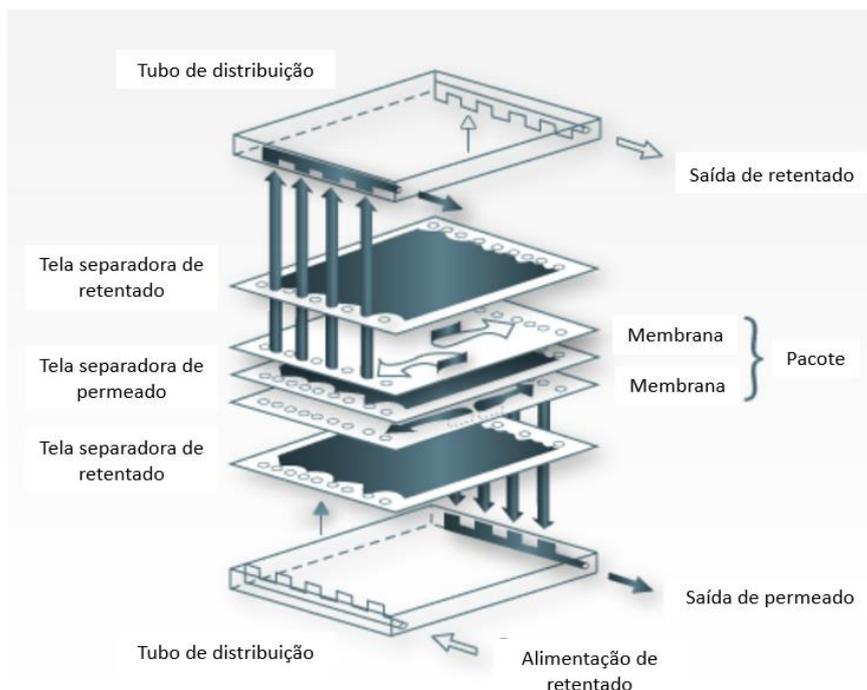
O paládio é um dos metais que possui capacidade de transportar apenas o hidrogênio em sua forma dissociada. Ele tem a maior permeabilidade para hidrogênio e a habilidade de auto catalisar a dissociação das moléculas de H₂. Estas vantagens fazem com que o Pd seja o material mais utilizado para a produção de membranas metálicas para purificação de hidrogênio (GADE *et al.*, 2009). Devido a essas características e pela necessidade do uso de um suporte mais barato, as membranas compósitas de paládio têm sido as mais utilizadas em estudos de permeação do hidrogênio. Além disso, estas estruturas também podem ser utilizadas para a fabricação do H₂, o que permitiria a purificação deste composto à medida em que fosse produzido (CALLES *et al.*, 2014).

Para realizar a produção e purificação de um gás simultaneamente, utilizam-se reatores de membrana. Refere-se a diferentes tipos de configurações de reatores que contém uma membrana e promove reações reversíveis no sentido direto, para aumentar a conversão dos reagentes. Os reatores de membrana contribuem de maneira favorável à economia, pois elimina a etapa de purificação de um produto de interesse e diminui a ocorrência de reações paralelas que formam substâncias indesejadas (LULIANELLI *et al.*, 2011).

Os reatores de membrana são constituídos, entre outras coisas, por um módulo de permeação. Ele serve como o leito onde a membrana se protege e fixa para que toda a mistura gasosa produzida passe por ela por uma corrente de alimentação e se divida entre pelo menos duas outras correntes de saída: uma de gases retidos e outra de gás permeado. O módulo de

permeação pode ser produzido em formatos diferentes, a depender da geometria da membrana. No caso de membranas planas, o módulo funciona basicamente conforme demonstrado pela Figura 1 (Portal de Engenharia Química-Membranas).

Figura 1-Projeto básico de um módulo de permeação para membranas planas.



Fonte: Adaptado de Portal de Engenharia Química-Membranas.

A Figura 1 apresenta a estrutura básica de um módulo de permeação adaptado para membranas planas. Nela, observa-se que o módulo compacta a membrana e, de acordo com a disposição correta de entrada e saída do gás a ser permeado, formam-se correntes de entrada e saída de retentado e saída de permeado. Existem diversas maneiras de realizar a disposição da membrana no módulo de permeação, modificar a configuração de entrada e saída de gases, fazer a coleta das amostras e materiais em que o módulo será constituído.

Projetar e construir um módulo de permeação de membranas de qualquer geometria não é uma tarefa fácil, pois existem vários fatores a serem considerados. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica de diferentes estudos que realizaram a purificação de hidrogênio em módulos de permeação de membranas planas, evidenciando principalmente a estrutura e fatores que compõem estes módulos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. METODOLOGIA

Este trabalho é de revisão bibliográfica e possui caráter qualitativo. Em seu desenvolvimento foi abordado a respeito de módulos de permeação de hidrogênio construídos para testes de eficácia de membranas compósitas de Pd. O desenvolvimento do estudo se deu pela revisão de 6 artigos que envolvem a construção de módulos de permeação de hidrogênio por membranas de paládio planas. Discorreu-se sobre as metodologias experimentais, incluindo tipo de membrana utilizada, material do módulo, temperatura de permeação, diferença de pressão entre o lado retentado e permeado do processo e gás de arraste utilizado para teste. Além disso, foram apresentados os resultados e conclusões desses trabalhos, com o intuito de avaliar o funcionamento dos módulos de permeação para diferentes membranas e relacionar com as melhores condições de permeabilidade do hidrogênio nos testes realizados com cada módulo.

2.2.RESULTADOS

Os trabalhos selecionados para revisão bibliográfica apresentam projetos de módulos de permeação de hidrogênio para membranas planas compósitas de paládio. Os artigos revisados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1-Estudos de purificação de gases utilizando módulos de permeação de membranas planas.

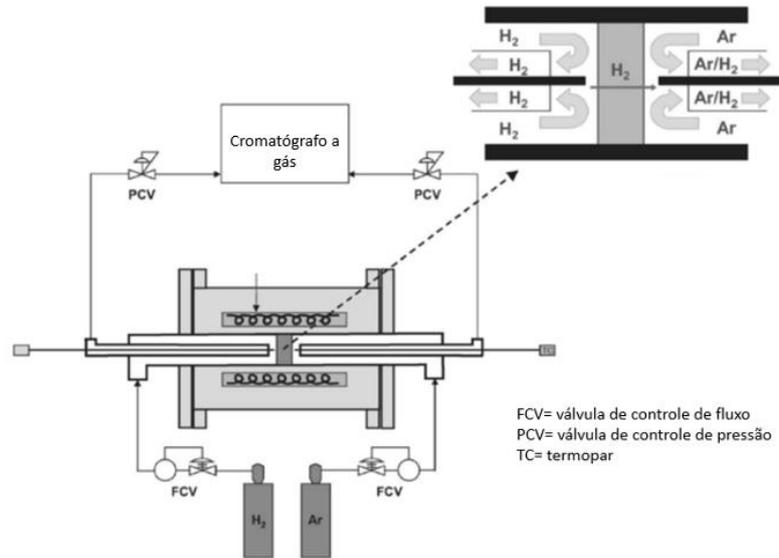
Autor	Membrana	Material do Módulo	Temperatura (°C)	Diferença de Pressão (kPa)	Gás de Arraste
(Howard <i>et al.</i> , 2004)	Pd-Cu/Hastelloy	Inconel	283-977	3100	Argônio
(Arstad <i>et al.</i> , 2006)	Pd-Ag/Silicone	Metal	190-275	1-2	Nitrogênio
(Graaf, van de <i>et al.</i> , [s.d.])	Não mencionado	Aço inoxidável	20	5-100	Hélio
(van de Graaf, Kapteijn, <i>et al.</i> , 1998)	Zeólita/PSS	Aço Inoxidável	270-625	101-310	Hélio ou Argônio
(Chotirach <i>et al.</i> , 2012)	Pd/PSS-ZrO ₂ ; Pd/PSS-Zr; Pd/PSS-ZrN	Não mencionado	350-500	101,325 - 303,975	-
(Kiadehi <i>et al.</i> , 2018)	Pd/NaY/PSS	Não mencionado	350-450	298,675 KPa	Argônio

Fonte: Autoria Própria (2022).

2.3.DISCUSSÃO

O trabalho de Howard e colaboradores (2004) teve como objetivo realizar a permeação de hidrogênio em ligas de paládio e cobre em elevadas temperatura e pressão e com diferentes tipos de composições dos metais. O melhor resultado obtido foi com a membrana composta por 60% Pd e 40% Cu. A unidade de teste de membrana de hidrogênio (HMT) usada neste estudo foi projetado e construído no Laboratório Nacional de Tecnologia Energética (NETL). O módulo foi projetado para teste de membranas de hidrogênio em pressões e temperaturas de até 3,1 MPa e 1173 K, respectivamente. Um esquema do projeto de módulo realizado por Howard e colaboradores está demonstrado conforme Figura 2 abaixo.

Figura 2-Esquemática do sistema de permeação utilizado por Howard e colaboradores.



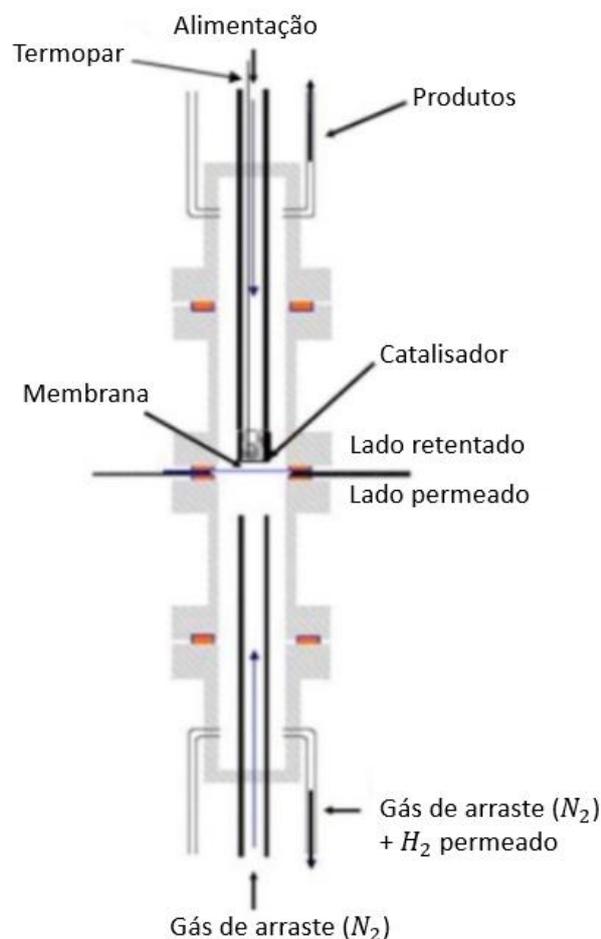
Fonte: Adaptado de Howard et al (2004).

A configuração de tubo coaxial em contato com a membrana plana permitiu que o gás entrasse no anel formado pelos tubos de diâmetros entre 19.1 e 9.5 mm. O tubo de aquecimento tinha largura de 152 mm e as temperaturas foram medidas utilizando termopares tipo-K. Tanto a membrana quanto o aquecedor foram isolados com fibra de cerâmica.

O gás de alimentação da membrana foi constituído por uma mistura de 90% de hidrogênio e 10% de hélio e utilizou-se argônio de alta pureza como gás de arraste do permeado. Para este estudo, a pressão do gás de arraste foi controlada para manter um gradiente de pressão total de 0,14 MPa. A vazão foi monitorada por controladores de fluxo Brooks e variou entre 190 e 250 sccm (centímetros cúbicos padrão por minuto) e o fluxo de gás de arraste controlado de modo a manter a concentração de hidrogênio no permeado em geral inferior a 4% em mol. A detecção da composição de gás hidrogênio permeado foi feita com o cromatógrafo de gás Hewlett-Packard 5890 Series II.

Nos testes de permeação de hidrogênio realizados por Arstad e colaboradores (2006) com membranas compósitas de Pd e Ag depositados por pulverização magnética (*Sputtering por Magnetron*) Os autores construíram um módulo de permeação que mantém a membrana rígida e estável em diferentes condições de temperatura e pressão e fluxo de gás. O módulo produzido para este estudo foi projetado conforme a Figura 3.

Figura 3-Modelo módulo de permeação.



Fonte: Adaptado de Arstad *et al.* (2006).

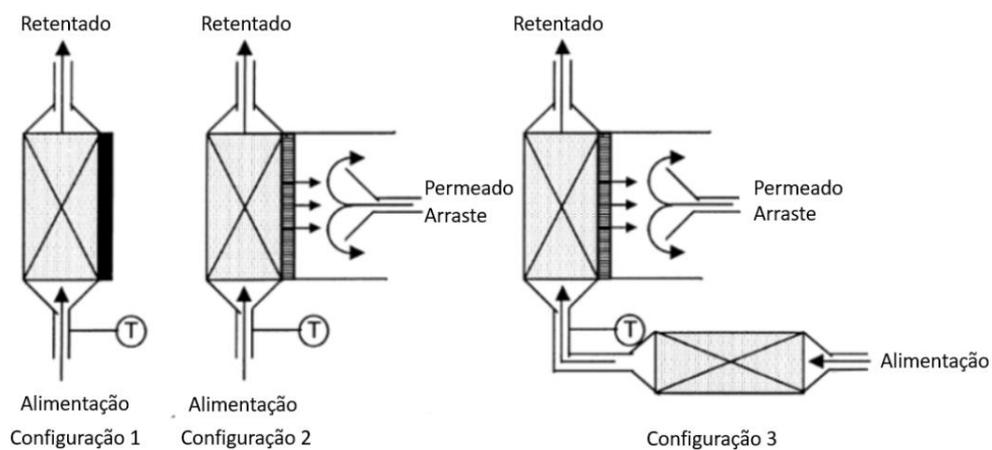
O reator de membrana demonstrado pela Figura 3 é do tipo de leito fixo com o leito de catalisador localizado entre 2 e 3 mm acima da membrana auto-suportada e nele encontra-se um termopar. Foi utilizado um fluxo constante de nitrogênio como gás de arraste em todos os experimentos. Entre os experimentos, o nitrogênio foi liberado através do reator de membrana em ambos os lados do permeado e do retentado a 190°C. Observou-se que não houve alteração entre experimentos exotérmicos, endotérmicos e não catalíticos (permeação de H₂). Todas as temperaturas indicadas pelo artigo foram medidas na posição do leito do catalisador, 3 mm acima da membrana.

