



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. IV – Engenharia Mecânica e Outras Áreas

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 Mecânica

I. Artigo

01. ANÁLISE BIOMECÂNICA DE ESPAÇADORES INTERVERTEBRAIS POR ELEMENTOS FINITOS
Renan Andreassa Novaki; Mateus Tavares de Queiroz; Rodrigo Lima 012
02. DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE PLACA SOLAR COM DISCO DE VÍDEO DIGITAL (DVD)
Adriene Lacerda Benedito; Brenda Leticia Ferreira Prestes; Guilherme Gonçalves Mainardes Junior; Isabelly Aparecida Rodrigues Diniz; Rayany Gabriely Betim Santos; Rodrigo Lima; Harrison Andretta de Moraes 032
03. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE MINIGERADOR HIDRELÉTRICO
Ana Francine Bonasso; Felipe Oliveira da Silva Biscaia; Leandro Souza; Matheus Alexandre Lemes; Pedro Henrique Vitorino Lemes Domingues; Rafael Mainardes Cavalheiro; Rodrigo Lima; Harrison Andretta de Moraes 046
04. DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA SOLAR PARA PESSOAS DE BAIXA RENDA
Luís Felipe dos Santos Gerarduci; Matheus Camargo Mendes; Maria Julia Constanski; Vitor Manoel Lamadmann Lima; Harrison Andretta de Moraes; Rodrigo Lima 056
05. IMPRESSÃO 3D: CONSTRUÇÃO DE PRÓTESE DE MÃO
Leonardo Dias de Oliveira; Rodrigo Lima 067
06. PROJETO DE UMA RODA D'ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA
Ana Vitória Saraiva Pimenta; Karen Victoria Assis de Mello; Leandro Roberto Précoma Nascimento; Luara Liz de Matos; Murillo Alex da Silva; Nicollas Margraff; Winicius Farias de França; Ykaro Farina Meneghel; Harrison Andretta de Moraes; Rodrigo Lima 084
07. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE AEROGERADOR
Jackson Campos Junior; Leandro Correa Leite; Rodrigo Faistauer; Rodrigo Lima; Harrison Andretta de Moraes 094
08. PROTÓTIPO DE PISO MODULAR GERADOR DE ENERGIA – YBY: ALGUNS PASSOS PARA O FUTURO
Anthony Mendes de Arruda; Edson Correia Timotio; Harrison Andretta de Moraes; Patrícia Borges da Silva; Rodrigo Lima 108

II. Resumo Expandido

01. BIODIGESTOR ANAERÓBICO CONTÍNUO: DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO
Cauany Silva Campos; Mateus Tavares de Queiroz; Mayara Batista Vidal; Rodrigo Faistauer; Renan Andreassa Novaki; Rodrigo Lima 118

02. DESENVOLVIMENTO DE UMA RODA D'ÁGUA DE MALKUS-LORENZ PARA O ESTUDO DE OSCILAÇÕES NÃO-LINEARES Jaiane Subtil da Silva; Rafael Acosta Bueno; Kevin Mauricio Menon Ribeiro; Vagner dos Santos	123
03. IDEALIZAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE BATALHA Danilo da Trindade Santos; Gabriel de Carvalho; Jaine Glaucia Rodrigues Bastos; Joel Aparecido Bastos; Luís Henrique Santos da Cruz; Mateus Gabriel Espilino; Pedro Henrique de Oliveira; Sadraque Jorge de Melo; Samuel Pessoa; Rodrigo Lima; Harrisson Andretta de Moraes	128
04. MODELO EM ESCALA PARA IMPRESSÃO 3D NA ENGENHARIA CIVIL: PROJETO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO Renan Martins Souza; Marcel Andrey de Goes; Kevin Mauricio Menon Ribeiro	133
05. PROJETO DE UMA MÁQUINA DE BAIXO CUSTO PARA PRODUÇÃO DE ABSORVENTES FEMININOS: PARTE I Leonardo Dias de Oliveira; Kevin Maurício Menon Ribeiro; Rodrigo Lima; Alexandre Maier Eurich	138
06. PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE Anderson Siqueira da Rosa; Emanuely Bracisievicz Ramos; Évelyn Vitória Jorge Carneiro; Harrisson Andretta de Moraes; Julyana Barradas de Oliveira; Kauany Rodrigues de Andrade; Lorrutama Gabriely Antunes Teixeira; Michel Alves de Oliveira; Rafael Nava de Oliveira; Rodrigo Lima	144
07. PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE: MODELO HÍBRIDO Geison Adriano de Almeida; Guilherme Gabriel Galves; Hellen Caroline Rossi Schiticoski; Isaias Victor Santos Pereira da Luz; João Matheus dos Santos Zilnyk; Luiz Gustavo Nienow; Marcela Bueno de Oliveira; Stefany Vitória Borges; Taniely Bicudo Martins; Rodrigo Lima; Harrisson Andretta de Moraes	149
08. PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE ROBÔ DE BATALHA DO TIPO DRUMS Alexandre de Almeida Correia; Cássio de Cristo Soares Alves; Fábio de Almeida Santos; Igor Valdevino Francisco; Larissa Caroline Marcondes de Carvalho; Matheus Delfino Mainardes; Paulo Ricardo Moreira; Raphael Vaz de Lima; Thiago Alexandre Wroblewski; Rodrigo Lima; Harrisson Andretta de Moraes	154
09. PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE ROBÔ DE BATALHA DO TIPO DRUMS: EQUIPE ZEUS Allan Victor Costa Viana; Alex Lacerda Murari Junior; Elaine Borges de Lima; Luana Viana Ferreira Jorge; Leticia Cristina Carneiro Adriano; Maria Eduarda Mogrão; Mateus de Jesus Diniz de Sena; Paulo Roberto Pereira Filho; Harrisson Andretta de Moraes; Rodrigo Lima	159
10. PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE DO TIPO SPINNER João Carlos da Silva Junior; Kellinton Katione Vidal da Silva; Luan Pereira Ferreira; Lucas Rhyhan Lopes Subtil; Maurício Aparecido Camargo; Rafael Bueno Valdevino; Rayssa da Silva; Sabrina da Costa; Rodrigo Lima; Harrisson Andretta de Moraes	164
11. PROTOTIPAGEM INOVAENG: MONTAGEM DE ROBÔ DE COMBATE DRUMS Gabriela Alves de Oliveira; ; João Batista Tomazini Sturiare; Karoline Reis ; José Marcos Brito; Maysa Pereira; Raylan Rodrigues Rocha; Sthemilin Silva; Harrisson Andretta de Moraes; Rodrigo Lima	169

12. PROTOTIPAGEM NA ENGENHARIA: PROJETO DE CONSTRUÇÃO DO ROBÔ AUTOBOLTS Kendrick Sautchuk de Barros; Tácito de Menezes Ferreira; Pedro Augusto Sivers Barbosa; Everson Pinheiro de Souza; Claudio Henrique Rodrigues Gonçalves; Tailor da Silva Rosa; Harrisson Andretta de Moraes; Rodrigo Lima	174
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Outras Áreas

I. Artigo

01. ANÁLISE SOBRE A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO EM MATEIROS, REGIÃO DO JALAPÃO/TOCANTINS Alana Cristina Moreira de Santana; José Marcelo Martins Medeiros	180
02. BIONERGY: TRANSFORMANDO RESÍDUOS EM INDEPENDÊNCIA ENERGÉTICA Cauany Silva Campos; Eziel Fabricio de Almeida; Harrisson Andretta de Moraes; Lilia da Silva Mello; Rodrigo Lima; Ruliam de Jesus Carneiro	194
03. MODELO INTEGRA-E-DISPARA EXPONENCIAL COM ADAPTAÇÃO EM REDE NEURONAL HETEROGÊNEA ALEATÓRIA Diogo Leonai Marques de Souza; Gabriel Luiz Batista; Fátima Elis Cruziniani; Evandro Giovane Seifert; Enrique Chipicoski Gabrick; José Trobia; Kelly Cristiane Iarosz; Antonio Marcos Batista	208
04. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM TOTEM PARA CARREGAMENTO DE APARELHOS ELETRÔNICOS Gisele Alves da Silva; Guilherme Souza Oliveira; Henrique Rodrigues da Silva; Vinicius Depetritz; Harrisson Andretta de Moraes; Rodrigo Lima	227
05. PROPOSTA DO USO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA INTERPRETAÇÃO DE GRANDEZAS Gabriel Luiz Batista; Leandro Machado Brizola; Fátima Ellis Cruziniani; Evandro Giovane Seifert; Enrique Gabrick; José Trobia; Antonio Marcos Batista; Kelly Cristiane Iarosz	240

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 Mecânica



ANÁLISE BIOMECÂNICA DE ESPAÇADORES INTERVERTEBRAIS POR ELEMENTOS FINITOS

Renan Andreassa Novaki¹
Mateus Tavares de Queiroz²
Rodrigo Lima³

Resumo: O presente projeto constitui em analisar a biomecânica por elementos finitos de espaçadores intervertebrais na coluna lombar via simulação numérica, baseando-se no detalhamento de tensões ocorridos entre a vértebra e o espaçador intervertebral. Primeiramente, desenvolve-se um levantamento literário sobre o tema, bem como a modelagem em CAD de uma vértebra lombar e os espaçadores intervertebrais, este método consiste na simulação dos modelos de espaçadores intervertebrais PLIF, ALIF, TLIF e LLIF, com o objetivo de avaliar as tensões de Von Mises e os deslocamentos ocorridos na interface osso-implante. De acordo com este estudo, os resultados apresentam uma análise detalhada dos espaçadores intervertebrais, analisando os modelos que podem ser propensos a ocorrer falhas por altas solicitações mecânicas, propondo a validação dos próprios com a literatura com o intuito da contribuição *in vivo* sobre o tema abordado.

Palavras-chave: Espaçadores intervertebrais; Simulação numérica; Coluna Lombar.

Abstract: The present project consists in analyzing the finite element biomechanics of intervertebral spacers in the lumbar spine via numerical simulation, based on the detailing of tensions occurring between the vertebra and the intervertebral spacer. Firstly, a literary survey on the subject is developed, as well as the CAD modeling of a lumbar vertebra and the intervertebral spacers, this method consists in the simulation of the models of intervertebral spacers PLIF, ALIF, TLIF and LLIF, with the objective of evaluating Von Mises stresses and displacements at the bone-implant interface. According to this study, the results present a detailed analysis of the intervertebral spacers, analyzing the models that may be prone to failures due to high mechanical stress, proposing the validation of their own with the literature in order to contribute *in vivo* on the topic addressed.