O estudo realizado testou o comportamento do fluxo de permeação do gás H₂ entre 190 °C e 275°C e com a diferença de pressão entre retentado e permeado de 0,01-0,02 bar. Nessas condições, nota-se que o fluxo é favorecido com o aumento de temperatura e a adição do gás nitrogênio não altera o fluxo de permeação, mas o monóxido de carbono (CO) diminui esse processo de 50 NmL/min para abaixo de 10 NmL/min. O estudo sugere que isso ocorra porque o CO desativa a membrana ao reagir com o Pd de modo a formar carbonetos de paládio, que obstruem a passagem de H₂ (ARSTAD *et al.*, 2006).

Os experimentos de permeação e separação demonstrados por Van de Graaf e colaboradores (1998) foram realizados de acordo com o princípio de Wicke-Kallenbach, que se baseia em um sistema de duas correntes de gás em cada lado da membrana: o gás de alimentação e o gás de de arraste. Os componentes permeados são absorvidos no gás de arraste, que tem taxa de vazão $100 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ (STP) e analisados com um CG (Chrompack 9001, equipado com uma coluna de sílica fundida PLOT Al₂O₃/KCl e um detector FID). O reator de membrana utilizado neste estudo pode ser comparado a uma placa de leito catalítico com uma parede permeável de um lado (Fig. 4). Uma fotografia do módulo completo é apresentada na Fig. 5(a), mostrando as duas peças de acoplamento no lado de alimentação e permeado e a membrana presa no meio. A Fig. 5(b) mostra todas as partes do módulo do reator.

Figura 4-Representação esquemática das diferentes configurações do reator de membranas.

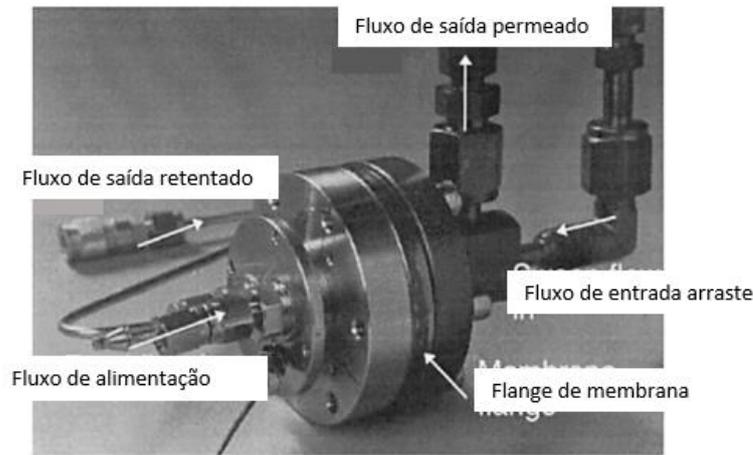
(1)Reator de membrana fechada. (2) reator com um lado permeável. (3) reator de um lado permeável, alimentado por uma mistura equilibrada.



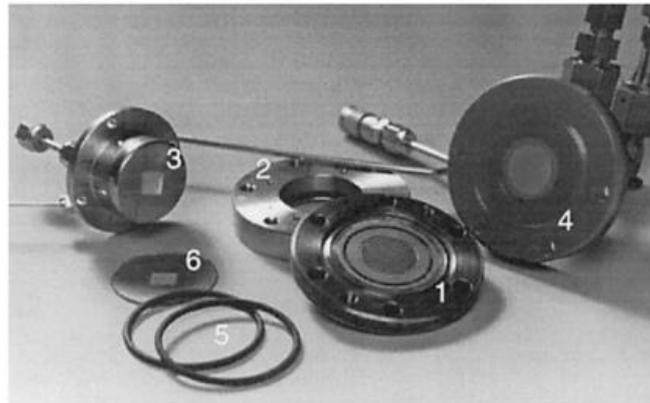
Fonte: Adaptado de Van de Graaf *et al.* (1998).

Figura 5-Imagem do módulo do reator de membrana de aço inoxidável com indicação dos fluxos (a) e das diferentes partes que o compõem (b). 1: flange UHV contendo a membrana; 2: anel que é usado para manter a peça de acoplamento de alimentação no lugar; 3: peça com entrada de alimentação e saída de retentado, contendo o quadrado para o leito do catalisador;

4: peça de acoplamento com cabeça de pulverização para fornecimento de fluxo de arraste; 5: Anéis de Viton para vedação entre as peças 1, 2 e 4; 6: junta para proteção da membrana.



(a)



(b)

Fonte: Adaptado de Van de Graaf *et al.* (1998).

É possível observar pelas Figuras 4 e 5 que o fluxo da mistura de alimentação termina em uma boca de forma cônica, preenchida com fibra de vidro, para garantir uma distribuição uniforme do gás de alimentação sobre o leito. A membrana foi coberta com uma fina junta de silicone em formato de anel. Essa junta revestiu toda a membrana, exceto a área central, onde o leito do catalisador foi posicionado. A peça de acoplamento de permeado contém um cabeçote de pulverização para fornecimento do hélio como gás de arraste, com uma vazão de $42,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ (STP).

Todos os experimentos com reatores de membrana foram conduzidos a 296 K com vazão de alimentação variando de $1,8$ a 20 ml min^{-1} . O fluxo total de hidrocarbonetos no lado do permeado pode ser calculado a partir das concentrações medidas e o fluxo total de retentado foi determinado a partir de um balanço de massa.

O módulo de membrana para aplicação em alta temperatura publicado no trabalho de Kiadehi e colaboradores (2018) foi projetado no Solid Work Software. Como mostrado em Figura 6, este consiste no corpo do módulo, duas flanges do tipo “knife-edge”, arruelas de cobre macias e termopar. A membrana fabricada para o trabalho de Kiadehi foi embutida dentro do módulo de membrana de aço inoxidável. Para fornecer a temperatura do módulo necessária, um elemento de aquecimento de banda foi instalado ao redor do módulo e ambos foram mantidos isolados. Um termopar foi integrado no meio do módulo da membrana para monitorar a temperatura durante os experimentos de permeação. As flanges “knife-edge” foram apertadas no corpo do módulo com parafusos e arruelas de cobre macio. Esse tipo de flange foi aplicada para distribuição uniforme de força compressiva sobre o selo de cobre macio e o disco de membrana.

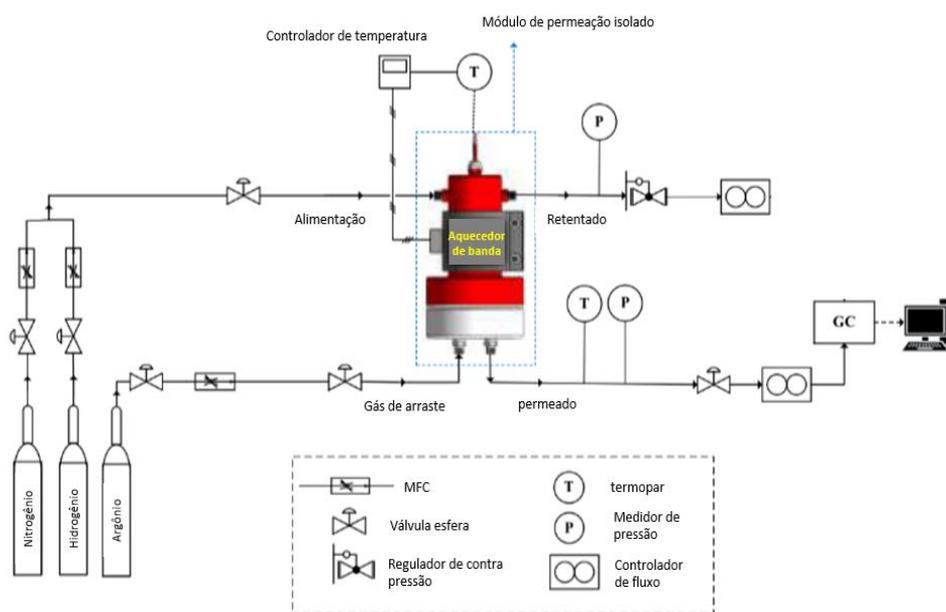
Os testes de permeação de gases (H_2 e/ou N_2) foram realizados para avaliar a permeabilidade e seletividade das membranas compostas de Pd/NaY/PSS em temperaturas na faixa de 350 e 450 °C. A vazão desses gases foi ajustada com dois controladores de fluxo de massa do tipo Brooks 5850. Para melhorar a estabilidade da permeação de hidrogênio, realizou-se um tratamento térmico de membranas em um ambiente de hidrogênio até a temperatura desejável (450°C) ser obtida. A vazão do gás de arraste (argônio) foi controlada por um controlador de fluxo (Brooks 5850). A diferença de pressão entre o lado de alimentação e o lado do permeado da membrana foi ajustado através de um regulador de contrapressão do tipo GO BP3. Dessa forma, alterou-se a pressão do lado retentado de 200 para 400 kPa, enquanto do lado permeado foi mantida a pressão atmosférica (101,325 KPa). A taxa de fluxo de gás permeado foi medida usando um medidor de vazão de bolhas de sabão e a composição do gás permeado foi analisada por um cromatógrafo a gás online (GC, Varian CP-3800). A configuração de instalação do reator é demonstrada pela Figura 7.

Figura 6-Diagrama esquemático do módulo de membrana.



Fonte: Adaptado de Kiadehi *et al.* (2016).

Figura 7-Diagrama esquemático do aparelho de experimento de permeação de gás.



Fonte: Adaptado de Kiadehi *et al.* (2016).

No módulo de permeação produzido por Van de Graaf e colaboradores (1998), o flange contendo a membrana é colocado entre dois suportes e vedado com cobre (Figura 8). Ambos os suportes contêm a entrada e a saída dos fluxos de gás nos dois lados da membrana.

Este módulo é então colocado em um forno de ventilação, cujas temperatura e taxa de aquecimento são controláveis e a temperatura próxima à membrana é monitorada por meio de um termopar localizado no módulo próximo à membrana. Os dados aqui apresentados foram obtidos entre 270 e 625 K e a taxa de aquecimento utilizada foi de 1 ou 2 K.min⁻¹. A pressão

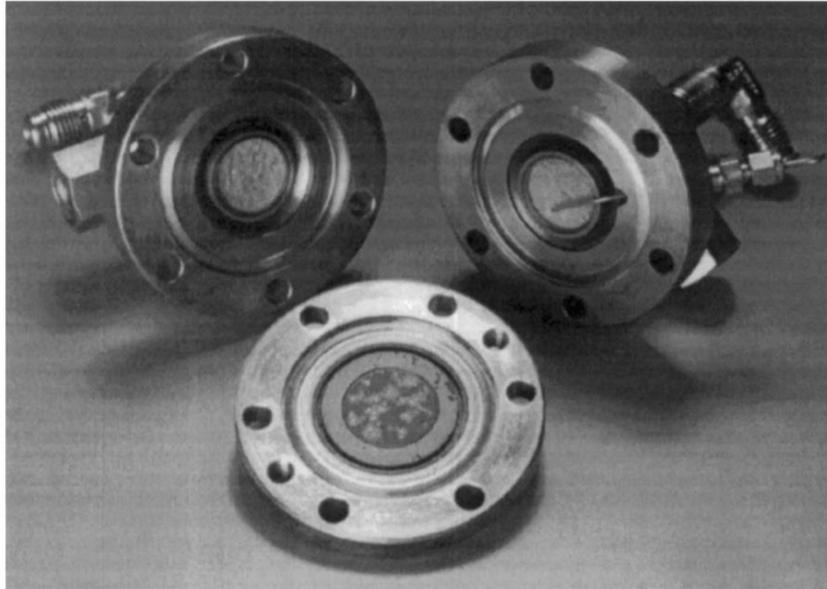
total no lado de alimentação da membrana foi controlada entre 105 e 106 Pa usando um controlador de contrapressão e a pressão total no lado do permeado da membrana poderia ser controlada entre 100 e 8104 Pa por meio de uma bomba de vácuo ou entre 105 e 106 Pa usando um controlador de contrapressão.

Os experimentos de permeação foram realizados de acordo com dois métodos. O primeiro método é o Wicke-Kallenbach (WK). Conforme representado pela Figura 9 (a), no lado de alimentação da membrana, um conjunto de controladores de vazão mássica é usado para compor a corrente de alimentação que pode consistir em até 4 gases. Experimentou-se utilizar gás puro ou uma mistura de gases na corrente de alimentação, balanceada para 101 kPa pelo gás de arraste. Quando um gás puro é usado como corrente de alimentação, a concentração do componente em estudo é determinada na corrente de permeado, bem como a concentração do gás de arraste na corrente de retentado. O fluxo através da membrana pode então ser calculado a partir de um balanço de massa. Quando a alimentação é composta por uma mistura, fica difícil medir o contra fluxo do gás de arraste. Portanto, em alguns casos, ele é estimado a partir da extrapolação dos dados com uma alimentação pura, assumindo que é linearmente proporcional à diferença de pressão através da membrana.

No lado do permeado foi usado um gás de arraste puro ($100 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, condições padrão). A análise das vazões de alimentação, retentado e permeado foi feita usando um espectrômetro de massa (Analisador de massa Quadrupolo, Ledamass), que é colocado em linha.

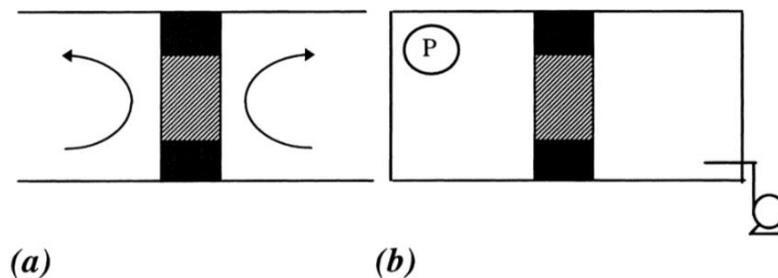
O outro foi chamado de método batelada, operando de forma descontínua. Conforme demonstrado pela Figura 9 (b), o lado permeado foi evacuado para 100 a 800 Pa. No lado da alimentação foi imposta uma pressão total de $3,1\cdot 10^5 \text{ Pa}$. O experimento é iniciado quando o fluxo de gás de entrada no lado de alimentação é fechado por meio de uma válvula. Nesse momento, a diminuição da pressão no compartimento de alimentação foi monitorada por um indicador de pressão (Kullite, tipo ITO-1000-7). Com a diminuição de pressão, o fluxo através da membrana pode ser calculado após a calibração do volume do módulo no lado da alimentação.

Figura 8-Imagem do módulo de aço inoxidável para teste de membrana. Meio: o disco de membrana com uma camada de zeólita sobre aço inoxidável poroso e não poroso. Esquerda e direita: as duas peças de acoplamento, utilizadas para alimentação e retirada de gás. As três peças são conectadas usando gaxetas de cobre.



Fonte: Van de Graaf et al (1998).

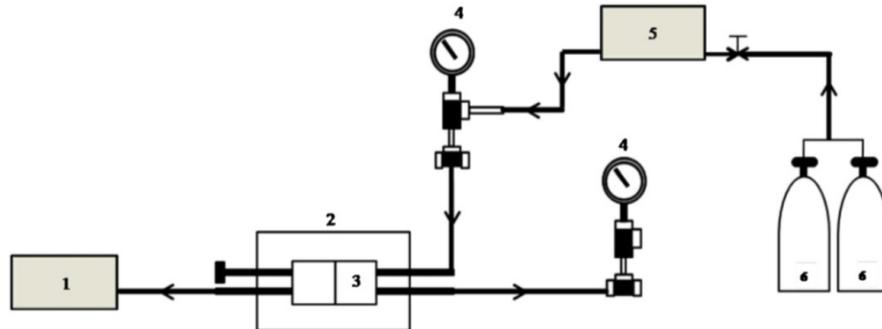
Figura 9-Representação esquemática dos 2 diferentes modos de permeação. Método Wicke-Kallenbach (a) e método Bach (b).



Fonte: Van de Graaf et al (1998).

No trabalho realizado por Chotirach e colaboradores (2012), a membrana densa de paládio em discos PSS foi submetida à medição do fluxo de hélio usando uma célula de permeação sob pressão atmosférica. Os discos foram inicialmente aquecidos em hélio a uma taxa de cerca de $4\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ a $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, quando o hélio foi substituído por hidrogênio. A pressão do gás de alimentação foi monitorada entre 1 e 3 atm e a temperatura do reator foi variada de 350 a $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. A taxa de permeação do gás foi medida por um medidor de vazão capilar de bolhas de sabão. O aparelho configurado para teste de fluxo de permeação de hidrogênio é mostrado esquematicamente na Figura 10.

Figura 10. Representação esquemática da configuração de permeação do gás. Medidor digital de fluxo (1); forno (2); célula de permeação (3); medidor de pressão (4); controlador de gás (5); cilindro de gás (6).



Fonte: Adaptado de Chotirach et al. (2012).

Conforme os estudos citados na Tabela 1, os módulos de permeação são produzidos por materiais metálicos, sendo o aço inoxidável o mais utilizado. Esta liga metálica é mais propícia para compor os módulos de permeação por ser inerte e resistente termicamente, pois os testes de purificação com hidrogênio ocorrem, geralmente, em temperaturas acima de 300°C. O gás de arraste foi aplicado em cinco dos estudos mencionados para garantir a diferença de pressão entre o retentado e o permeado, de modo que o fluxo de permeação ocorra no sentido correto. Com isto, percebe-se a importância da escolha do material para a produção do módulo de permeação e sua configuração para permitir a passagem do gás de arraste. Na maioria dos artigos encontrados, os módulos de permeação continham quatro orifícios: uma para a entrada da mistura a ser purificada, outra para a entrada do gás de arraste, uma para a saída do retentado e outra para a saída do permeado. Dentre estes, os que apresentaram a configuração mais simples e eficiente para construção seriam os dos estudos de van de Graaf et al (1998).

3. CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica dos trabalhos voltados para a construção de módulos de permeação foi eficaz na obtenção de informações relevantes sobre as configurações mais convenientes desse aparelho. Os estudos demonstram as preferências de se utilizar liga metálica de aço inoxidável na construção do módulo devido a maior resistência a altas temperaturas em que os testes de permeação são submetidos. O uso do gás de arraste demonstrou ser eficaz para garantir a diferença de pressão entre o lado retentado e permeado, sendo essa a força motriz do processo de permeação para a passagem de gás de um lado para outro. Dentre os artigos citados, os estudos de van de Graaf et al (1998) resultaram na construção de um módulo mais simples e

eficaz, por ter utilizado aço inoxidável em sua estrutura e 4 correntes, sendo uma para alimentação, outra para entrada de gás de arraste, uma para saída de permeado e outra para saída de retentado.

4. REFERÊNCIAS

ADMINISTRATOR. **Portal de Engenharia Química - Membranas**. Disponível em: <http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=206>. Acesso em: 28 ago. 2022.

ALIQUE, D.; MARTINEZ-DIAZ, D.; SANZ, R.; CALLES, J. A. Review of Supported Pd-Based Membranes Preparation by Electroless Plating for Ultra-Pure Hydrogen Production. **Membranes**, v. 8, n. 5, p. 1-39, 2018

ARSTAD, B.; VENVIK, H.; KLETTE, H.; WALMSLEY, J.C.; TUCHO, W.M.; HOLMESTAD, R.; HOLMEN, A.; BREDESEN, R. Studies of self-supported 1.6 mm Pd/23 wt.% Ag membranes during and after hydrogen production in a catalytic membrane reactor. **Catalysis Today**, 2006.

BOFF, Salete Oro; BOFF, Vilmar Antonio. Inovação Tecnológica em energias renováveis no Brasil como imperativo da solidariedade intergeracional. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 282-302, maio/ago. 2017.

CALLES, J. A.; SANZ, R.; ALIQUE, D.; FURONES, L. Thermal stability and effect of typical water gas shift reactant composition on H₂ permeability through a Pd-YSZ-PSS composite membrane. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 39, p. 1398-1409, 2014.

CHOTIRACH, M.; TANTAYANONB, S.; TUNGASMITA, S.; KRIAUSAKUL, K. Zr-based intermetallic diffusion barriers for stainless steel supported palladium membranes. **Journal of Membrane Science**, 2012.

FERNANDEZ, E.; MEDRANO, J. A.; MELENDEZ, J.; PARCO, M.; VIVIENTE, J. L.; SINT-ANNALAND, M. V.; GALLUCCI, F.; TANAKA, D. A. P. Preparation and characterization of metallic supported thin Pd-Ag membranes for hydrogen separation. **Chemical Engineering Journal**, v. 305, p. 182-190, 2016.

GADE, S. K.; KEELING, M. K.; DAVIDSON, A. P.; HATLEVIK, O.; WAY, J. D. Palladium-ruthenium membranes for hydrogen separation fabricated by electroless co-deposition. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 34, p. 6484-6491, 2009.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. Processos de separação com membranas. Rio de Janeiro: **E-papers**, 2006.

HOWARD, B.H.; KILLMEYER, R.P.; ROTHENBERGER, K.S.; CUGINI, A.V.; MORREALE, B.D.; ENICK, R.M.; BUSTAMANTE, F. Hydrogen permeance of palladium-copper alloy membranes over a wide range of temperatures and pressures. **Journal of Membrane Science**, 2004.

KIADEHI, A. D.; TAGHIZADEH, M. Fabrication, characterization, and application of palladium composite membrane on porous stainless steel substrate with NaY zeolite as an intermediate layer for hydrogen purification. **International Journal of Hydrogen Energy**, 2019.

LULIANELLI, A.; BASILE, A. Hydrogen production from ethanol via inorganic membrane reactors technology: A Review. **Catalysis Science & Technology**, v. 1, p. 366-379, 2011.

MAIA, T.; BELLIDO, J.D.A; ASSAFI, E. M; ASSALF, E.M; ASSAFI, M. A. Produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor de etanol utilizando catalisadores Cu/Ni/g-Al₂O₃. **Química Nova**, São Carlos, abril de 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/njtMNXSDh4sHQctDvtbCzpg/?lang=pt>> Acesso em: 28 de agosto de 2021.

SUTHERLAND, K. *Filters and Filtration Handbook*. Oxford: Elsevier, p. 536, 2008.

VAN DE GRAAF, J.M.; KAPTEIJN, F.; MOULIJN, J.A. Methodological and operational aspects of permeation measurements on silicalite-1 membranes. **Journal of Membrane Science**, 1998.

VAN DE GRAAF, J. M.; ZWIEP, M.; KAPTEIJN, F.; MOULIJN, J. A. Application of a silicalite-1 membrane reactor in metathesis reactions. **Applied Catalysis**, 1998.



RPG APLICADO À QUÍMICA DO MEIO-AMBIENTE

Patricia Aparecida Ribeiro de Lima¹

Erickson Alex de Lima²

Marco Antonio Cardoso de Souza³

Resumo: O jogo de RPG foi desenvolvido para ensino da química do meio ambiente, ele foi elaborado para alunos do 2º ano do ensino médio, de modo interdisciplinar. A proposta do uso desta ferramenta como apoio educacional não é competir, mas sim resolver problemas em conjunto as mais diversas situações apresentadas, através das regras. Os alunos desenvolvem seu raciocínio lógico matemático ao longo da história ao resolverem problemas apresentados e decidem como superar os obstáculos das histórias. Ao longo do jogo de RPG pode ser abordado diversos assuntos de várias disciplinas do ensino médio.

Palavras-chave: Ensino; RPG; Química; Meio-ambiente.

Abstract: The RPG game was developed for teaching environmental chemistry, it was designed for 2nd year high school students and is interdisciplinary. The purpose of using this tool as educational support is not to compete, but rather to solve problems together in the most diverse situations presented, through the rules. The students develop their mathematical logical reasoning throughout the story by solving problems presented and deciding how to overcome the obstacles in the stories. Throughout the RPG game, different subjects from various high school subjects can be addressed.

Keywords: Teaching; RPG; Environment; Chemistry.

1. INTRODUÇÃO

O uso e aplicação de atividades lúdicas em sala de aula para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da aprendizagem dos alunos ocasiona uma melhoria no processo de desenvolvimento acadêmica.

O presente estudo visa o desenvolvimento de um jogo de RPG que por sua vez permite explorar de uma maneira mais recreativa os conteúdos de química e geografia para turmas de ensino médio visando por sua vez estimular o trabalho em equipe, raciocínio lógico e estimular o desenvolvimento de pensamentos críticos em relação aos cuidados com o meio ambiente, sustentabilidade e questões econômicas.

¹Graduanda do curso Bacharel em Química, pelo Centro Universitário Internacional Uninter campus de Telêmaco Borba. patrycia.ribeiro@hotmail.com

²Professor do curso de Engenharia Civil, pelo Centro Universitário Unifateb, campus Telêmaco Borba. erickson.lima@outlook.com

³Professor do curso de Engenharia Química, pelo Centro Universitário Unifateb, campus Telêmaco Borba. marko.cardoso@hotmail.com

O mesmo foi fundamentado em um RPG de mesa, que consiste em jogos de tabuleiros, para tanto no mesmo o será exposto alguns pontos turísticos do Brasil, também indústrias sustentáveis.

No decorrer da aplicação do RPG a missão do professor consiste em ser o agente de viagens, sendo o responsável e relatando a importância da química e da geografia do local a ser “visitado” pelo jogador.