Keywords: Intervertebral spacers; Numerical simulation; Lumbar spine.

1. INTRODUÇÃO

A coluna vertebral possui uma estrutura muito complexa anatomicamente, sendo constituída por diferentes elementos, como os músculos, ligamentos, estruturas ósseas, discos intervertebrais e medula espinhal em conjunto com as estruturas nervosas. Em função de sua complexidade biomecânica, a coluna é muito propícia a lesões ou patologias degenerativas, em que a zona lombar apresenta maiores ocorrências deste tipo de problema, devido posturas

¹Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. renan_andreassa@hotmail.com

²Professor do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. mateuslattes@gmail.com

³Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

inadequadas, cargas inesperadas e/ou patologias discais. As disfunções associadas à esta zona do corpo, normalmente apresentam efeitos como, dores e/ou redução na mobilidade da pessoa, levando-as à uma abordagem cirúrgica em casos de necessidade (ABREU, 2018).

A dor lombar é uma das queixas musculoesqueléticas mais comuns, atingindo todas as faixas etárias, desde jovens até idosos, sendo considerada a causa número um de incapacidade e afastamento do trabalho no mundo (HARTVIGSEN *et al.*, 2018).

Segundo a SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA (2020), “a dorsalgia foi a doença que mais afastou os brasileiros dos postos de trabalho, tendo 83,8 mil casos em 2017”. A enfermidade tem liderado a lista de doenças mais frequentes de auxílios-doença concedidos pelo INSS (Instituto Nacional de Seguridade Social) nestes últimos dez anos.

De acordo com a intensidade e manifestação das dores, o tratamento requer acompanhamento médico e fisioterapêutico, assim como, repouso e uso de medicamentos anti-inflamatórios e analgésicos, e em casos extremos a intervenção cirúrgica (SANTOS *et al.*, 2013).

Neste contexto, um dos procedimentos cirúrgicos mais comuns é a fusão intervertebral, em que consiste na remoção do disco degenerado e a inserção de um espaçador intervertebral, com o objetivo de impossibilitar os movimentos entre as vértebras, que ao longo do tempo se curvam em um único osso sólido. Assim, os métodos Fusão Intersomática Lombar Anterior (ALIF), Fusão Intersomática Lombar Lateral (LLIF), Fusão Intersomática Lombar Posterior (PLIF) e Fusão Intersomática Lombar Transforaminal (TLIF), são caracterizadas como tratamentos eficazes para estabilizar o segmento de movimento (MOBBS *et al.*, 2015).

Portanto, o intuito deste estudo é analisar as tensões de Von Mises e deslocamentos ocorridas na interface osso-implante sob a aplicabilidade dos modelos ALIF, LLIF, PLIF e TLIF, afim de prevenir falhas e possíveis lesões pós-cirúrgicas, causadas por altas cargas mecânicas na região, podendo ocasionar a aposentadoria precoce por falhas no procedimento.

2. DESENVOLVIMENTO

Esta etapa do projeto dedica-se no desenvolvimento do conceito, levando em conta o estudo bibliográfico pertinente a anatomia humana, biomecânica da região lombar, as técnicas cirúrgicas e os modelos de espaçadores intervertebrais propostos.

O método proposto é uma variação do modelo “Análise biomecânica por elementos finitos de espaçadores intervertebrais na coluna lombar” QUEIROZ (2019), no âmbito de dar

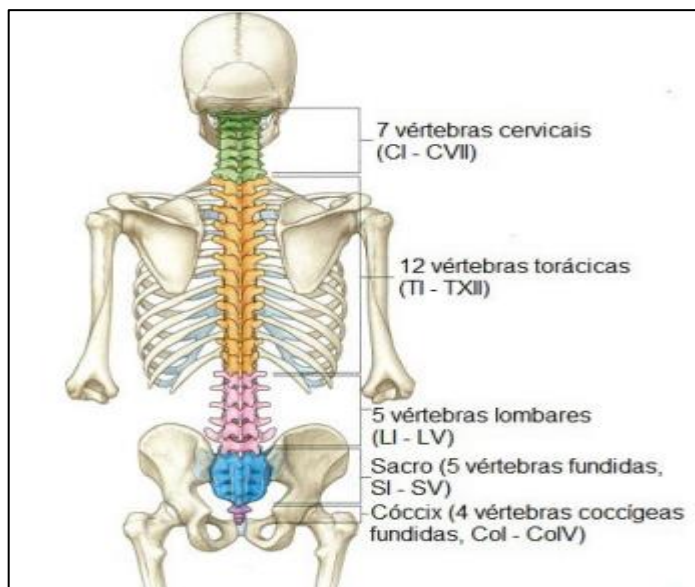
seguimento às análises biomecânicas por elementos finitos via simulação numérica nos demais espaçadores intervertebrais ALIF, LLIF, PLIF e TLIF.

Realizou-se o desenvolvimento do modelo tridimensional dos modelos de osso-implante, sendo utilizados como base para simulação numérica das tensões e deslocamentos utilizando o método de MEF (método dos elementos finitos), por final comparar os resultados obtidos com os existentes na literatura, com o intuito de validar o modelo proposto.

Embora seja puramente uma entidade esquelética, a “coluna vertebral” refere-se ao seu conteúdo e seus anexos, que são os músculos, nervos e vasos com ela relacionados. É constituída por 24 vértebras móveis pré-sacrais, sendo sete cervicais, doze vértebras torácicas e cinco lombares. Os cinco segmentos abaixo das vértebras lombares são fundidas para formar o sacro, e as quatro vértebras inferiores da mesma forma fundem-se para formação do cóccix (PUDLES e DEFINO, 2014).

A Figura 1 representa as regiões ao longo da coluna vertebral de um ser humano.

Figura 1 – Representação das regiões da coluna vertebral

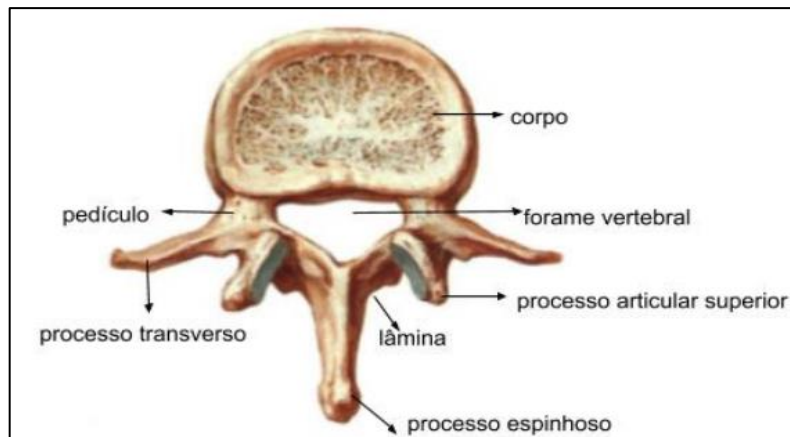


Fonte: Adaptado de (ANDRADE FILHO e PEREIRA, 2015)

As vértebras são elementos ósseos da coluna vertebral, e sua estrutura típica é constituída em três partes; corpo vertebral, arco vertebral e as sete apófises, sendo elas superiores, inferiores e transversais com duas articulações, e a apófise espinhosa com apenas uma articulação (KEITH e ARTHUR, 2006).

Na Figura 2, é representado as principais partes que constituem a estrutura da vértebra lombar.

Figura 2 – Representação da estrutura de uma vértebra lombar

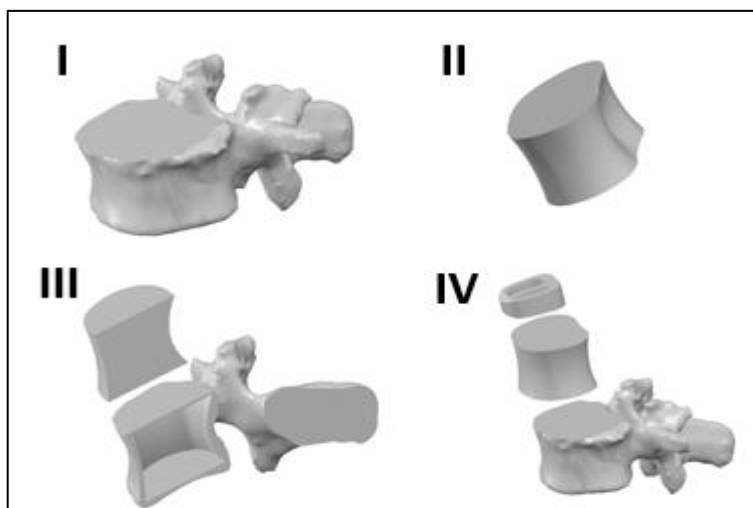


Fonte: Adaptado de (NETTER, 2011)

A vértebra é composta por dois tipos de tecidos ósseos, o cortical e o trabecular. A estrutura composta por mais tecido é definida como trabecular, envolvida por uma fina camada de tecido caracterizada como tecido cortical, e na região do arco vertebral o osso cortical possui uma camada de tecido mais compacta e mais espessa (HENRY, 2000).

A Figura 3, apresenta em (I) uma representação de uma vértebra lombar L5, e em (II) o tecido ósseo trabecular, e em (III) uma vista em corte do tecido ósseo cortical e trabecular, já em (IV) uma vista explodida do espaçador e os tecidos ósseos.

Figura 3 – Modelo representativo dos tecidos de uma vértebra L5



Fonte: O Autor (2022)

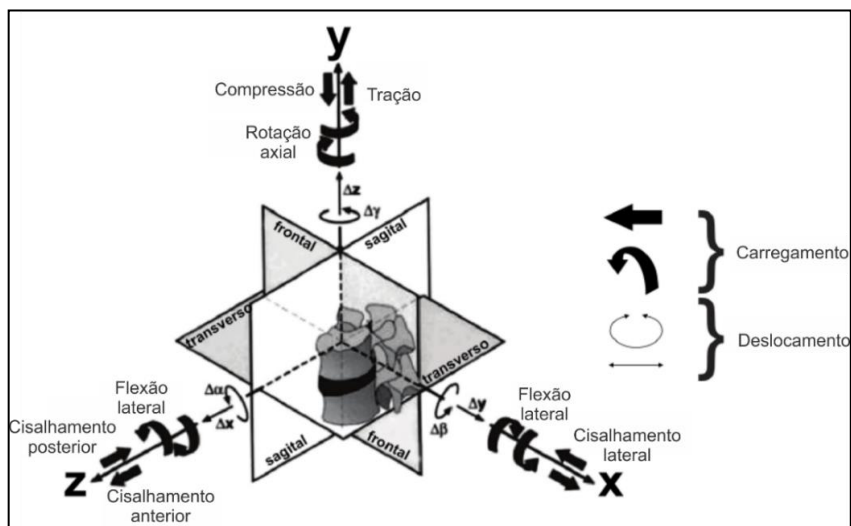
Segundo YETRAM e JACKMAN, (1980), a coluna vertebral é simultaneamente a estrutura do corpo humano e instrumento para transferência de força e movimento. Ela está

sujeita a vários carregamentos, como o próprio peso do tronco, dos membros superiores e também carregamentos externos de pesos dos músculos posteriores, estando diretamente relacionada a biomecânica da coluna vertebral (WHITE e PANJABI, 1990).

A dinâmica da coluna vertebral apresenta amplitudes de movimento normais muito variáveis, definidos em três planos: flexão e extensão, inclinação lateral e rotação axial (FERREIRA, 2009).

A coluna lombar possui um aumento no movimento de flexão e extensão, sendo a região lombo-sacral onde se encontra os maiores movimentos relacionados às demais articulações lombares. A Figura 4 ilustra os movimentos da coluna vertebral em um plano cartesiano (WHITE e PANJABI, 1990).

Figura 4- Movimentos da coluna vertebral sob plano cartesiano



Fonte: Adaptado de (QUEIROZ, 2019)

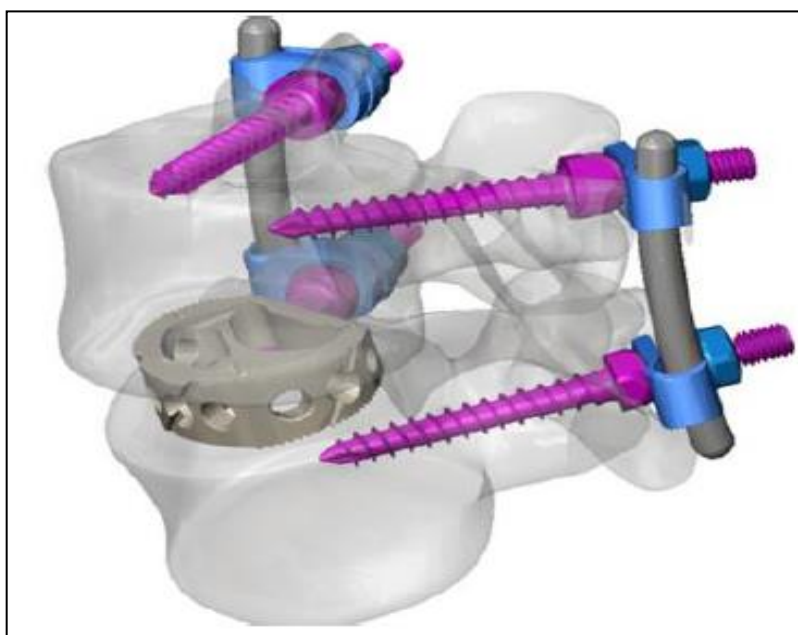
Para Pudles e Defino (2014), a maioria das doenças relacionadas aos discos intervertebrais estão associadas a mecânica entre as vértebras L4-L5 e L5-S1, tal motivo é haver grandes solicitações mecânicas na região.

Assim, compreender as cargas que atuam na coluna lombar ajuda a entender as dores lombares e também a obter ensaios pré-clínicos e os implantes apropriados, avaliando sua performance mecânica (CRIPTON *et al.*, 2006).

Casos de lesões e doenças degenerativas do disco e das articulações facetarias da coluna lombar são bastante comuns, e pode resultar em dores, redução da mobilidade e baixa qualidade de vida. Devido a esse fator, a fusão intervertebral é uma opção cirúrgica de tratamento eficaz para estabilizar o segmento do movimento (MOBBS *et al.*, 2015).

A artrodese é uma técnica cirúrgica que consiste em fundir duas ou mais vértebras da coluna vertebral após a remoção do disco intervertebral, impedindo o movimento entre as vértebras, com o intuito de diminuir as dores anteriormente existente, ilustrado na Figura 5. Esse método consiste em utilizar espaçadores com ou sem parafusos biocompatíveis (RODRIGUES, 2012).

Figura 5- Artrodese cirúrgica em uma coluna vertebral



Fonte: Adaptado de (BOISSIERE *et al.*, 2013)

Os tratamentos para estabilizar o segmento de movimento são caracterizados como Fusão Intersomática Lombar Anterior (ALIF), Fusão Intersomática Lombar Lateral (LLIF), Fusão Intersomática Lombar Posterior (PLIF) e Fusão Intersomática Lombar Transforaminal (TLIF), sendo métodos de interferência cirúrgica minimamente invasivos (RUSSO *et al.*, 2021).

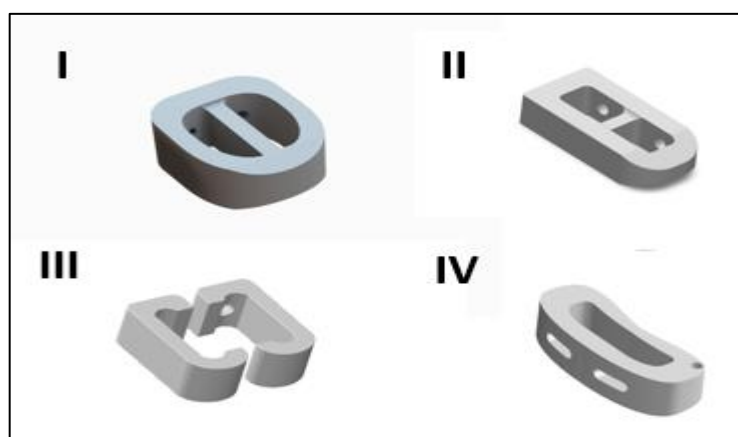
Como o projeto requer a modelação dos dispositivos para fusão intervertebral, faz necessário o aprofundamento dos conhecimentos em medicina e biomecânica da coluna vertebral, com o intuito de proporcionar uma análise detalhada das cargas mecânicas dispostas sobre a estrutura lombar e suas características.

Já a modelagem por meio de uma perspectiva 3D visa abranger a arquitetura da vértebra, podendo assim analisar os impactos resultantes das intervenções cirúrgicas pelos seus métodos, os quais aplicam-se de diferentes formas, validando por meio da simulação numérica a aplicabilidade cirúrgica com os melhores resultados quanto as cargas recebidas por meio das solicitações mecânicas.

2.1 TIPOS DE ESPAÇADORES

Atualmente vários modelos e formas de espaçadores intervertebrais são utilizados para a realização da cirurgia intersomática, diferenciando-os em questões de materiais e características conforme o tipo da técnica cirúrgica utilizada, sendo os mais comuns utilizados indicado na Figura 6, que representa as formas dos espaçadores intersomáticos, conforme apresentado respectivamente (I) ALIF, (II) LLIF, (III) PLIF e (IV) TLIF.

Figura 6 – Tipos de espaçadores



Fonte: O Autor (2022)

Para realização das simulações numéricas pelo método dos elementos finitos, foi necessário obter conhecimento sobre as propriedades mecânicas dos materiais utilizados para fabricação dos espaçadores, assim utilizando-as para avaliar o comportamento mecânico dos espaçadores expostos as cargas definidas. Portanto a Tabela 1 apresenta as propriedades mecânicas dos materiais utilizados nos espaçadores, bem como do tecido ósseo trabecular e cortical.

Tabela 1 – Características mecânicas dos materiais

Material	Módulo elástico (N/mm ²)	Coefficiente de Poisson	Módulo de Cisalhamento (N/mm ²)	Massa Específica (kg/m ³)	Limite de Escoamento (N/mm ²)
Osso Cortical	17000	0,4	3,3	1800	80
Osso Trabecular	400	0,3	48	1380	87,52
PEEK	3900	0,4	-	1310	-

Fonte: Adaptado de (QUEIROZ, 2019)

2.2 ANÁLISE DE DADOS

As simulações consistem em um modelo de análise elástico linear pelo software SolidWorks 2018 versão estudantil, sendo a vértebra obtido pelo departamento de antropologia da Universidade da Carolina do Norte em Greensboro, modelada com a permissão do Dr. Robert Anemone, sendo o criador o acadêmico Keri Newsome, pelo software Agisoft PhotoScan Professional e Geomagic Wrap 2014.

2.2.1 Método de Elementos Finitos

O Método de Elementos Finitos define-se como um método matemático, o qual um meio contínuo é discretizado em elementos, mantendo as propriedades de origem, afim de os obter resultados desejados (LOTTI, 2006).

A ideia principal consiste em dividir o domínio contínuo do problema em sub-regiões de geometria simples, sendo elas triangulares, quadrilaterais, entre outros, afim de subdividi-lo em uma serie de problemas mais simples.

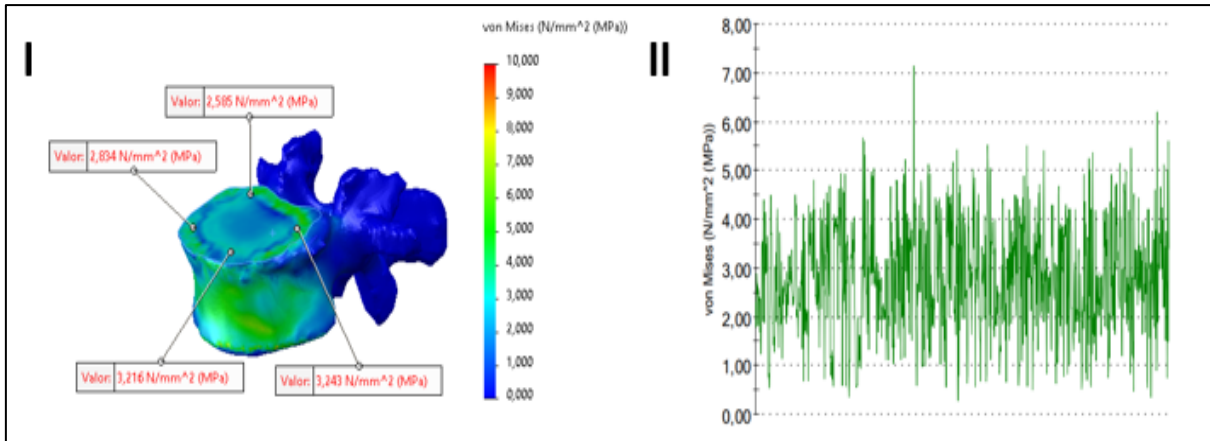
De acordo com Souza (2003), a “quantidade de nós e elementos definem a precisão do método, bem como o tamanho e tipo dos elementos presentes na malha”.