Para o enredo do jogo o mesmo ocorre através da passagem de cada equipe ou jogador por diversos pontos turísticos, e se baseia na compra e construção de hotéis para hospedagens de outros jogadores nas rodadas seguintes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ROLE PLAY GAME (RPG)

A sigla RPG vem da expressão *role playing games*, que significa “jogos de interpretação de papéis”. Este tipo de jogo foi desenvolvido nos Estados Unidos, no decorrer da década de 70, por Gary Gygax e Dave Arneson com o jogo *Dungeons & Dragons* (Catacumbas & Dragões). (Super Interessante, 2020)

Visando a aplicação de novas ferramentas para o auxílio pedagógico, que auxiliem no desenvolvimento do aprendizado dos alunos de forma que os mesmos apresentem um maior interesse nas matérias ministradas na escola, e pela busca do conhecimento pelos mesmos, em meados da década de 90 alguns educadores começaram a utilizar o RPG em sala de aula. (Ferreira-Costa, 2007)

De acordo com Ferreira-Costa (2007) a aplicação de jogos para a aprendizagem, dos conteúdos para os estudantes torna-se necessário a existência de uma narrativa.

Dessa forma o aluno pode arquitetar o conhecimento de maneira clara e simples, aplicando na prática os conteúdos desenvolvidos nas aulas (RIYIS, 2004; MARCATTO, 1996).

De acordo Macedo (1993): “[...] jogos de regras e de construção são essencialmente férteis no sentido de criarem um contexto de observação e diálogo – dentro dos limites da criança – sobre processos de pensar e de construir conhecimento”.

2.2 TEMA

O tema escolhido para o desenvolvimento do RPG apresentando para os alunos do ensino médio apresenta um foco mais interdisciplinar, pois o mesmo engloba conceitos relacionados a química do meio ambiente, geografia, biologia e matemática.

Objetivando desta forma o jogo de RPG desenvolvido busca correlacionar os conteúdos tais como: economia financeira, principais pontos turísticos do Brasil, reciclagem de produtos, geração de energia limpa, fauna e a flora dos lugares apresentados ao longo do RPG, buscando aprofundar os assuntos e incentivar na busca de conhecimento pelos alunos.

Desta forma o mesmo visa que após sua aplicação os alunos compreendam a composição química dos materiais, a importância da preservação ambiental, a conservação de lugares, além de envolver questões que demonstram a importância da matemática financeira.

2.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL, EDUCAÇÃO E A SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade por sua vez consiste é um dos termos mais utilizados nos dias atuais. A ideia contida no termo difere fortemente das relações simplistas de economia de água ou utilização de fontes renováveis; vai além dessas ações.

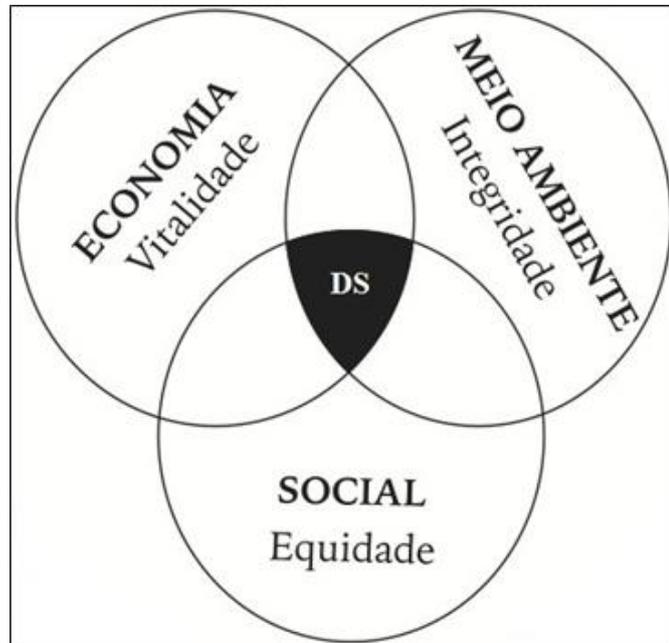
De acordo com Ruscheinsky (2003) O conceito de sustentabilidade consiste em algo relativamente amplo e que por sua vez engloba diversas variações visando interesses e posicionamentos.

Para Jacobi (1999), pensar em sustentabilidade implica compreender a relação entre o equilíbrio ambiental, a justiça social, a qualidade de vida e o rompimento com o atual sistema de desenvolvimento.

Ruscheinsky (2003, p. 43) amplia o debate ao situá-lo como “[...] a capacidade de um modelo ou sistema sustentar-se na dinâmica evolutiva sem permitir que algum setor se aprofunda em crises de tal forma que venha a atingir a totalidade”.

Desta maneira de acordo com a UNESCO (2005) a estruturação do desenvolvimento sustentável engloba por sua vez o conceito de três dimensões ou, mais comumente denominados de os três pilares do desenvolvimento sustentável conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Dimensões do desenvolvimento sustentável.



FONTE: Adaptada de Dias (2015)

De acordo com a UNESCO (2005), a dimensão do meio ambiente, também chamada de ambiental, é aquela que busca a conscientização relacionada a pauta ambiental e de sua fragilidade em relação às ações antrópicas, do compromisso com uma adequada gestão e proteção ambiental, garantindo-lhe sua integridade.

A dimensão econômica por sua vez está correlacionada à ideia de limites, e do uso das fontes provenientes do meio ambiente de forma viável, promovendo assim a vitalidade do sistema econômico (UNESCO, 2005).

Ainda para a UNESCO (2005) o pilar social envolve a consciência do papel do cidadão diante das transformações possíveis de serem realizadas, garantindo-lhes equidade de valores e condições.

Para que a efetivação das três dimensões ocorra, deve-se, portanto, considerar o contexto cultural e político de cada região, uma vez que as mudanças envolvem, inicialmente a educação.

Segundo o diretor-geral da UNESCO, em 1999, Federico Mayor, a chave do desenvolvimento sustentável e autônomo é a educação; uma educação que alcance todos os membros da sociedade, em novas modalidades e por intermédio de novas tecnologias para

proporcionar a todos verdadeiras oportunidades de aprender ao longo da vida [...] a fim de promover atitudes e condutas propícias à cultura da sustentabilidade (UNESCO, 1999, prefácio).

O uso da educação para a sustentabilidade é um dos caminhos apontados pela UNESCO (1999) para a obtenção de um futuro que correlacione o desenvolvimento socialmente, economicamente exequível e ambientalmente possível. Onde a educação oferece uma interpretação crítica do mundo, principalmente no que tange às questões de deficiências e injustiças, fazendo com que haja uma maior sensibilização e conscientização, incentivando a busca por melhorias e inovações que favoreçam essas questões.

3 METODOLOGIA

Esta atividade lúdica será aplicada aos alunos do ensino médio, através de questionários e um jogo de RPG, durante a aplicação das disciplinas de Biologia, Matemática, Química e Geografia, acompanhando o conteúdo programático predefinido pela secretaria de educação do estado.

Para a realização de um desenvolvimento mais didático foi elaborado um jogo do tipo RPG, de forma interdisciplinar relacionado as disciplinas de Biologia, Matemática, Química e Geografia, podendo ser aplicado como material suplementar ao livro didático (Proença, 2015).

Com o desenvolvimento da atividade será necessário um tempo de aproximadamente 1h30 min. para resolução do jogo. Em primeiro momento o mesmo será aplicado de forma individual em relação a aula anterior esclarecendo desta forma as principais dúvidas dos alunos e informando os principais pontos turísticos do Brasil, relacionando os tipos de resíduos gerados, quais animais pertencem a região de estudo, os possíveis pontos de cuidados com a fauna e a flora de cada região, noções de economia e gestão financeira.

Ao concluir a primeira etapa o espaço físico que será utilizado será a sala de aula, retirando as cadeiras e mesas do centro da sala, visando uma otimização do espaço. O número de estudantes que irão participar da atividade lúdica constituirá a sala toda, onde a mesma estará dividida em até 6 grupos.

O papel principal do professor no decorrer do jogo será de desempenhar a função de guia turístico/bancário, onde o mesmo será responsável por todo o dinheiro, propriedades (casas e hotéis) que ainda pertencem ao “banco”.

No RPG a equipe ganhadora será a que apresentar as melhores estratégias ao longo do mesmo, pois poucos detalhes podem mudar no decorrer do mesmo, e não necessariamente a que apresentar como a mais rica no fim do mesmo.

Desta maneira uma avaliação de como toda a equipe se saiu, analisando para tanto a participação de cada aluno, o trabalho desenvolvido pelos membros da equipe, ajuda a melhorar a aprendizagem dos alunos bem como o desenvolvimento de um raciocínio lógico e intelectual, fazendo como que o aluno aprenda a tomar atitudes rápidas e que muitas vezes apresentam um complexidade mais elevada e que com isso o professor possa analisar as possíveis mudanças comportamentais e cognitivas nos alunos.

Assim o jogo de RPG busca por sua vez estimular a melhoria na memória imediata e tardia, e principalmente desenvolver habilidades com a aplicação dos conceitos relacionados a biologia, geografia, matemática e química no dia a dia dos estudantes.

Os materiais utilizados para dicas ao longo do jogo serão por sua vez fornecidos pelo professor, que por sua vez consistem em livros da biblioteca, podendo ser usados para questões de biologia, geografia, matemática e química.

4 ENREDO DO RPG

No primeiro momento o mesmo será realizado de forma individual, onde cada estudante responde a um questionário e expressa sua opinião em relação aos principais temas do estudo. E posteriormente estas questões serão discutidas em aula, com a participação de todos os alunos envolvidos, com a finalidade de apanhar os problemas encontrados por toda turma e desta forma realizar um levantamento de seus entendimentos conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 - 1º e 2º Etapas do RPG

Etapas	Forma	Perguntas e Assuntos	Objetivo
1º Etapa	Individual	Pontos Turísticos do País	Levantar o conhecimento individual de cada aluno
		Materiais Recicláveis e Separação do Lixo	
		Proteção da Fauna	
		Proteção da Flora	
		Questões Econômicas/Financeiras	
2º Etapa	Coletiva	Discussão em sala com todos os alunos referente aos temas da etapa anterior	Levantar o conhecimento da turma

Fonte: elaborado pelos autores

Após a discussão realizada na segunda etapa do RPG referente ao conhecimento levantado por toda a turma os estudantes serão avaliados novamente de forma individual

através de questionários referentes às matérias de química, biologia, geografia e matemática com cerca de 20 perguntas cada. Objetivando com isso o levantamento do conhecimento de cada aluno e das dificuldades apresentadas pelos mesmos.

Tabela 2 - 3º Etapa do RPG

Etapas	Forma	Avaliador	Perguntas e Assuntos	Objetivo
3º Etapa	individual	Professor de Biologia	Assuntos relacionados a questões ambientais	Reaproveitamento de recursos naturais pelos alunos e sua família sem agredir ao meio ambiente
		Professor de Geografia	Assuntos relacionados a geografia do país	verificar o clima, os aspectos físicos e humanos do país, envolvendo o seu território, suas regiões, paisagens e lugares.
		Professor de Matemática	Assuntos relacionados a matemática financeira	verificar o quanto cada família tem investido no seu futuro e conscientizar da melhor forma a preservar os recursos de cada família.
		Professor de Química	Assuntos relacionados a composição química	Avaliar os alunos na questão da importância da reciclagem e identificação de compostos orgânicos e inorgânicos

Fonte: elaborado pelos autores

Após a resolução dos exercícios na aula anterior será verificado o nível da turma e assim o desenvolvimento do jogo, formado desta maneira uma história principal, que tem como objetivo demonstrar em que momento o jogo se passa além de expor o objetivo principal da aventura.

Em seguida elaboraram-se: as missões ou desafios a serem resolvidos durante o RPG, junto de cada missão encontram-se as dicas/pistas, para que sejam utilizadas no decorrer da atividade.

As missões ou desafios foram desenvolvidos conforme os pontos turísticos do tabuleiro, onde o jogo foi fundamentado no RPG de mesa, consistindo assim em um jogo narrativo. O papel de narrador do jogo será exercido pelo professor, que irá contar a história do jogo para os alunos, bem como a de cada missão ou desafio.

Conforme a figura 2, temos o tabuleiro onde o RPG será desenvolvido, e aplicados as questões de química, matemática, biologia, e geografia, assim os alunos serão expostos a perguntas referentes às matérias em questão e será dada uma nota para cada pergunta respondida, ao final do jogo eles terão as suas pontuações e a equipe que pontuar mais terá ganho o RPG.

Figura 1 - Tabuleiro proposto

ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL	POLUIR OU PRESERVAR	BONITO - MS	CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	FISCALIZAÇÃO IBAMA	SERRA DA MANTIQUEIRA - MG	CRISTO REDENTOR - RJ	PARQUE EÓLICO	CAMPOS DO JORDÃO - SP	POLUIR OU PRESERVAR	VOCÊ POLUIU DEMAIS, ENTRE NO CARRO DA POLÍCIA E VÁ PARA A PRISÃO
CREDITOS DE CARBONO	<p style="text-align: center;">PRESERVE O MEIO AMBIENTE PONTOS TURÍSTICOS DO BRASIL</p>									JERICOACOARA - CE
CATARATAS DO IGUAÇU - PR										POLUIR OU PRESERVAR
SERRA DO RIO DO RASTRO - SC										LENÇÓIS MARANHENSES - MA
POLUIR OU PRESERVAR										PORTO DE GALINHAS - PE
GRAMADO - RS										INDUSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR
RECICLADORA DE ÁCIDO DE BATERIA										PORTO SEGURO - BA
PROJETO BALEIA JUBARTE - BA										FERNANDO DE NORONHA - PE
PROJETO MICO LEÃO DOURADO - RJ										POLÍCIA AMBIENTAL
POLUIR OU PRESERVAR										MARAGOGI - AL
PRISÃO	PROJETO TARTARUGAS MARINHAS (TAMAR) - ES	GERADORA DE ENERGIA COM FOTOVOLTAICOS	PARQUE ESTADUAL VILA VELHA - PR	PASSEIO DE TREM EM CURITIBA X MORRETES - PR	POLUIR OU PRESERVAR	RIO SÃO FRANCISCO - SE	USIM DE BORGAS	SAFARI NO PANTANAL	MANAUS - AM	INÍCIO

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Inicialmente cada equipe escolhe uma peça para movimentar pelo tabuleiro. O jogo vem com várias opções, mas também pode usar qualquer objeto pequeno.