2.2.2 Modelo proposto de vértebra

Para analisar o comportamento da vértebra proposta, foi realizado uma simulação com a malha de tetraedros, com restrições de fixação no osso cortical inferior e a aplicação de uma força compressiva de 800 N (SATO *et al.*, 1999) na superfície superior do osso cortical sem a presença de espaçadores intervertebrais, podendo-se assim entender o comportamento das cargas aplicadas.

Na Figura 7 apresenta em (I) uma análise de tensões aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) as tensões ocorridas nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 7 – Tensão de Von Mises da vértebra

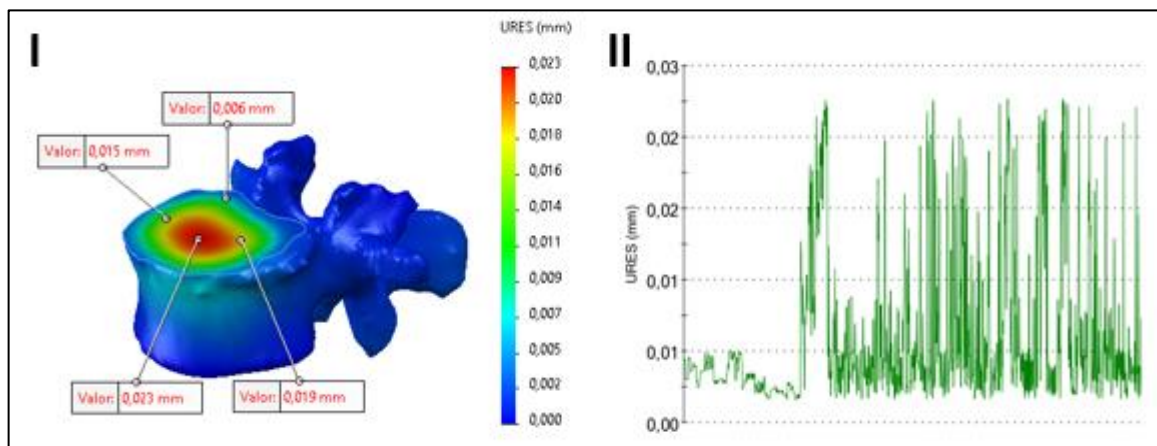


Fonte: O Autor (2022)

Ao analisar o comportamento da vértebra em relação a tensão, obteve uma média entre a interação de 1247 nós da malha apresentando uma tensão média 2,821MPa e o ponto máximo de tensão de 7,144MPa, sendo localizado nas regiões da extremidade superior do corpo cortical as maiores cargas.

Na Figura 8 apresenta em (I) uma análise dos deslocamentos aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) os deslocamentos ocorridos nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 8 – Deslocamento da vértebra



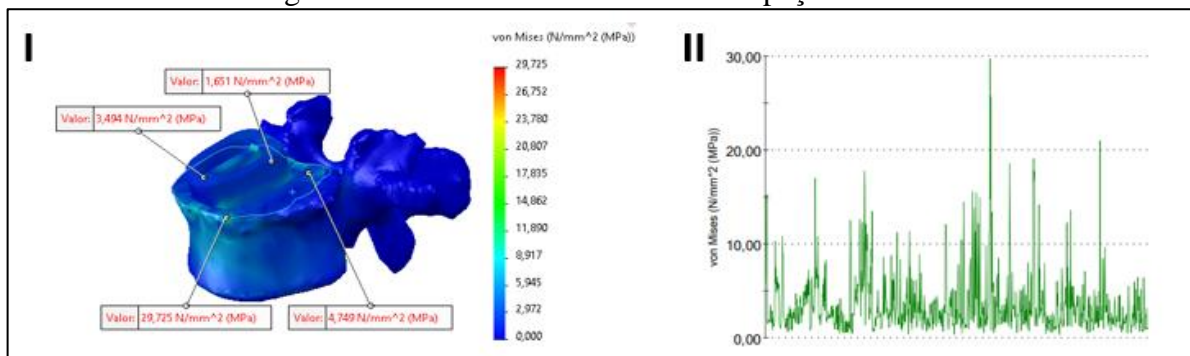
Fonte: O Autor (2022)

Ao aplicar uma força de 800 N distribuída sobre a superfície, obteve uma média entre a interação de 1247 nós da malha apresentando um deslocamento médio de 0,006mm e o máximo de 0,023mm no centro do osso cortical na região superior.

2.2.3 Modelo espaçador intervertebral ALIF

O modelo de espaçador intervertebral ALIF é analisado conforme os parâmetros do material PEEK, o qual é utilizado para sua fabricação. Na análise de tensões, o espaçador ALIF apresentou o seguinte comportamento, conforme indicado na Figura 9 em (I) uma análise de tensões aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) as tensões ocorridas nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 9 – Tensões de Von Mises do espaçador ALIF

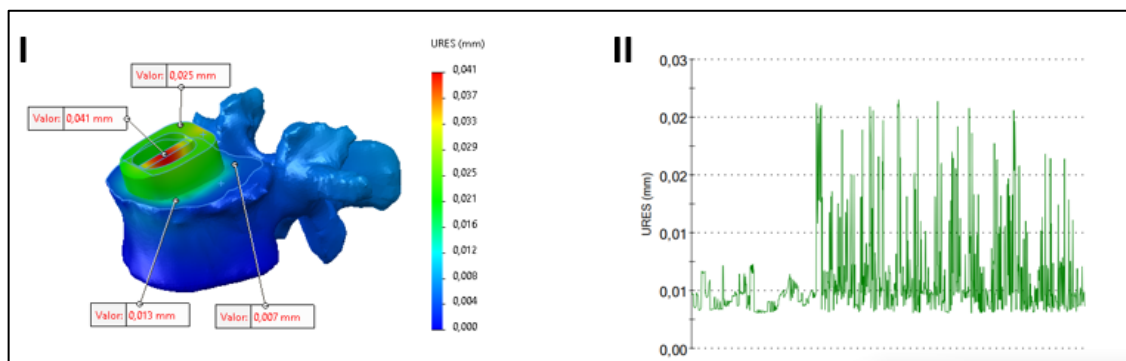


Fonte: O Autor (2022)

Na análise de tensão de Von Mises apresentou uma tensão máxima de 29,725MPa e uma tensão média com a interação de 1003 nós da malha de 3,588MPa na região de contato osso-implante.

Os valores de deslocamento do modelo ALIF apresentam o seguinte comportamento, conforme a Figura 10 que apresenta em (I) uma análise dos deslocamentos aplicados sobre a superfície da vértebra e em (II) os deslocamentos ocorridos nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 10 – Deslocamento do espaçador ALIF



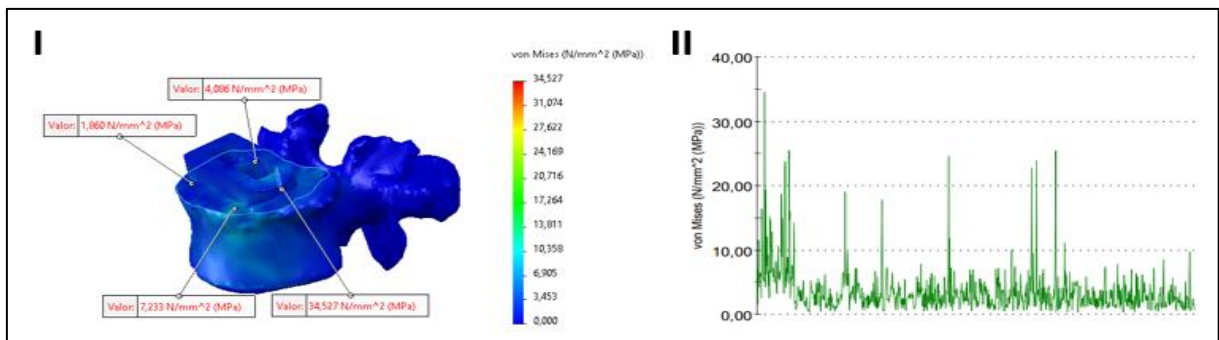
Fonte: O Autor (2022)

Ao analisar o conjunto de espaçador e vértebra o deslocamento máximo do espaçador ALIF foi de 0,022mm, este presente no centro do espaçador, e a média da interação dos 1003 nós da malha foi de 0,006mm, distribuídos na área de contato osso-implante.

2.2.4 Modelo espaçador intervertebral LLIF

O modelo de espaçador LLIF é caracterizado por sua inserção pela lateral da coluna, na Figura 11 apresenta em (I) uma análise de tensões aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) as tensões ocorridas nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 11- Tensões de Von Mises do espaçador LLIF

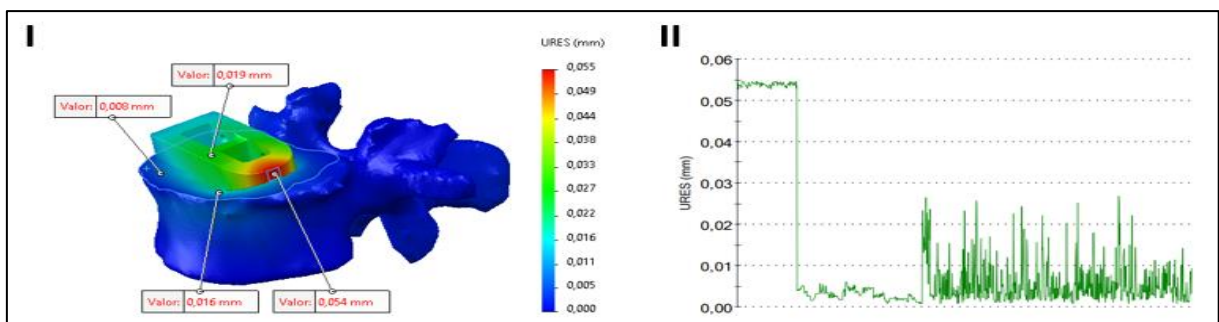


Fonte: O Autor (2022)

O espaçador LLIF apresenta um comportamento sob tensão, o qual dispõe de um valor máximo de 34,527MPa presente na extremidade lateral do espaçador, e uma tensão média entre a interação dos 1092 nós da malha de 3,511MPa na superfície osso-implante.

Na Figura 12 apresenta em (I) uma análise dos deslocamentos aplicados sobre a superfície da vértebra e em (II) os deslocamentos ocorridos nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 12 - Deslocamento do espaçador LLIF



Fonte: O Autor (2022)

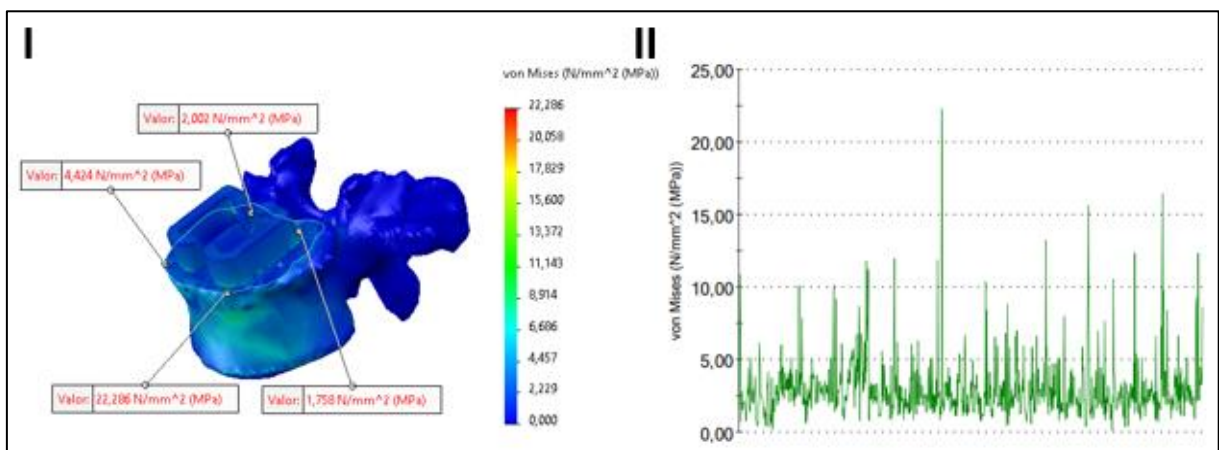
Analisando o deslocamento do modelo de espaçador LLIF, o ponto que apresentou maior índice de deslocamento é a vista lateral do espaçador, apresentando assim um ponto de máximo de deslocamento de 0,055mm, e um deslocamento médio entre 1092 nós da malha de 0,011mm, localizado no contato osso-implante.

2.2.5 Modelo espaçador intervertebral PLIF

O modelo PLIF é composto de dois espaçadores fixados em paralelo, portanto, a aplicação das forças para análise são distribuídas sobre as superfícies de ambos os espaçadores.

Na Figura 13 apresenta em (I) uma análise de tensões aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) as tensões ocorridas nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 13- Tensões de Von Mises do espaçador PLIF

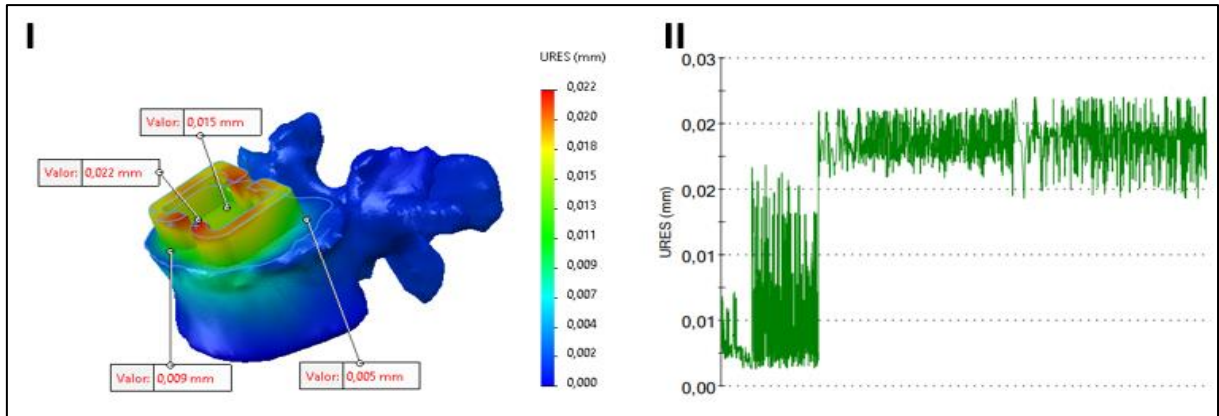


Fonte: O Autor (2022)

Conforme a análise de tensão aplicada nos espaçadores PLIF, o ponto máximo em que a estrutura apresentou foi de 22,286MPa na extremidade frontal do espaçador, e uma tensão média entre a interação dos 1003 nós da malha de 2,260MPa na superfície osso-implante.

Na Figura 14 apresenta em (I) uma análise dos deslocamentos aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) os deslocamentos ocorridos nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 14 - Deslocamento do espaçador PLIF



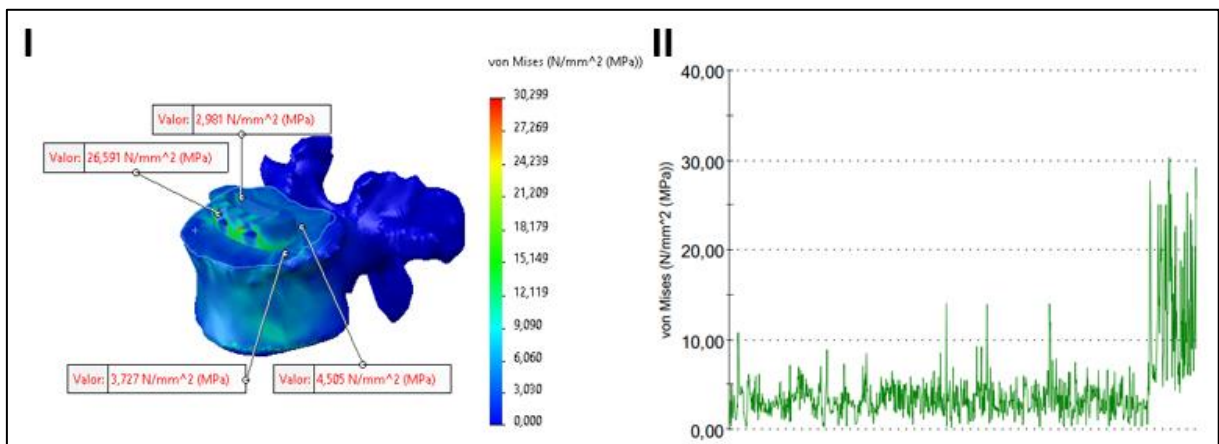
Fonte: O Autor (2022)

Analisando o resultado da força aplicada sobre a superfície de ambos os espaçadores, obtemos um comportamento em que o maior ponto de deslocamento foi na superfície central do espaçador, com o deslocamento máximo de 0,017mm, e um deslocamento médio entre 1003 nós da malha de 0,005mm, localizado no contato osso-implante.

2.2.6 Modelo espaçador intervertebral TLIF

O modelo de espaçador TLIF é considerado o modelo de tratamento menos invasivo, que envolver pequenas incisões para a inserção do espaçador. Na Figura 15 apresenta em (I) uma análise de tensões aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) as tensões ocorridas nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 15- Tensões de Von Mises do espaçador TLIF

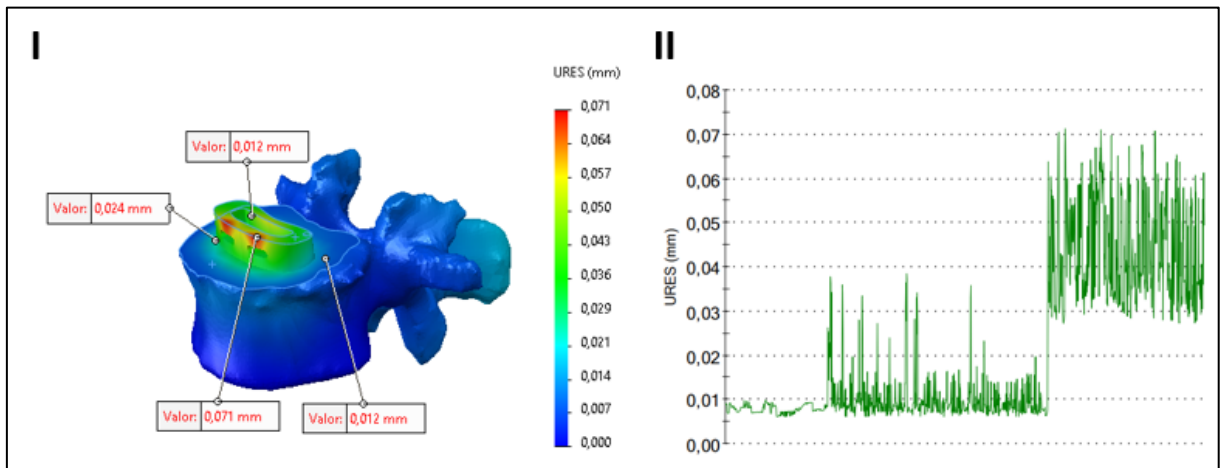


Fonte: O Autor (2022)

Os pontos de tensões analisados no espaçador TLIF apresentam um ponto máximo de tensão de 30,299MPa na extremidade frontal do espaçador e uma tensão média entre a interação dos 1120 nós da malha de 4,346MPa na superfície osso-implante.

Na Figura 16 apresenta em (I) uma análise dos deslocamentos aplicadas sobre a superfície da vértebra e em (II) os deslocamentos ocorridos nos nós da malha ao longo da superfície.

Figura 16 - Deslocamento do espaçador TLIF



Fonte: O Autor (2022)

Com a simulação do deslocamento do espaçador intervertebral TLIF, observou-se que o ponto máximo de deslocamento ocorreu na interface frontal da peça com o valor máximo de 0,071mm, e um deslocamento médio entre 1120 nós da malha de 0,021mm, localizado no contato osso-implante.

2.3 DADOS QUANTITATIVOS DA SIMULAÇÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das simulações para os espaçadores ALIF, LLIF, PLIF e TLIF em material PEEK (poli-éter-éter-cetona), com uma aplicação de uma força compressiva de 800 N, sendo apresentados os resultados de tensões de Von Mises e os deslocamentos ocorridos nos mesmos.