O bancário dever dar 150.000 “doletas”(nome da moeda do jogo), a cada equipe antes do início do RPG, podendo a equipe armazenar seu dinheiro da maneira que preferir. (WIKIHOW,2020)

O jogo deve iniciar na casa denominada início, no início da partida um membro de cada equipe deve jogar os dados para saber qual equipe será a primeira a joga, a equipe que retirar o número mais elevado será a primeira, e a rodada continua no sentido horário. Para esta etapa pode-se utilizar um dado ou os dois (HASBRO, 2020).

Cada equipe por sua vez joga o dado e move a peça pelo número de casas que retirou, caso o número retirado nos dois dados seja o mesmo, a equipe ganha uma jogada extra.

Ao mover as peças no tabuleiro deve-se observar em qual ponto turístico a mesma caiu, pois o “Passeio Turístico” apresenta uma vasta gama de espaços. A maior parte consiste em cidades com grande beleza natural, onde os membros da equipe podem comprar lugares

ou pagar aluguel pelas quais precisar passar, entretanto alguns exigem que participante compre uma carta, receba dinheiro ou até mesmo vá para a prisão.

Se o grupo cair em um espaço com uma listra colorida na parte de cima (que representa lugares como parques eólicos, usina de biogás, ou uma recicladora) possibilita que o membro ou grupo compre a propriedade pelo valor registrado no tabuleiro. Após a compra do mesmo o banqueiro, por sua vez, dá ao jogador a escritura de posse daquela propriedade. Recomenda-se a compra da maior quantidade de propriedades e lugares possíveis.

A equipe que por sua vez cair na propriedade de outra pessoa ou grupo, deve por sua vez pagar ao proprietário o aluguel impresso na carta de título da mesma. Os alugueis começam mais baixos no primeiro lado do tabuleiro e vão aumentando conforme a quantidade de hotéis presentes nos pontos turísticos.

O ato de comprar todas as propriedades de uma mesma cor possibilita a equipe a obtenção de um monopólio.

A obtenção de um determinado monopólio representa um dos principais objetivos do jogo que pode facilitar a ida a falência dos outros jogadores ou equipes.

As equipes que forem donas de um determinado monopólio podem por sua vez cobrar o dobro do aluguel em sua propriedade, mesmo que não haja construções nela.

O objetivo desta regra consiste em demonstra o quanto mais fácil é controlar os preços quando se é o dono de tudo. Logo o jogador ou grupo que tiver um monopólio, pode começar a construir os hotéis, em qualquer uma das propriedades para cobrar mais aluguel. O preço de construção está no seu título de propriedade, sendo possível construir até quatro hotéis no seu monopólio e por último um resort, possibilitando eleva ainda mais os valores do aluguel.

Na tabela 3 e 4, vemos os valores atribuídos a passagem das equipes por cada ponto turístico, e se aplicado os hotéis e o resort, cada um, com o seu devido valor.

Tabela 2 - Valores de cada ponto turístico (a)

DESCRIÇÃO DO PONTO TURÍSTICO	VALOR DO PONTO TURÍSTICO	VALOR DE CADA HOTEL PARA CONSTRUIR	HIPOTECA	PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO
PORTO SEGURO - BA	R\$ 85.000,00	R\$ 17.000,00	R\$ 42.500,00	R\$ 8.500,00
FERNANDO DE NORONHA - PE	R\$ 85.000,00	R\$ 17.000,00	R\$ 42.500,00	R\$ 8.500,00
MARAGOGI - AL	R\$ 85.000,00	R\$ 17.000,00	R\$ 42.500,00	R\$ 8.500,00
PARQUE ESTADUAL VILA VELHA - PR	R\$ 25.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 12.500,00	R\$ 2.500,00
PASSEIO DE TREM EM CURITIBA X MORRETES - PR	R\$ 22.500,00	R\$ 4.500,00	R\$ 11.250,00	R\$ 2.250,00
PROJETO BALEIA JUBARTE - BA	R\$ 125.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 62.500,00	R\$ 12.500,00
PROJETO MICO LEÃO DOURADO - RJ	R\$ 125.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 62.500,00	R\$ 12.500,00
PROJETO TARTARUGAS MARINHAS (TAMAR) -ES	R\$ 125.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 62.500,00	R\$ 12.500,00
CREDITOS DE CARBONO	R\$ 50.000,00	X	R\$ 25.000,00	R\$ 5.000,00
RECICLADORA DE ACÍDO DE BATERIA	R\$ 100.000,00	X	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00
GERADORA DE ENERGIA COM FOTOVOITACOS	R\$ 100.000,00	X	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00
USINA DE BIOGAS	R\$ 100.000,00	X	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00
INDUSTRIA DE CANA DE AÇUCAR	R\$ 100.000,00	X	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00
PARQUE EÓLICO	R\$ 100.000,00	X	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00
CATARATAS DO IGUAÇU - PR	R\$ 60.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 6.000,00
SERRA DO RIO DO RASTRO - SC	R\$ 60.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 6.000,00
GRAMADO - RS	R\$ 60.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 6.000,00
RIO SÃO FRANCISCO - SE	R\$ 75.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 37.500,00	R\$ 7.500,00
SAFARI NO PANTANAL - MS	R\$ 75.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 37.500,00	R\$ 7.500,00
MANAUS - AM	R\$ 75.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 37.500,00	R\$ 7.500,00
JERICOACOARA - CE	R\$ 55.000,00	R\$ 11.000,00	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00
LENÇÓIS MARANHENSES - MA	R\$ 55.000,00	R\$ 11.000,00	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00
PORTO DE GALINHAS - PE	R\$ 55.000,00	R\$ 11.000,00	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00
BONITO - MS	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 5.000,00
CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	R\$ 50.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 5.000,00
SERRA DA MANTIQUEIRA - MG	R\$ 65.000,00	R\$ 13.000,00	R\$ 32.500,00	R\$ 6.500,00
CRISTO REDENTOR - RJ	R\$ 65.000,00	R\$ 13.000,00	R\$ 32.500,00	R\$ 6.500,00
CAMPOS DO JORDÃO - SP	R\$ 65.000,00	R\$ 13.000,00	R\$ 32.500,00	R\$ 6.500,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Tabela 3 - Valores de cada ponto turístico (b)

DESCRIÇÃO DO PONTO TURÍSTICO	PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO COM 1 HOTEL		PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO COM 2 HOTÉIS		PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO COM 3 HOTÉIS		PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO COM 4 HOTÉIS		PASSAGEM PELO PONTO TURÍSTICO COM RESORT	
	R\$		R\$		R\$		R\$		R\$	
PORTO SEGURO - BA	R\$	17.000,00	R\$	34.000,00	R\$	51.000,00	R\$	68.000,00	R\$	136.000,00
FERNANDO DE NORONHA - PE	R\$	17.000,00	R\$	34.000,00	R\$	51.000,00	R\$	68.000,00	R\$	136.000,00
MARAGOGI - AL	R\$	17.000,00	R\$	34.000,00	R\$	51.000,00	R\$	68.000,00	R\$	136.000,00
PARQUE ESTADUAL VILA VELHA - PR	R\$	5.000,00	R\$	10.000,00	R\$	15.000,00	R\$	20.000,00	R\$	40.000,00
PASSEIO DE TREM EM CURITIBA X MORRETES - PR	R\$	4.500,00	R\$	9.000,00	R\$	13.500,00	R\$	18.000,00	R\$	36.000,00
PROJETO BALEIA JUBARTE - BA	R\$	25.000,00	R\$	50.000,00	R\$	75.000,00	R\$	100.000,00	R\$	200.000,00
PROJETO MICO LEÃO DOURADO - RJ	R\$	25.000,00	R\$	50.000,00	R\$	75.000,00	R\$	100.000,00	R\$	200.000,00
PROJETO TARTARUGAS MARINHAS (TAMAR) -ES	R\$	25.000,00	R\$	50.000,00	R\$	75.000,00	R\$	100.000,00	R\$	200.000,00
CREDITOS DE CARBONO		X		X		X		X		X
RECICLADORA DE ACÍDO DE BATERIA		X		X		X		X		X
GERADORA DE ENERGIA COM FOTOVOITACOS		X		X		X		X		X
USINA DE BIOGAS		X		X		X		X		X
INDUSTRIA DE CANA DE AÇUCAR		X		X		X		X		X
PARQUE EÓLICO		X		X		X		X		X
CATARATAS DO IGUAÇU - PR	R\$	12.000,00	R\$	24.000,00	R\$	36.000,00	R\$	48.000,00	R\$	96.000,00
SERRA DO RIO DO RASTRO - SC	R\$	12.000,00	R\$	24.000,00	R\$	36.000,00	R\$	48.000,00	R\$	96.000,00
GRAMADO - RS	R\$	12.000,00	R\$	24.000,00	R\$	36.000,00	R\$	48.000,00	R\$	96.000,00
RIO SÃO FRANCISCO - SE	R\$	15.000,00	R\$	30.000,00	R\$	45.000,00	R\$	60.000,00	R\$	120.000,00
SAFARI NO PANTANAL - MS	R\$	15.000,00	R\$	30.000,00	R\$	45.000,00	R\$	60.000,00	R\$	120.000,00
MANAUS - AM	R\$	15.000,00	R\$	30.000,00	R\$	45.000,00	R\$	60.000,00	R\$	120.000,00
JERICOACOARA - CE	R\$	11.000,00	R\$	22.000,00	R\$	33.000,00	R\$	44.000,00	R\$	88.000,00
LENÇÓIS MARANHENSES - MA	R\$	11.000,00	R\$	22.000,00	R\$	33.000,00	R\$	44.000,00	R\$	88.000,00
PORTO DE GALINHAS - PE	R\$	11.000,00	R\$	22.000,00	R\$	33.000,00	R\$	44.000,00	R\$	88.000,00
BONITO - MS	R\$	10.000,00	R\$	20.000,00	R\$	30.000,00	R\$	40.000,00	R\$	80.000,00
CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	R\$	10.000,00	R\$	20.000,00	R\$	30.000,00	R\$	40.000,00	R\$	80.000,00
SERRA DA MANTIQUEIRA - MG	R\$	13.000,00	R\$	26.000,00	R\$	39.000,00	R\$	52.000,00	R\$	104.000,00
CRISTO REDENTOR - RJ	R\$	13.000,00	R\$	26.000,00	R\$	39.000,00	R\$	52.000,00	R\$	104.000,00
CAMPOS DO JORDÃO - SP	R\$	13.000,00	R\$	26.000,00	R\$	39.000,00	R\$	52.000,00	R\$	104.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Sempre que cada equipe passar na casa do canto denominada de “PONTO DE PARTIDA ou INÍCIO”, ele ganha R\$ 20.000, sendo uma ótima maneira de se adicionar um dinheiro às suas reservas

Ao decorrer do jogo existem 6 casas, que são denominadas de “Poluir ou Preservar”, com isso tem-se certas cartas que podem fazer a equipe perder ou ganhar dinheiro, ou ainda movê-lo para outro espaço. Quando terminar de ler a carta, deve-se devolver a mesma para ao fundo da pilha, conforme as tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Descrição das cartas - Preservar

Descrição das cartas - Preservar	Dimensão do DS
1 – “Sua empresa desenvolveu um programa de voluntariado para seus funcionários e a produtividade aumentou” - Receba R\$ 20.000	Social
2 – “Você abriu uma ONG de proteção ambiental [...]” - Receba R\$ 5.000	Ambiental
3 – “Suas empresas reciclam papel, plástico e alumínio” - Receba R\$ 10.000	Ambiental e econômica
4 – “Sua cadeia de restaurantes orgânicos é um sucesso” - Receba R\$ 15.000	Ambiental e econômica
5 – “Sua empresa recebeu um prêmio por ser ecologicamente responsável” - Receba R\$ 30.000	Social, ambiental e econômica
6 – “Você decidiu instalar um painel solar nasua casa e economizou com energia elétrica” - Receba R\$ 5.000	Ambiental e econômica
7 – “Você ajudou causas sócias – e economizou um bom dinheiro em impostos” - Receba R\$ 20.000	Social
8 – “Seu livro sobre a vida sustentável será publicado por uma grande editora” - Receba R\$ 20.000	Social
9 – “Você inventou um novo modelo de carro elétrico” - Receba R\$ 10.000	Ambiental e econômica
10 – “A usina de reciclagem energética que você financiou reduziu os gastos da sua empresa com energia” - Receba R\$ 15.000	Ambiental e econômica
11 – “Você trocou seu carro por uma bicicleta – e economizou na gasolina” - Receba R\$ 5.000	Ambiental e econômica
12 – “Você protegeu suas terras do desmatamento e agora está faturando uma nota com o turismo ecológico” - Receba R\$ 20.000	Ambiental e econômica