Tabela 2 – Resultados das simulações

Espaçador	Tensão de Von Mises com espaçador (Mpa)	Tensão máxima de Von Mises na interface (Mpa)	Deslocamento equivalente com espaçador (mm)	Deslocamento equivalente na interface (mm)
ALIF	29,725	3,588	0,022	0,006
LLIF	34,527	3,511	0,055	0,011
PLIF	22,286	2,260	0,017	0,005
TLIF	30,299	4,346	0,071	0,021

Fonte: O Autor (2022)

De acordo com a Tabela 2, a maior tensão de Von Mises com o espaçador foi de 34,527 MPa para o LLIF e a menor tensão de 22,286 MPa para o PLIF, ocorrendo acréscimo de tensão de 54,92% no LLIF comparado com o PLIF.

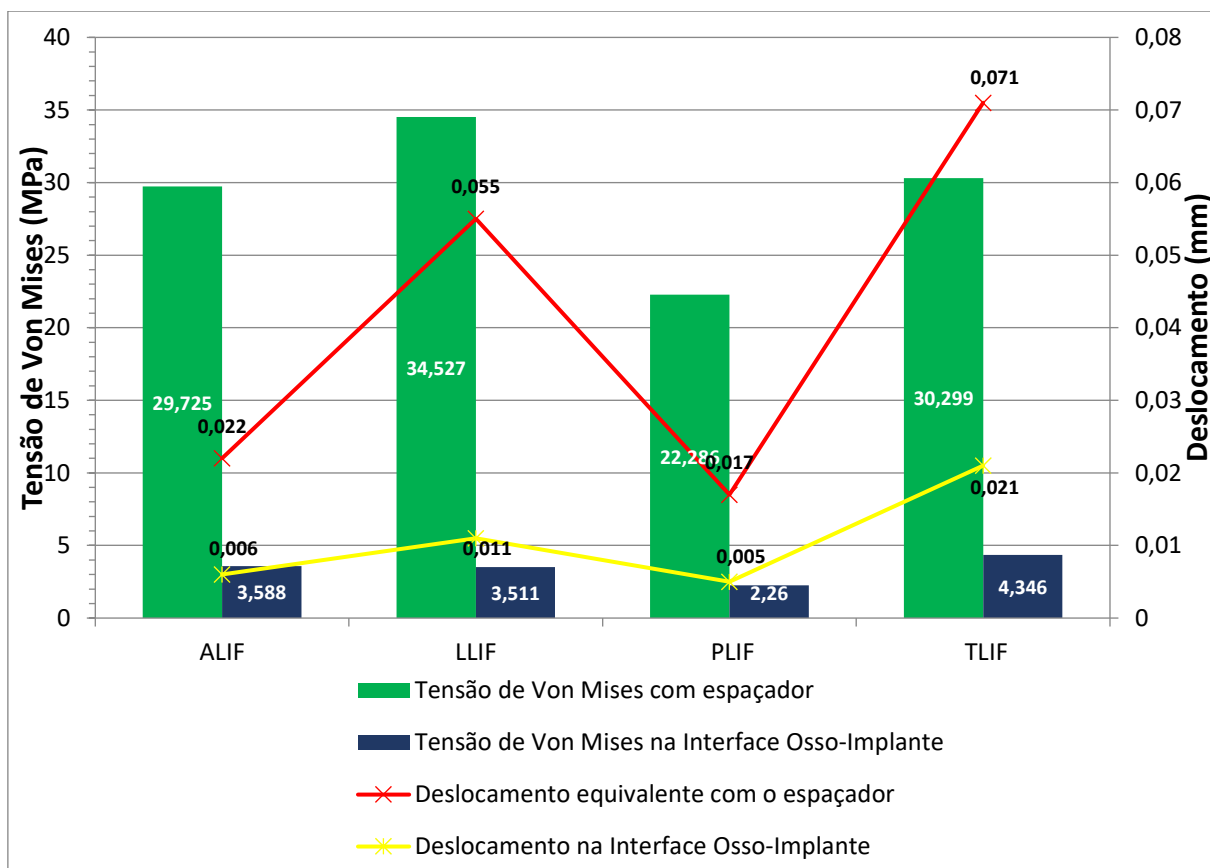
Na interface osso-implante a tensão de Von Mises foi de 4,346 MPa para o TLIF e a menor tensão de 2,260 MPa para o PLIF, ocorrendo acréscimo de tensão de 92,3% no TLIF comparado com o PLIF.

Analisando o deslocamento equivalente no espaçador intervertebral, o maior deslocamento foi no modelo TLIF de 0,071 mm e o menor 0,017 mm para o PLIF, ocorrendo acréscimo de deslocamento de 317% no TLIF comparado com o PLIF.

No deslocamento equivalente na interface, o maior foi de 0,021mm para o TLIF e o menor deslocamento de 0,005 mm para o PLIF, ocorrendo acréscimo de deslocamento de 320% no TLIF comparado com o PLIF.

Abaixo na Figura 17, são apresentados os resultados das tensões de Von Mises e os deslocamentos referentes aos modelos de espaçadores.

Figura 17 – Resultados das simulações por MEF



Fonte: O Autor (2022)

Analisando a Figura 17, os espaçadores PLIF e ALIF apresentam menores tensões Von Mises com o espaçador comparado aos LLIF e TLIF, este fenômeno ocorre por influência da proporção da área de contato e também pela geometria do implante. Considerando as tensões de Von Mises na interface osso-implante e com o espaçador de modelo PLIF apresentou menor tensão.

Também os menores deslocamentos da vértebra com os espaçadores foram para o ALIF e PLIF e o menor deslocamento na interface osso-implante foi para o PLIF.

Portanto, entende-se que no quesito de tensões de Von Mises e deslocamentos, o modelo de espaçador PLIF em PEEK apresenta melhor desempenho por ocasionar menores tensões e deslocamentos.

2.4 PONTOS PROPÍCIOS PARA FALHA

De acordo com Shin et al. (2018), “o estresse de fratura das vértebras lombares medido por testes compressivos de uma coluna de cadáveres varia aproximadamente de 7 a 14 MPa”.

Logo, percebe-se que neste estudo as vértebras apresentaram pontos onde as tensões são acima de 7 MPa, sendo que nestes locais propícios ocorrer a falha pelas altas solicitações mecânicas, esses pontos foram apresentados na Tabela 2.

2.5 VALIDAÇÃO COM A LITERATURA

Na Tabela 3 apresenta os resultados obtidos das simulações por MEF e o encontrado na literatura, com o propósito de validar o presente estudo com trabalhos publicados anteriormente.

Tabela 3 – Validação do presente estudo com a literatura

Espaçador	Tensão de Von Mises proposto (Mpa)	Tensão de Von Mises literatura (MPa)	Referência
Vértebra	2,820	2,590	(SHIN <i>et al.</i> , 2017)
ALIF	29,725	24,633	(ROSSOUW, 2013)
LLIF	34,527	35,600	(OIKAWA, 2022)
PLIF	22,286	21,900	(ZANDER <i>et al.</i> , 2002)
TLIF	30,229	30,600	(OIKAWA, 2022)

Fonte: O Autor (2022)

Constatou na Tabela 3 que os resultados obtidos comparados com a literatura estão próximos, assim o presente estudo apresentou resultados satisfatórios quando comparado com a literatura existente.

3. CONCLUSÃO

Tendo em vista analisar o comportamento dos modelos de espaçadores intervertebrais, este estudo propôs a análise das tensões e dos deslocamentos gerados entre o osso-implante, utilizando os métodos de elementos finitos, obtendo assim uma solução mimetizada do *in vivo*.

Com base nos dados obtidos neste estudo, analisando os parâmetros de tensões de Von Mises e dos deslocamentos ocorridos nos modelos de espaçadores intervertebrais, pôde-se determinar os espaçadores que apresentaram melhores desempenhos, possibilitando a ausência de falhas pós-cirúrgicas por altas solicitações mecânicas.

De acordo com a análise realizada, o modelo de espaçador PLIF em PEEK apresentou melhor desempenho, por motivo de ocorrer menores tensões e deslocamentos mediante a força aplicada, quando comparado com os outros modelos de espaçadores intervertebrais, possibilitando que não ocorra possíveis falhas por solicitações mecânicas. Bem como o modelo ALIF em sequência.

Os demais espaçadores LLIF e TLIF, devido ao fenômeno da proporção da área de contato e também devido a geometria do implante, obtiveram valores de maiores tensões e deslocamentos, sendo mais propícios a apresentarem falhas.

Mediante este estudo, possibilitou-se uma melhor análise da aplicabilidade dos espaçadores intervertebrais, concedendo ao responsável pela cirurgia intersomática, um prognóstico mais assertivo.

De maneira conclusiva, os valores obtidos de tensões de Von Mises e dos deslocamentos ocorridos estão próximos aos valores levantados na bibliografia, assim tornando este estudo aplicável e válido.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. N. M. de. **Efeito da Aplicação do Espaçador Interespinhoso na Biomecânica da Coluna Vertebral**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

ANDRADE, F. **Anatomia geral**. Sobral - Ceará: Inta, 2015. 366 p.

BOISSIERE, L.; *et al.* **Lumbar-sacral fusion by a combined approach using interbody PEEK cage and posterior pedicle-screw fixation: Clinical and radiological results from a prospective study**. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*, v. 99, n. 8, p. 945–951, 2013.

SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. **Saúde do trabalhador: Dor nas costas foi a doença que mais afastou trabalhadores em 2017**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/noticias/previdencia/institucional/saude-do-trabalhador-dor-nas-costas-foi-doenca-que-mais-afastou-trabalhadores-em-2017>. Acesso em: 25jul. 2021.

CRIPTON, P. A.; KROEKER, S. G.; SAARI, A. **Musculature actuation and biomechanics of the spine**. *Spine Technology Handbook*, 2006.

FERREIRA, D. M. A. **Análise da influência do calço e do movimento de inclinação lateral da coluna vertebral em indivíduos com escoliose idiopática**. 2009. 178 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100449>>.

HARTVIGSEN, J.; *et al.* **What low back pain is and why we need to pay attention.** Lancet. 2018;391(10137):2356-2367. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30480-X, 2018.

HENRY, G. **Anatomy of the human body, 20^a edition.** Icon New York, 2000.