Fonte: Adaptado de Mendes e Panozzo, 2016

Tabela 6 - Descrição das cartas - Poluir

Descrição das cartas - Poluir	Dimensão do DS
13 – “Cancelou o projeto de Responsabilidade Social de sua empresa por ele gerar altos custos, porém isso não agradou a ninguém” - Pague R\$ 20.000	Social
14 – “Você foi para a praia e deixou todo o lixo na areia” - Pague R\$ 5.000	Ambiental e social
15 – “O rio da sua cidade está poluído – e a culpa é sua” - Pague R\$ 10.000	Ambiental e social
16 – “Você demitiu um funcionário sem justa causa e perdeu a ação na Justiça” - Pague R\$ 15.000	Social
17 – “Você não estava satisfeito com seus oito carros importados e decidiu comprar mais um” - Pague R\$ 30.000	Social, ambiental e econômica
18 – “O petróleo está em alta, e você tem jatinho, iate, limusine. ” - Pague R\$ 8.000	Social, ambiental e econômica
19 – “Suas empresas não usam embalagens recicláveis – e as vendas estão caindo” - Pague R\$ 5.000	Ambiental e econômica
20 – “Você não instalou filtros de ar em suas fábricas” - Pague R\$ 20.000	Social
21 – “O agrotóxico que você usou destruiu toda a plantação” - Pague R\$ 20.000	Social, ambiental e econômica
22 – “Suas empresas desperdiçam água e energia elétrica” - Pague R\$ 10.000	Ambiental e econômica
23 – “Você decidiu fechar a sua fábrica de produtos químicos” - Pague R\$ 15.000	Social, ambiental e econômica
24 – “Foi multado por jogar lixo pela janela do carro” - Pague R\$ 5.000	Social e ambiental
25 – “Sua empresa foi multada por poluir demais” - Pague R\$ 20.000	Social, ambiental e econômica

Fonte: Adaptado de Mendes e Panozzo, 2016

Ao se parar na casa denominada “VOCÊ POLUIU DEMAIS, ENTRE NO CARRO DA POLICIA E VÁ PARA A PRISÃO”, o jogador ou equipe deve colocar o seu personagem na cadeia, removendo a mesma do jogo até que se esteja livre, desta forma a mesma não recebe aluguel nem compra propriedades.

No decorrer do jogo existem três maneiras possíveis de ir para a cadeia.

- Tirar três doubles seguidos manda você para a cadeia automaticamente (um doble equivale a dois números iguais nos dados).

- Se tirar uma carta de Poluir ou Preservar pode fazer que a equipe vá para a cadeia (Coloque sua peça dentro da cadeia quando for mandado para ela).

- Cair no espaço da cadeia manda você para ela automaticamente. Ao chegar nessa casa, sua peça vai para a diagonal da cadeia e seu turno acaba.

Para sair da cadeia, o jogador ou equipe deve pagar uma fiança de \$ 5000, usar uma carta que livra você da prisão ou tirar um doubles no próximo turno.

Encerrando o jogo desta forma foi definido um limite de tempo para determinar a equipe vencedora é de cerca de 1h30 min. Quem apresentar mais dinheiro ou tiver as melhores estratégias tomadas em grupo quando o alarme tocar ganha o jogo.

As estratégias das equipes podem variar um pouco se o responsável decidir impor um limite de tempo. Em um jogo normal, a equipe pode começar mal e ser muito pobre no início.

Outra maneira de se obter dinheiro é hipotecando as propriedades, se o jogador ou equipe não conseguir pagar o aluguel ao cair em uma propriedade o mesmo pode hipotecar suas propriedades.

Quando uma propriedade é hipotecada, não é possível coletar o aluguel dela. Para tirá-la da hipoteca, torna-se necessário pagar 10% de juros ao pagar a hipoteca.

Se a equipe ou jogador ficar devendo mais dinheiro do que o valor de todos os seus bens, é declarado que a equipe faliu e deve sair do jogo.

De acordo com as regras oficiais, o dinheiro que você tinha vai para a equipe que fez você ir à falência. Porém, essa regra beneficia, e muito, apenas uma equipe. Por isso, alguns preferem fazer com que as propriedades da equipe falida venham à leilão. A última equipe que sobrar ganha o jogo.

5 CONCLUSÃO

Pode se perceber com a prática do RPG nas escolas de ensino médio, faz que jovens tenham uma forma de pensar e agir, de forma diferenciada dos anos anteriores, pois faz que um aluno tenha um raciocínio lógico matemático mais aguçado, se desenvolva no âmbito do espírito em equipe e consiga ter uma consciência ambiental voltada para cada vez mais para a sustentabilidade, assim consegue se ter uma melhor desenvoltura de todos alunos dentro do jogo de RPG, além de um jogo, é uma ferramenta para desenvolver o jovem a interagir em sociedade, tanto profissional quanto socialmente.

Ao longo dos últimos anos, podemos perceber que o uso do RPG como ferramenta pedagógica ainda está pouco desenvolvida, desta forma pode se ter grandes potenciais e das

mais variadas aplicações no âmbito escolar e ainda poderão ser bem elaboradas, caso se tenha um maior apoio por parte das instituições educacionais brasileiras.

6 REFERÊNCIAS

AMARAL, A. P. M, et al. **Química alimentar para ensino médio**. 7º Simposio Brasileiro de Educação Química, SIMPEQUI– Salvador, Bahia. BA, 2009

Dias, R. **Sustentabilidade: origem e fundamentos; educação e governança global; modelo de desenvolvimento**. São Paulo: Atlas, 2015.

FERREIRA-COSTA, R. Q. et al. **O Uso do RPG na Escola Como Possível Auxiliar Pedagógico**. In: PINHO, S. Z.; SAGLIETTI, J. R. C. (Org.). Livro Eletrônico dos Núcleos de Ensino da Unesp. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2007. 792p.
HASBRO. Monopoly, Property Trading Game from Parker Brothers. <<https://www.hasbro.com/common/instruct/00009.pdf>>. 2020

Jacobi, P. **Meio ambiente e sustentabilidade**. In: CEPAM, Fundação Prefeito Faria Lima. O município no século XXI: cenários e perspectivas. Edição especial. São Paulo: Cepam, 1999. Cap. 4. p. 175-183.

MACEDO, L. de. **Para uma psicologia construtivista**. In: ALENCAR, E. S. de (Org.). *Novas contribuições da psicologia aos processos de ensino e aprendizagem*. São Paulo: Cortez, 1993. p. 119-40.

MARCATTO, A. **Saindo do Quadro: Uma Metodologia Educacional Lúdica e Participativa baseada no Role Playing Game**. São Paulo: Exata Comunicação e Serviços S/C LTDA. 1996. 185p.

MENDES, Michel; PANOZZO, Neiva Senaide Petry. **O jogo Banco Imobiliário Sustentável e os conceitos de educação para a sustentabilidade na infância**. UFPR. Vol. 39, dezembro 2016. DOI: 10.5380/dma.v39i0.46373

PROENÇA, J. et al. **Desenvolvimento de role playing game (RPG) para o ensino de química orgânica**. 13º Simposio Brasileiro de Educação Química, SIMPEQUI– Fortaleza, Ceara. CE. 2015

RIYIS, M. T. **Simples, manual para uso do RPG na Educação**. São Paulo: Ed. do Autor, 2004. 88p.

Ruscheinsky, A. **No conflito das interpretações: o enredo da sustentabilidade**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 10, 39-50, 2003.

SUPERINTERESSANTE. **O que são os jogos chamados RPG** – <www.super.abril.com.br/tecnologia/o-que-sao-os-jogos-chamados-rpg/> acessado em 03/04/2020

UNESCO. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável: 2005-2014**. Brasília: UNESCO, 2005

UNESCO. **Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas**. Brasília: IBAMA, 1999. Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: educação e conscientização pública para a sustentabilidade.

WIKIHOW. **Como Jogar Monopoly**. 2020. Disponível em <<https://pt.wikihow.com/Jogar-Monopoly>>

WIKIPÉDIA. **Monopoly**. 2020. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Monopoly>>.



ANÁLISE DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA VISANDO AUMENTAR A RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS PAPÉIS

Loren Beatriz Matias Jamuchewski¹

Resumo: As enzimas são uma alternativa para a melhoria no consumo energético de uma planta de fabricação de celulose, pois aceleram o processo e melhoram a qualidade do produto final. A análise dos efeitos da atividade enzimática (celulase) nas propriedades físico-mecânicas das polpas de papéis, é feita pontuando as vantagens do uso de enzimas e as diferenças em polpa de papel refinada e não refinada. As enzimas têm o objetivo de desagregar as fibras de forma que ajuda na fase de preparação para a fabricação de papel, a celulase catalisa a hidrólise no processo da celulose. Contudo as propriedades analisadas serão tração, estouro (teste Mullen), teste de permeabilidade ao ar (Gurley) e resistência ao rasgo. Será realizado um comparativo dos efeitos da enzima nas propriedades em folhas de polpa refinada e não refinada..

Palavras-chave: enzimas, polpas de papel, resistência mecânica, refino

Abstract: Enzymes are an alternative for improving the energy consumption of a pulp manufacturing plant, as they accelerate the process and improve the quality of the final product. The analysis of the effects of enzymatic activity (cellulase) on the physico-mechanical properties of paper pulp is made by pointing out the advantages of using enzymes and the differences between refined and unrefined pulp. Enzymes have the objective of breaking down the fibers in a way that helps in the preparation phase for the manufacture of paper, cellulase catalyzes the hydrolysis in the cellulose process. However, the properties analyzed will be tensile, burst (Mullen test), air permeability test (Gurley) and tear strength. A comparison will be made of the effects of the enzyme on the properties of refined and unrefined pulp sheets.

Keywords: enzymes, paper pulps, mechanical strength, refining.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho abordará duas análises em paralelo, uma delas é a análise enzimática em polpa de eucalipto apresentando as vantagens do uso de enzimas no processo de fabricação de papel. A segunda análise será o próprio comparativo da resistência mecânica do papel gerado a partir das polpas refinadas e não-refinadas com o uso da celulase.

Para se ter um papel mais resistente, a etapa de refinação é necessária para esse fim. Porém o refino é uma das etapas que mais consome energia no processo da fabricação do papel pelos seus equipamentos/refinadores, com isso, qualquer alternativa que tenha uma economia energética e de tempo, logo, que tenha economia no custo operacional no processo é viável, e a abordagem enzimática é uma dessas alternativas. Para esse trabalho a celulase é a enzima para ter sua atividade monitorada e testado seus efeitos na resistência mecânica em folhas de papel refinado e não-refinado, ”a

¹Acadêmica do curso de Engenharia Química na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. lorenbeatriz29@gmail.com

celulase se destaca por facilitar a fibrilação e o inchamento das fibras, resultado do seu ataque às regiões amorfas da celulose” (LECOURT, 2010).

Conforme Techmelt (2011) e Ito (1977) dizem, quando uma polpa é refinada com as fibras já separadas quando se pretende modificá-las, acrescentará a ela as características necessárias para a boa formação de papel dando impacto à resistência mecânica, e por isso, em uma indústria de papel o processo da refinação obtém o maior impacto no produto final. Por isso podemos considerar que a refinação é uma das partes mais importantes na fabricação para se ter um bom papel no final do processo.

O aspecto compactado das fibras após o refino causado pelo empastamento das ligações entre fibras causam boas características físicas ao papel. As propriedades mecânicas/físicas, são de extrema importância para que seja possível a previsão do material quando é sujeito a esforços ou alguma tensão. Então, nesse trabalho será apresentado os resultados dos testes físicos comparando os papéis de polpa de eucalipto refinada, não refinada, com o auxílio da celulase e polpa sem o uso da enzima. Sabendo que, o papel final gerado por polpas de fibra curta, tem menor resistência que o papel gerado por polpas de fibra longa. O eucalipto é caracterizado por fibra curta, neste trabalho vamos mapear a diferença desse tipo de fibra.

2. DESENVOLVIMENTO

Segundo RASHMI (2010) os índices de suavidade, ruptura, tração e rigidez podem ser obtidos com uma diminuição na opacidade, volume, resistência ao rasgo, porosidade e rugosidade. Contudo, nesse aspecto, as enzimas agem de forma indireta à resistência do papel, de forma que a enzima afeta diretamente no refino e o próprio refino impacta diretamente a resistência mecânica do papel.

A celulase é a enzima para aplicação em celulose, nela existem três enzimas, endoglucanases, exoglucanases e beta-glicosidases. As endoglucanases atacam a região interna das fibras, as exoglucanases nas extremidades e as beta-glicosidases são as responsáveis por quebrar as ligações entre duas unidades de glicose denominando as partes como celobiose tornando essas unidades livres.

2.1 Refino

“O “biorefinado” é influenciado pela eficácia das enzimas para favorecer o processo de refino. A gravidade diferente de processos de obtenção (cozimento e branqueamento) confere propriedades específicas ao fibras e causará diferentes alterações em sua composição química.” (RASHMI, Singh; BHARDWAJ NISHI, K. 2010.) A parte de refinação é uma etapa que consome grande parte da energia utilizada no processo da fabricação de papel. Com isso as enzimas têm ajudado a acelerar e favorecer o custo energético do processo e se mostrado eficaz nessa tarefa, com isso diminuindo o tempo necessário no processo de refino consequentemente passa para as outras etapas mais rapidamente.