KEITH, L. M.; ARTHUR, F. D. **Clinically oriented anatomy.** Icon Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

LOTTI, RAQUEL S. ET AL. **Aplicabilidade científica do método dos elementos finitos.** Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial [online]. 2006, v. 11, n. 2 [Acessado 5 Outubro 2022] , pp. 35-43. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-54192006000200006>>. Epub 15 Maio 2006. ISSN 1980-5500. <https://doi.org/10.1590/S1415-54192006000200006>.

MOBBS, RJ.; *et al.* **Lumbar interbody fusion: techniques, indications and coMParison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF.** J Spine Surg 2015;1(1):2-18. doi: 10.3978/j.issn.2414-469X.2015.10.05.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana.** 3^a ed. Porto Alegre: Arned, 2003. MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F. Anatomia orientada para a clínica. 4^a ed. Rio de Janeiro.

OIKAWA, R.; *et al.* **Comparison of the Susceptibility to Implant Failure in the Lateral, Posterior, and Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A Finite Element Analysis.** Int. J. World Neurosurgery, Volume 164, 2022, Pages e835-e843, ISSN 1878-8750, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.05.056>.

PUDLES, E.; DEFINO, H. L. A. **A coluna vertebral: Conceitos básicos.** Artmed Editora, 2014.

QUEIROZ, M. T. de. **Análise biomecânica por elementos finitos de espaçadores intervertebrais na coluna lombar.** Faculdade de Telêmaco Borba, 2019.

RODRIGUES, A. M. C. M. **Análise e projecto de estruturas para substituição do disco intervertebral.** 2012. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

ROSSOUW, M. M. **An experimental and numerical evaluation of an interbody spinal fusion device.** University of Johannesburg, Johannesburg, 2013.

RUSSO, F.; *et al.* **Does Workers' Compensation Status Affect Outcomes after Lumbar Spine Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 6165. <https://doi.org/10.3390/ijerph18116165>.

SANTOS, A.; OLIVEIRA L.; LIBERATORI, M. F. **Protocolo Fisioterapêutico no Tratamento da Lombalgia.** Cinergis. 2013;13(4):56-63.

SATO, K.; KIKUCHI, S.; YONEZAWA, T. **In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems.** Spine, v.24, n. 23, p. 2468-74, 1999.

SOUZA, Remo Magalhães de. **O Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Problema de Condução de Calor**. 2003. 40 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

SHIN, J. K.; GOH, T. S.; KIM, M. S.; KIM, K.; SHIN, M. J.; SON, S. M.; LEE, H. J.; LEE, J. S.; LEE, C. S. *Stress e strain analyses of single and segmental lumbar spines based on an accurate finite element model for vertebrae*. Biomedical research institute Pusan national university ho

YETTRAN, A.L.; JACKMAN, M.J. *Equilibrium analysis for the forces in the human spinal column and its musculature*. Spine, v.5, n.5, p.402-411, 1980.

WHITE, A. A.; PANJABI, M. M. *Clinical biomechanics of the spine*. Lippincott, 1990.

ZANDER, T., ROHLMANN, A., KLOCKNER, C., BERGMANN, G. *Comparison of the mechanical behavior of the lumbar spine following mono and bi-segmental stabilization*. Clinical Biomechanics 17, 439–445, 2002.



DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE PLACA SOLAR COM DISCO DE VÍDEO DIGITAL (DVD)

Andrilene Lacerda Benedito¹
Brenda Letícia Ferreira Prestes²
Guilherme Gonçalves Mainardes Júnior³
Isabelly Aparecida Rodrigues Diniz⁴
Rayanny Gabriely Betim Santos⁵
Rodrigo Lima⁶
Harrisson Andretta de Moraes⁷

Resumo: Muito se tem visto sobre possíveis formas de se adquirir energia, de uma forma renovável, mais “limpa” e eficaz. E este presente artigo tem como base, apresentar os estudos teóricos e resultados que foram encontrados de possível nova forma de se adquirir energia, mais especificamente a solar, essa que vêm ganhando cada vez mais reconhecimento. Sendo mais acessível e viável, os estudos se baseiam na criação de uma placa solar utilizando DVD e outros materiais alternativos, que por muitos pode não ter tanta importância no dia a dia. O objetivo é construir uma placa solar que dê resultados e que seja acessível para mais pessoas e que ao mesmo tempo seja renovável não agredindo o meio ambiente.

Palavras-chave: Renovável; Energia; Placa solar.

Abstract: Much has been seen about possible ways to acquire energy in a renewable, “cleaner” and more efficient way. And this present article is based on presenting the studies, theories and results that we found of a possible new way of acquiring energy, more specific to solar, which has been gaining more and more recognition. Being more accessible and viable, our studies are based on the creation of a solar panel using DVD and other alternative materials, which for many may not be so important in their daily lives. Our objective will be to build a solar panel that gives results and that is accessible to more people and that at the same time is renewable without harming the environment.

Keywords: Renewable; Energy; Solar plate.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduanda em Engenharia Química na UNIFATEB. andrylene@gmail.com

²Graduanda em Engenharia Mecânica na UNIFATEB. brendaleticiaferreira@gmail.com

³Graduando em Engenharia Civil na UNIFATEB. guilherme.mai@hotmail.com

⁴Graduanda em Engenharia Química na UNIFATEB. isarodriguesdiniz@gmail.com

⁵Graduanda em Engenharia Civil na UNIFATEB. rayanygabriely@gmail.com

⁶Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

⁷Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harrimoraes@hotmail.com

A energia renovável é aquela proveniente de recursos naturais, muito se é discutido sobre as Fontes de Energias Renováveis para uma melhor qualidade de vida. Tais fontes podendo ser por meio dos ventos, das águas de rios e oceanos, de gases naturais, e da luz solar, essa que por sua vez vem ganhando mais destaque no meio, tanto pela sua capacidade de gerar, quanto pela facilidade de se obtê-la. Considerada uma opção viável, a energia solar captada por painéis solares é capaz de produzir energia elétrica, para aquecer águas entre muitas outras coisas.

Atualmente, a fonte mais utilizada é a luz solar, sendo uma ótima opção de fonte de energia para nosso país, pelo longo período de insolação que acontece no Brasil, essa energia pode ser transformada e convertida, podendo assim ser utilizada em diversos segmentos.

A energia solar se baseando na radiação solar em eletricidade, resultando do efeito fotovoltaico sendo o surgimento de uma corrente elétrica dentro da estrutura de um material semicondutor quando este é exposto às partículas de energia (fótons) da radiação eletromagnética (luz).

As placas solares (módulos fotovoltaicos) possuem o silício (Si) que é o principal material na fabricação, e se constitui como o segundo elemento químico mais abundante na terra. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo (CEMIG, 2012 apud ALMEIDA et al, 2016).

Quando a luz do sol incide sobre o painel fotovoltaico, os fótons energizam os elétrons dos átomos de silício das células solares, fazendo com que eles se desloquem pelas diferentes camadas do dispositivo e criem a corrente elétrica contínua que chamamos de energia solar fotovoltaica (PORTAL SOLAR, 2020).

Funcionam a partir de dois principais equipamentos: o painel solar, que transforma a luz em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico; e o inversor solar, que adapta a corrente elétrica (de CC para CA) da eletricidade gerada pelo painel para que ela possa ser distribuída, utilizada ou armazenada (PORTAL SOLAR, 2020).

O termo "fotovoltaica" vindo do grego (Phos), que significa "luz", e "volt", a unidade de força eletro-motriz, que por sua vez vem do sobrenome do físico italiano Alessandro Volta, inventor da pilha. O termo "foto-voltaica" tem sido usado em Inglês desde 1849 (SULTHEEM, 2019).

A energia solar sendo convertida em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico, que ocorre quando partículas de luz solar colidem com os átomos presentes no painel solar, gerando

movimento dos elétrons e criando a corrente elétrica que chamamos de energia solar fotovoltaica (PORTAL SOLAR, 2020).

Para poder ser utilizada essa energia, em residências e comércios, é necessário converter a corrente elétrica alternada gerada em corrente contínua, que é a corrente de baixa tensão. O inversor solar é o equipamento responsável por essa conversão, transformando a corrente elétrica e deixando-a pronta para uso no local (PORTAL SOLAR, 2020).

O objetivo do presente trabalho é construir uma placa solar de baixo custo, utilizando para esta finalidade DVD's que possuem camadas condutoras de dilatação térmica, um protótipo para geração de energia, renovável, eficaz e de baixo custo.

2. METODOLOGIA

Realizou-se levantamento bibliográfico e sobre os temas da prototipagem na engenharia e sobre os tipos acessíveis de energias renováveis, por meio de pesquisa aplicada. Após isso, definiu-se os materiais e as suas características, aquisição dos mesmos e as etapas de construção do protótipo.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 ENERGIA RENOVÁVEL

Sendo atualmente uma alternativa limpa para as fontes de combustíveis fósseis que não geram grandes impactos ambientais negativos. Consumir energia 100% limpa é o jeito mais eficiente de compensar as emissões de CO₂. A fonte de energia mais usada ainda é o carvão, com o consumo mundial de mais de 28% contra quase 13% de energias renováveis, como hidrelétrica, eólica e solar (EQUIPE ECLYCLE, 2020).

Combustíveis fósseis é a denominação dada de vários grupos de combustíveis não renováveis que foram formados há milhares de anos a partir de restos de animais e vegetais. Esses recursos têm um papel importante na sociedade, já que representam mais de 75% da demanda energética mundial, sendo utilizados em veículos, indústrias e residências. Estão

incluídos nessas fontes o carvão mineral, gás natural, petróleo e seus derivados, como óleo diesel e gasolina, com o uso deles tem como consequência as mudanças climáticas (AZEVEDO, 2021).

No Brasil apesar de ser considerada um dos países mais renováveis do mundo, a matriz energética ainda é utiliza grande quantidade de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral. Possuindo uma das maiores reservas de petróleo do mundo o “pré-sal” camada formada por rochas carbonáticas, o país se tornou um dos maiores exportadores do combustível e atraiu diversos investidores para esse setor.

Segundo dados da *Brown to Green*, o Brasil supera a média dos países que pertencem ao G20 de subsídios destinados ao uso de combustíveis fósseis. Só no ano de 2016, foram designados cerca de US\$ 16,2 bilhões a essa fonte de energia, além disso, o governo brasileiro também manteve fixos os valores de importância e revenda da gasolina, do diesel, do querosene e do gás natural (AZEVEDO, 2021).