“Como o refino requer entrada de energia, bem como capital no investimento em equipamentos, facilitando o processo de refinação, pode trazer inúmeros benefícios, incluindo papel mais resistente.” (RASHMI, Singh; BHARDWAJ NISHI, K. 2010.) Às propriedades das fibras e logo o papel que será formado, terão diferenças depois dos processos de refinação, pois nele será alterado algumas características e propriedades da polpa como o aumento da sua flexibilidade, redução da sua dimensão e a fibrilação. A refinação produz fibrilação interna, externa e corte das fibras onde ocorre o aumento do número e das áreas de ligações entre elas, segundo NEVELL E ZERONIAN (1985).

2.2 Tipos de fibras

Existem 3 tipos de fibras utilizadas na fabricação de papel, fibras curtas como podemos ressaltar a fibra de Eucalipto, e as fibras longas de Pinus por exemplo e uma terceira opção, podemos citar o mix de fibras longas e curtas.

“Características da matéria prima como a estrutura e anatomia da madeira, incluindo a biometria e proporção celular, fazem do eucalipto a principal cultura para a produção de celulose.” (OLIVEIRA et al, 2017).

Além do comprimento das fibras, o que diferencia um tipo de fibra com a outra é a resistência do papel final. Pelo motivo de que a polpa de pinus ser relativamente mais cara, outras alternativas são explorados, como a polpa de eucalipto, ainda por ter um custo menor apresenta também maior densidade de fibras em massa ou em volume, assim conseguindo diminuir a distância de uma fibra e outra. Além de que fibras curtas têm maior suavidade, melhor absorção e seu volume é aparente.

2.3 Celulase

Celulases pertencem à classe de hidrolases, que são enzimas capazes de promover a hidrólise de materiais celulósicos (CASTRO; PEREIRA, 2010). “As celulases comerciais possuem muitas aplicações, como nas indústrias têxteis e de detergentes, indústrias de polpa e papel, nas indústrias de ração animal, na extração de sucos de frutas e vegetais, processamento do amido e produção do etanol” (HEBEISH et al., 2009; WILSON, 2009 Apud ZANCHETTA, 2012). A celulose sendo um polissacarídeo formada por unidades de glicose unidas através de ligações químicas, adicionando a enzima (celulase) essas ligações entre as glicoses são quebradas. A celulase serve para degradar as fibras da celulose, também produz uma melhor fibrilação tendo um efeito diretamente ao refino no processo de fabricação de papel, com a utilização da enzima, a massa deságua mais facilmente, ou seja, tem uma melhor drenagem, sendo necessário menos energia (na geração de vapor) para a secagem das fibras.

Além de que segundo Bajpai (2006) “Os tratamentos enzimáticos são úteis na limpeza da água de processo dentro do moinho. As enzimas hidrolisam parcialmente os detritos de celulose em sacarídeos de baixo peso molecular que são facilmente biodegradados no sistema de tratamento de águas residuais.”

“O processo de secagem da fibra também influencia na refinação mecânica e enzimática. A retirada de água nos processos de secagem das fibras cria ligações de hidrogênio parcialmente ou totalmente irreversíveis em alguns pontos da superfície fibrosa, o que dificulta ou impede a hidratação nesses pontos no processo de refinação” (PUBLIO, Roberto. 2012).

2.4 Testes físicos

Para testar a qualidade do papel é necessário a realização de alguns testes físicos, neste trabalho serão realizados no mínimo 10 ensaios em cada tipo de amostra.

“Dentre todos os aspectos da indústria papelreira, são as propriedades de qualidade do papel que fazem ao todo parte de um contexto geral de fabricação, sendo essas propriedades definidas de acordo com cada tipo de papel e de acordo com o cliente que se é fabricado.” (SCHREDERHOF e RAYSON, 2021)

Os principais testes para o papel ter uma boa qualidade são:

- Resistência ao arrebentamento: TAPPI T403;

- Resistência ao rasgo: TAPPI T414;
- Resistência ao ar: TAPPI T460;
- Tração: TAPPI T404.

3. Resultados Esperados

É esperado que com o uso das enzimas na polpa do papel refinado, os resultados dos testes sejam superiores aos do papel não refinado. Também fazer o levantamento da diferença do tempo que é necessário para cada tipo de polpa, tendo o consumo energético diminuído. Colher as informações das variáveis do processo dos testes.

REFERÊNCIAS

BAJPAI, Pratima. Application of enzymes in the pulp and paper industry. *Biotechnology progress*, v. 15, n. 2, p. 147-157, 1999.

FERREIRA, Jeily Gomes. Resolução cinética enzimática de dióis propargílicos e sua aplicação como blocos de construção de moléculas quirais bioativas. 2016.

HEBEISH, Ali et al. Novo desenvolvimento para bioscouração e branqueamento combinados de tecidos à base de algodão. *Carbohydrate Polymers*, v. 78, n. 4, pág. 961-972, 2009.

ITO, Mario Hiroshi. A refinação da fibra de eucalipto. In: Congresso Anual da ABTCP, 10 (Congresso Brasileiro de Celulose e Papel de Eucalipto, 1), 1977, São Paulo. CONGRESSO. São Paulo: ABTCP, 1977, 15p.

LECOURT, M. et al. Cellulase-assisted refining of chemical pulps: impact of enzymatic charge and refining intensity on energy consumption and pulp quality. 2010. Disponível em: <<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511310001595>>>.

NEVELL, T.P.; ZERONIAN, S.H. *Celulose chemistry and its applications*. New York: John Wiley & Sons, 1985.

PUBLIO, Roberto. Aplicação de celulases no refino de fibras celulósicas kraft branqueadas de eucalipto. 2012. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

SCHREDERHOF, Rayson e A IMPORTÂNCIA DOS TESTES FÍSICOS NO PAPEL. Administração: Organização, direção e controle da atividade organizacional II. 2021

Singh Rashmi, Bhardwaj Nishi K. Refinação enzimática de polpas: uma visão geral IPPTA J. Vol.22, No. 2, abril-junho., 2010.

TECHMELT. Informe técnico. Disponível em: <<http://www.techmelt.com/pdf/pt/techmelt_informe_tecnico_teorias_do_refino_jan_2011_a4_ptbr.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2022

ZANCHETTA, Ariane. Produção de celulases fúngicas por fermentação em estado sólido e submersa utilizando biomassa lignocelulósica. 2012. 88p. Dissertação – Júlio de Mesquita Filho, Unesp, São José do Rio Preto- São Paulo, 2012.

EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



APLICAÇÃO DE CELULOSE MICROFIBRILADA DE PINUS EM POLÍMEROS

Anaisa Lourenço da Silva¹

Bianca Sandrino²

Resumo: Este trabalho tem por finalidade produzir um filamento para impressão 3D feito de polímero, sendo testado primeiramente o polietileno tereftalato (PET) reciclado, com adição de celulose microfibrilada (MFC) de pinus para melhora das propriedades mecânicas e biodegradabilidade. O projeto se divide em duas partes: produção de MFC através de processo mecânico com moinho coloidal e o preparo do PET reciclado, o qual será fragmentado e misturado a MFC em baixa porcentagem. Após a homogeneização o compósito irá para a extrusão e preparação de corpos de prova para testes comparando o produto com filamento 100% PET reciclado.

Palavras-chave: Compósitos; Polímero; Celulose microfibrilada.

Abstract: This work has the purpose to produce filament for 3D printing made using of polymer, first tested on polyethylene terephthalate with the addition of pine microfibrillated cellulose (MFC) to improve the mechanical properties and biodegradability. The project is divided into two parts: production of microfibrillated cellulose by a mechanical process with a colloidal mill and preparation of recycled PET, which will be fragmentated and mixed with NC in low percentage. After homogenization, the composite goes to extrusion and preparation of specimens for tests comparing the product with 100% recycled PET filament.

Keywords: Composites; Polymer; Cellulose microfibrillated.

1. INTRODUÇÃO

Tópicos como reciclagem e sustentabilidade tem ganho cada vez mais destaque nas discussões da atualidade, assim como a preocupação com o lixo que é deixado para as próximas gerações. Quando se pensa em um contexto de polímeros para impressão 3D, verifica-se que os materiais comumente utilizados são o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e PLA (Poliácido Láctico) para impressões de baixo custo (MARTINEZ et al. 2019).

Os filamentos podem ser vendidos em rolos de 250 gramas, 500 gramas e 1 quilograma. Entretanto, durante a impressão de peças de plástico, algumas podem ter sua manufatura interrompida devido a erros durante a fabricação do produto, o que gera a necessidade de um

¹Graduanda do curso de Engenharia Química, na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. anaisalourenco.sa@gmail.com

²Professora do curso de Engenharia Química, na UNIFATEB, Telêmaco Borba. biancasandrino@yahoo.com.br

recomeço da impressão. Nestes casos a peça geralmente fica prestes a ser descartada, o que causa um problema com a geração de resíduos.

Segundo Rodrigues (2017), dentre os polímeros atualmente utilizados em maior quantidade temos o PET (polietileno tereftalato), PVC (policloreto de vinila), PEBD (polietileno de baixa densidade), PEAD (polietileno de alta densidade) e PP (polipropileno). Sendo o PET o material mais aproveitado no processo de reciclagem, correspondendo a 54% do total.

A produção de compósitos poliméricos reforçados por fibras naturais, têm sido cada vez mais usada devido ao baixo custo da matéria-prima, biodegradabilidade e pelas propriedades mecânicas adequadas conferidas ao compósito (ROSA, 2007).

Para Tonoli (2012) A celulose microfibrilada (MFC) possui excelentes propriedades como alta resistência, devido ao aumento da área de contacto, melhorando as ligações entre as microfibrilas aumentando as propriedades de resistência, flexibilidade e aspecto. Com isso, ela se torna uma boa opção para reforço em compósitos (MAIELANO, 2018).

A proposta deste trabalho é fazer a utilização de polímeros, inicialmente o PET reciclado para produção de filamentos juntamente com celulose microfibrilada de pinus.

2. DESENVOLVIMENTO

A celulose é um polímero abundante na natureza e com grande capacidade de aplicação. Para Jorfi e Foster (2015), ela e seus derivados tem causado grande interesse entre pesquisadores devido à sua sustentabilidade, biocompatibilidade e biossegurança. Está presente na parede celular das plantas juntamente com um complexo de lignina e celulose, que chamamos de biomassa lignocelulósica. Nele podemos encontrar três elementos principais: celulose, hemicelulose e lignina.

A MFC pode ser definida como agregados de microfibrilas de celulose, sendo expandida por processo mecânico e de homogeneização, com fibras de alto volume, moderadamente degradada e amplamente expandida em sua área superficial, seu diâmetro está na faixa de 20 60 nm e tem um comprimento de vários micrômetros (MAIELANO, 2018).

Para sua aplicação na indústria de celulose e papel, inicialmente a madeira é picada em pedaços menores e classificada, retiram-se cascas, nós e pedaços de tamanho indesejado. A seguir este material selecionado é cozido. Etapa onde o cavaco é misturado com licor branco e água em um digestor para que seja feita a separação da lignina e da hemicelulose. Após o

cozimento, segue-se para a etapa de branqueamento, onde ocorre a remoção da lignina residual, formando uma celulose mais pura. A transformação de celulose em celulose microfibrilada pode ser feita através do refino.

Para obtenção da celulose microfibrilada, utiliza-se fibra de pinus branqueada com grau schopper 30° a 35° e refinada com o moinho Masuko Sangyo que tem por objetivo proporcionar a microfibrilação da fibra, realizando passagens e repassagens. Para isso a consistência da polpa é ajustada para 2%. Segundo Campos (2008) proporções menores que 4% ocasionam aumento do corte nas fibras no refino, gerando uma maior quantidade de partículas finas o que facilita o bombeamento. Nesse caso, facilitando a passagem no moinho.

Para caracterização da MFC, a cada 10 passadas a fibra é avaliada em um microscópio óptico e através da visualização da morfologia utilizando o equipamento MORF (Morphological Fibre) acoplado ao computador, é um equipamento de medição biométricas das fibras (MAIELANO,2018). É possível analisar diversas características da amostra como: teor de partículas finas, comprimento, largura, índice de macro fibrilação, entre outros.. Através da experimentação, assim que a massa chegar ao resultado desejado ela passará por um processo de liofilização, para que ocorra a sublimação da água, proporcionando a secagem do material. Então a polpa será fragmentada em um moinho de facas Willey. Aqui vale salientar a diferença do moinho coloidal para o de facas. O primeiro é um moinho de disco, semelhante ao de um refinador. Ele é usado para líquidos, a fim de diminuir cada vez mais o comprimento da fibra. Já o moinho de facas é utilizado para fragmentar sólidos e amostras secas.

Como uma próxima etapa, após o preparo da MFC, o PET reciclado será higienizado para que ocorra a retirada de impurezas do material, será filetado e a seguir ocorrerá a sua fragmentação com o moinho de facas, após isso misturado e homogeneizado com a celulose. Com o composto pronto será feita sua aplicação na extrusora, a fim de ser formado um fio para impressão 3D.

O último passo é a confecção de corpo de prova para testes de resistência, tração, umidade e absorção, resistência a temperatura, dilatação e contração, assim como análise visual.

A definição da porcentagem da mistura é proposta usando uma pequena quantidade de MFC e maior quantidade do PET, pois o refino é relativamente caro e exige muita energia, o que tornaria inviável a aplicação de grandes quantidades de MFC. A proposta inicial é 5% de MFC e 95% de PET, podendo ocorrer redefinição nesses parâmetros durante a experimentação caso necessário.

3. CONCLUSÃO

Com a realização da pesquisa bibliográfica foi possível observar que a proposta inicial tem fundamentos que justifiquem sua realização e prosseguimento do trabalho, pois a celulose microfibrilada é capaz de melhorar características do composto como a resistência, assim como torná-lo biodegradável, algo que é extremamente importante quando tratamos de reciclagem e tempo de vida dos materiais. Este trabalho mostrou-se muito importante para o desenvolvimento da investigação, seleção e organização de conhecimentos científicos, assim como aumento a curiosidade e interesse pelo tema, do qual abrange uma extensa variedade de aplicações e áreas de estudo.

4. REFERÊNCIAS

RODRIGUES, Luís Felipe Birmann. **Análise do aproveitamento de polímeros recicláveis para obtenção de filamentos para impressora 3D.** 2017. Trabalho de Conclusão de curso (De Pós- Graduação Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria, Panambi-RS.

ROSA, Simone Maria Leal. **Estudo das propriedades de compósitos de polipropileno com casca de arroz.** 2007. Dissertação de mestrado(Do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica, e de Materiais – PPGEM) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS.

CAMPOS, Edison da Silva **Curso de fabricação de papel com ênfase em papéis especiais.** . 2008. Osasco – SP. Disponível em: https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2008_Papeis_Especiais.pdf . Acesso em 26 ago. 2022.

Jorfi, M., Foster, E.J., **Recent advances in nanocellulose for biomedical applications,** j. appl. polym. sci. 132 ,41719. 2015.

MAIELANO, Benjamim José Pedro. **Produção e caracterização de estruturas de celulose microfibrilada (CMF) e nanofibrilada (CNF) para o transporte e liberação controlada de anti-inflamatórios.** 2018. Dissertação (Mestrado em Química Medicinal) - UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR, [S. l.], 2018.

MARTINEZ, A. C. P.; SOUZA, D. L.; SANTOS, D. M.; PEDROTI, L. G.; CARLO, J. C.; MARTINS, M. A. D. **Avaliação do comportamento mecânico dos polímeros ABS e PLA em impressão 3D visando simulação de desempenho estrutural.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.14, n.1, p.125-141, set.2019.



MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL: Indução de poliploidia em espécies de gênero *Eucalyptus*

João Henrique Godois Gurski¹
Rodrigo Lima²
Caio César Salgado³

Resumo: O presente trabalho está sendo desenvolvido para apresentação de pesquisa bibliográfica e experimentos sobre Poliploidia de espécies de eucalipto, através da aplicação de agentes antimitóticos, avaliação de eficiência através do tempo e com diferentes concentrações. O trabalho irá avaliar um procedimento experimental para poliploidização do eucalipto, no estudo será avaliado diversas concentrações de três tipos de antimitóticos, com diferentes tempos de exposição, ao final do estudo será observado qual antimitótico apresentou a melhor taxa de poliploidização no melhor espaço de tempo. A avaliação será realizada através de análise de citometria de fluxo, que se baseia no comprimento de onda refletida pelas células, tendo por base o tamanho das células transformadas, com base em estudos já realizados na área que busca a melhoria e aprimoramento das espécies.

Palavras-chave: Melhoramento; Poliploidia; Antimitóticos.

Abstract: The present work is being developed to present bibliographic research and experiments on Polyploidy of eucalyptus species, through the application of antimitotic agents, evaluation of efficiency over time and with different concentrations. The work will evaluate an experimental procedure for eucalyptus polyploidization, in the study will be evaluated different concentrations of three types of antimitotics, with different exposure times, at the end of the study it will be observed which antimitotic presented the best polyploidization rate in the best space of time. The evaluation will be carried out through flow cytometry analysis, which is based on the wavelength reflected by the cells, based on the size of the transformed cells, based on studies already carried out in the area that seek the improvement and improvement of the species.

Keywords: Improvement; Polyploidy; Antimitotics.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de celulose e papel está em pleno crescimento e desenvolvimento, em conjunto com o crescimento também surge o apelo ambiental para a preservação do meio ambiente, nesse contexto, surge a necessidade do desenvolvimento do setor florestal consciente, que apresenta um crescimento em conjunto com a indústria. Em 2020, o valor da produção estimada do setor foi de R \$116,6 bilhões de reais, um crescimento de 17,6% em relação a 2019. A indústria florestal madeireira contribui diretamente com US \$661 bilhões para o PIB global.

¹Graduando do curso de Engenharia Química e Bolsista PIC na UNIFATEB. joagursk@gmail.com

²Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

³Pesquisador Especialista de Biotecnologia na Klabin, Telêmaco Borba. caio.salgado@klabin.com.br

Na América Latina, os valores são de US \$46 bilhões e US \$101 bilhões, respectivamente, segundo a Organização Das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (ADEODATO, 2022).

Levando em consideração os fatores de crescimento do setor de produção florestal e o crescimento da indústria de celulose e papel, a pesquisa das técnicas de melhoramento tem suma importância no desenvolvimento de plantas superiores com alta qualidade e rendimento, pois a indústria está crescendo e necessita cada vez mais de uma matéria prima com alta produtividade e qualidade em curto espaço de tempo.

Assim, depreende-se a importância da realização de estudos sobre o tema, pois os resultados do mesmo podem servir como subsídio para a tomada de decisão no processo de melhoramento e produção de matéria-prima de alta qualidade para o abastecimento industrial. O principal objetivo do melhoramento das florestas está ligado na sua produção, produzir mais em menos áreas plantadas, levando a ganhos ambientais na preservação de florestas nativas, biodiversidade e gerando menos impacto no ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento florestal nasceu com a crescente demanda de matéria prima, essa necessidade foi gerada com a crescente expansão do setor de celulose e papel, que está em forte desenvolvimento e criação de produtos. A biotecnologia traz várias técnicas que possibilitam acelerar o melhoramento florestal, a duplicação cromossômica é uma dessas técnicas.

2.1 MICROPROPAGAÇÃO IN VITRO.

O cultivo in vitro consiste no crescimento de células em condições controladas, em meio de cultura preparado quimicamente com os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos explantes, e em condições assépticas livre de fungos, bactérias e doenças. Esta técnica se baseia principalmente no aproveitamento da totipotência das células vegetais (CARVALHO, 2006). Teoricamente, todas as células vegetais têm a característica de totipotência. No entanto, a manifestação da totipotencialidade está diretamente relacionada à quantidade de tecido meristemático contido no explante. Com o cultivo in vitro é possível a obtenção de vários indivíduos de mesma linhagem, sem intempéries climáticas.

A micropropagação segue algumas etapas como coleta de explantes, assepsia, introdução em meio de cultura. A desinfestação do tecido vegetal inicia-se logo após a coleta e, geralmente, é realizada com álcool a 70%, hipoclorito de sódio que é o agente desinfestante propriamente dito, e lavagens em água destilada e autoclavada para eliminar resíduos do hipoclorito, os quais podem inibir o desenvolvimento do explante. Os meios de cultura artificiais também devem ser esterilizados, o que geralmente é feito por autoclavagem em elevada temperatura e pressão (CANCADO, 2013).

Multiplicação em meio de cultura em geral é realizada com a transferência de materiais introduzidos para meios de cultura com hormônio, na multiplicação o que é utilizado são citocininas. As citocininas pertencem a um grupo de substância que promovem a divisão celular, e sua origem está relacionada com a adenina, as citocininas na cultura de tecidos, em geral, são usadas para promover a indução de brotos adventícios a partir de calos ou para induzir multibrotação a partir de gemas axilares e apicais, no entanto, podem inibir a indução de raízes em plântulas (BARRUETO, 2015).

Após a etapa de introdução é realizada a multiplicação do material genético *in vitro*, visando a obtenção de um número satisfatório de plantas, para o início dos testes de tratamentos com agentes antimitóticos.

2.2 ANTIMITÓTICOS

Os agentes antimitóticos atuam nas células que estão em divisão, no ciclo celular eles agem na mitose. É um processo de divisão celular que resulta na formação de duas células-filhas com as mesmas características genéticas e o mesmo número de cromossomos (SANTOS, s. d.). As fases da mitose, a prófase os cromossomos já se apresentam duplicados, a prometáfase nesta fase os cromossomos tornam-se mais condensados, metáfase a posicionamento no plano equatorial da célula, anáfase as cromátides-irmãs separam-se e os cromossomos-filhos liberados deslocam-se para extremidades opostas da célula, a o alongamento da célula, as duas extremidades da célula passam a apresentar conjuntos duplicados e equivalentes de cromossomos, telófase ocorre a formação de núcleos celular e seus envoltórios, ao final a mitose está completa (SANTOS, s. d.).

Os agentes antimitóticos atuam na anáfase e telófase impedindo a sua efetivação, eles agem eficientemente sobre as células que estão em divisão. Assim, a poliploidização não atinge

todas as células do material tratado, havendo a presença mixoploides. A identificação de diploide, tetraploide e mixoploidia do material é realizada através de citometria de fluxo.

2.3 CITOMETRIA DE FLUXO.

A citometria de fluxo é uma técnica que envolve análises de dispersão da luz, fluorescência, radiação, laser, fluxo hidrodinâmico e substâncias fluorescentes (fluorocromos) na determinação de algumas características estruturais e funcionais de partículas biológicas (células, núcleos, cromossomos e organelas) (SILVA, 2012). A análise por citometria de fluxo do conteúdo em ADN nuclear baseia-se na intensidade de fluorescência relativa de núcleos corados com um fluorocromo específico para o ADN. A amostra a analisar por citometria de fluxo tem de se encontrar na forma de uma suspensão de partículas individuais (LOUREIRO, 2012).

Os fluorocromos são excitados por uma radiação laser e emitem um comprimento de onda (cor) que é detectado por um sensor, chamado de fotomultiplicadores (PMTs) capazes de converter a luz captada em sinais eletrônicos, que são enviados ao computador, possibilitando, através de software específico, uma análise multiparamétrica para obtenção dos resultados, (FERRAZ, 2022).

Com a utilização da citometria de fluxo, pode-se identificar e separar as partes dos indivíduos que sofreram a duplicação e multiplicá-las para a obtenção de um indivíduo totalmente duplicado.

CONCLUSÃO

O trabalho será desenvolvido para teste de protocolos de poliploidia em espécies de eucalipto, se encontra na fase de revisão bibliográfica com ênfase em conteúdos publicados referente ao setor madeiro e de produção de celulose e papel. A aplicação biotecnológica no melhoramento, traz a oportunidade de inovação e criação de processos de diversos, que podem incrementar e muito a produtividade.

REFERÊNCIAS

ADEODATO, Sérgio. Florestas tropicais são estratégicas na economia brasileira. Valor econômico, 2022. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/esg/noticia/2022/06/29/florestas-tropicais-sao-estrategicas-na-economia-brasileira.ghtml>>. Acesso em: 27 de agosto de 2022.

BARRUETO, L. Pedro. Cultivo in vitro de plantas. EMBRAPA. 4º edição. Brasília, DF, 2015.

CAMPOS, Ana Cristina. Florestas plantadas no Brasil somam 9,3 milhões de hectares em 2020. Agência Brasil, 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/florestas-plantadas-no-brasil-somam-93-milhoes-de-hectares-em-2020#:~:text=As%20%C3%A1reas%20com%20cobertura%20de,84%2C6%25%20do%20total>>. Acesso em: 27 de agosto de 2022.

CANCADO, G. M. A. et al. Cultivo in vitro da oliveira e suas aplicações. Researchgate, 2013. Disponível em<https://www.researchgate.net/publication/234047087_Cultivo_in_vitro_da_oliveira_e_suas_aplicacoes>. acessado em 02 de setembro de 2022.

CARVALHO, Julia M. F. C. et al. Fatores inerentes à micropropagação. Embrapa, 2006. Disponível em<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/276578/1/DOC148.pdf>>. acessado em 02 de setembro de 2022.

FERRAZ, Raquel. Citometria de Fluxo Cell Sorting fundamentos e aplicações. FIOCRUZ, s. d. Disponível em<https://www.ioc.fiocruz.br/picf/PROD_LITERAT/Apostilas/ApostilaCMFprincipios_sorting.pdf>. acessado em 02 de setembro de 2022.

LOUREIRO, J.; SANTOS, C. Aplicação da Citometria de Fluxo ao estudo do Genoma Vegetal. UNESP, s. d. Disponível em<https://www2.ibb.unesp.br/departamentos/Morfologia/material_didatico/Prof_Cesar_Martins/Mat_Biblio_BGA_genomas/Plantas/2.pdf>. acessado em 02 de setembro de 2022.

SANTOS, Vanessa Sardinha. MITOSE. Biologia net, s.d. Disponível em<<https://www.biologianet.com/biologia-celular/mitose.htm#:~:text=A%20mitose%20%C3%A9%20um%20tipo,cromossomos%20e%20as%20mesmas%20caracter%20ADsticas.&text=A%20mitose%20%C3%A9%20um%20processo,o%20mesmo%20n%C3%BAmero%20de%20cromossomos..>>. acessado em 02 de setembro de 2022.

SANTOS, Helivania Sardinha. CICLO CELULAR. Biologia net, s.d. Disponível em<

SILVA, S. O. et al. ESTIMATIVA DO CONTEÚDO DE DNA DE Musa acuminata COLLA COM DIFERENTES PLOIDIAS POR CITOMETRIA DE FLUXO. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012. Disponível em<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/943666/1/ESTIMATIVADOCONEUDODDNA4YQM.pdf>>. acessado em 02 de setembro de 2022.