Ainda de acordo com Azevedo (2021), alguns impactos como a queima de combustíveis fósseis podem causar graves danos ao meio ambiente e à saúde humana, está sendo relacionada a diversos problemas respiratórios causados pela emissão de poluentes atmosféricos, como o monóxido de carbono. Além disso, o processo de combustão de combustíveis fósseis também leva à emissão de dióxido de enxofre e de óxidos de nitrogênio, contribuindo para a chuva ácida. Outro impacto negativo é do uso de combustíveis fósseis para o meio ambiente é a intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, do aquecimento global, isso acontece devido à emissão dos gases do efeito estufa na atmosfera, como dióxido de carbono. Além dos poluentes primários, o consumo desses recursos pode dar origem a poluentes secundários, que se formam a partir de reações dos poluentes primários.

Assim sendo a energia renovável é considerada uma energia verde, um modelo sustentável de geração de energia, sendo que tem a capacidade de atender a demanda global de energia com menores impactos ambientais, reduzindo poluentes atmosféricos, desmatamento, contaminação do solo e da água. Com isso, esse modelo permite a descentralização do sistema de energia, com uma implementação flexível que atenda às necessidades de vários setores da sociedade.

Os investimentos nas tecnologias em energia renovável estão crescendo cada vez mais. Cerca de 90% das novas energias geradas no ano de 2015, por exemplo, vêm de fontes renováveis. Aquele, aliás, foi o ano da energia renovável; um investimento altíssimo,

principalmente em energia solar, eólica e biocombustíveis. O uso de energias limpas evitou o lançamento de 1,5 giga tonelada (Gt) de CO₂ em 2014 (EQUIPE ECLYCLE, 2020).

3.2 ENERGIA SOLAR

Energia solar corresponde à energia proveniente da luz e do calor emitidos pelos raios Solares, sendo aproveitada de forma com placas fotovoltaicas ou térmica, gerando energia elétrica e térmica, respectivamente. Por ser considerada uma fonte de energia limpa, a energia solar é uma das fontes alternativas mais promissoras para obtenção energética (SOUSA, S.I).

Sobre a energia solar fotovoltaica podemos definir que como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF,2007 apud ALMEIDA et al, 2016, p.2).

O efeito fotovoltaico é gerado através da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor. Complementando esta informação (SEVERINO E OLIVEIRA, 2010 apud ALMEIDA et al, 2016, p.3). Nascimento afirma que “Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica. Apenas mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado “Efeito Fotovoltaico” (NASCIMENTO, 2014 apud ALMEIDA et al, 2016, p.3).

A energia solar é a chave para um futuro de energia limpa. O sol fornece energia mais do que suficiente para atender às necessidades energéticas de todo o mundo e, ao contrário dos combustíveis fósseis, não vai acabar tão cedo. Como fonte de energia renovável, a única limitação da energia solar é nossa capacidade de transformá-la em eletricidade de maneira eficiente e econômica.

Nenhuma emissão de gases de efeito estufa é liberada na atmosfera quando você usa painéis solares para gerar eletricidade. Como o sol fornece mais energia do que jamais precisaremos, a eletricidade da energia solar é uma fonte de energia muito importante na mudança para a produção de energia limpa.

Após a instalação dos painéis solares, os custos operacionais são bastante baixos em comparação com outras formas de geração de energia. O combustível não é necessário, e isso

significa que a energia solar pode criar grandes quantidades de eletricidade sem a incerteza e a despesa de garantir o fornecimento de combustível.

Como uma fonte de energia renovável livre de CO₂, o impacto ambiental da energia solar é significativamente menor do que outros métodos de geração de energia. O impacto está principalmente relacionado à produção e fornecimento de materiais e metais especiais necessários para produzir painéis solares.

Nosso propósito e estratégia nos guiam em direção a um mundo mais limpo. Além de nossas operações comerciais diárias, queremos engajar e inspirar pessoas e sociedades a tornar o mundo mais limpo e sustentável.

Os recursos usados para a produção das energias renováveis estão disponíveis na natureza, são limpos e sustentáveis.

Por isso, eles devem ser usados com cuidado e respeito. O foco da produção energética de renováveis deve ser na gestão adequada da quantidade e da qualidade dos recursos para que possam ser usados também pelas gerações futuras.

A fonte da energia solar fotovoltaica é a luz do Sol, que é captada e convertida em eletricidade por meio dos painéis fotovoltaicos. A hidrelétrica, a principal geração de energia elétrica do Brasil, utiliza a força das águas e a energia cinética para gerar eletricidade.

Já a energia eólica é obtida usando o vento para gerar eletricidade, enquanto a energia geotérmica é alcançada a partir do calor proveniente do interior da Terra. A biomassa utiliza como fonte resíduos animais e vegetais.

3.3 COMPOSIÇÃO DO DISCO

Segundo Ritter (2020), o DVD é composto pelas seguintes camadas:

1. Camada Adesiva: Rótulo do disco;
2. Camada Plástica: Composta de policarbonato (PC);
3. Camada de gravação: Onde os dados são 'impressos' pelo laser;
4. Camada Reflexiva: Composta de um material reflexivo metálico, com liga de Alumínio;
5. Nova camada de policarbonato.

3.4 CAMADA DE POLICARBONATO

Para Freitas (2003), o Policarbonato é uma resina de policarbonato que resulta da reação entre derivados do ácido carbônico e do bisfenol. Policarbonato é um termoplástico de engenharia muito conhecido por ser transparente como vidro e resistente como o aço, derivado de carbono o qual combina um alto nível de características mecânicas, óticas, térmicas e elétricas. É versátil para ser utilizado em diferentes aplicações de engenharia, em situações planas ou curvas.

Segundo Nahra (2022), o policarbonato é um termoplástico de engenharia obtido pela condensação do fosgênio com o bisfenol – A, também chamado de difenol-propano.

Ele pode chegar a 90% de transparência, apresenta uma resistência, propriedades elétricas e rigidez, que por sua vez. Comum ser utilizado na fabricação de janelas de aviões, nos tetos solares transparentes em edifícios, CDs e óculos de sol por serem termoplásticos, além disso os policarbonatos podem ser reciclados (NAHRA,2022).

3.5 CAMADAS REFLEXIVAS

3.5.1 Células solares e o espectro de luz

As células solares funcionam coletando comprimentos de onda de luz e convertendo-os em eletricidade usando tecnologia de semicondutores colocada atrás de uma camada de vidro revestida com materiais antirreflexo (IMPERIOSOLAR, 2022).

De acordo com Imperio Solar (2022) isso permite que a luz solar alcance os semicondutores nas células solares de forma eficiente. Dentro da célula solar existem duas camadas de semicondutores, que consistem em dois tipos de materiais:

- Material tipo N (tipo negativo): Este material forma a primeira camada de um semicondutor de célula solar e é tipicamente composto de silício misturado com pequenas quantidades de fósforo. Isso faz com que o silício tenha uma carga negativa.

- Material tipo P (tipo positivo): A segunda camada de material semicondutor na célula solar é carregada positivamente e normalmente consiste em silício misturado com vestígios do elemento boro.

Na parte de trás do painel solar, a célula solar contém um eletrodo abaixo do semicondutor do tipo P funcionando em paralelo com a rede metálica da célula solar para criar uma corrente elétrica. Outra camada reflexiva é então colocada atrás dela (IMPERIOSOLAR, 2022).

Embora os painéis solares possam variar um pouco na composição do material e na disposição do design, essa configuração fundamental é o que todos os painéis solares usam para conduzir a luz solar e gerar eletricidade (IMPERIOSOLAR, 2022).

3.5.2 Tecnologia PERC

A tecnologia PERC pode ser resumida como a aplicação de uma camada refletiva para maximizar a radiação e ter uma margem menor de perda de energia. Essa camada é feita de material dielétrico passivo e está localizada entre a camada inferior de alumínio e a camada base de silício. É um material que bloqueia a passagem da luz através da camada inferior, podemos gerar acúmulo de elétrons entre a camada base e a camada emissora. Em outras palavras, o que as células PERC podem utilizar ondas longas, o que não acontece com as células padrão. A passivação do material dielétrico impede a penetração de elétrons na camada de alumínio, permitindo melhor circulação entre a base e as camadas emissoras de silício (ECOGREENENERGY, 2019).

Também é importante observar que a tecnologia PERC tem um impacto positivo no coeficiente de temperatura, pois há comprimentos de onda mais longos que não podem penetrar diretamente na camada inferior de alumínio, mas são refletidos enviando-os para fora do painel e, portanto, não geram menos superaquecimento do que com painéis padrão (ECOGREENENERGY, 2019).

3.6 DILATAÇÃO TÉRMICA

A dilatação térmica ocorre quando um corpo sofre um aumento considerável de temperatura, impactando na dimensão do seu tamanho. Esse processo ocorre devido a

temperatura elevada fazendo com que as moléculas presentes nesse corpo se agitem e tomem espaços umas das outras.

3.6.1 Processo de Dilatação Térmica dos Sólidos

No processo de dilatação térmica, os átomos criam distancias entre eles fazendo com que o corpo aumente sua proporção de dimensão.

Sendo assim é possível calcular três tipos de dilatação, utilizando os seguintes princípios:

3.6.2 Dilatação linear

No processo de dilatação linear, é escolhida apenas uma das dimensões de um determinado corpo, que teve a sua temperatura aumentada, conforme Equação 1.

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

ΔL : Variação de comprimento.

L_0 : Comprimento inicial.

α : Coeficiente de dilatação

$\Delta \theta$: Variação de temperatura

O primeiro elemento da fórmula simboliza a variação do comprimento (que pode ser em metro ou centímetro), o segundo elemento simboliza o comprimento inicial, o terceiro elemento que simboliza o Coeficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) e o último elemento simboliza a variação da temperatura.

3.6.3 Dilatação Superficial

No processo de dilatação superficial, a dilatação sofrida pela superfície do corpo é o elemento principal do cálculo, conforme Equação 2.

$$\Delta A = A_o \cdot \beta \cdot \Delta \theta \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

ΔA : Variação da área.

A_o : Área inicial.

α : Coeficiente de dilatação

$\Delta \theta$: Variação de temperatura

O primeiro elemento desta fórmula simboliza a variação da área (que por ser por metro quadrado ou por centímetro quadrado), o segundo elemento simboliza a área inicial, o terceiro elemento simboliza o coeficiente de dilatação superficial e o último elemento simboliza a variação de temperatura.

3.6.4 Dilatação Volumétrica

No processo de dilatação volumétrica, o aumento do volume de um corpo é o elemento principal do cálculo, conforme Equação 3.

$$\Delta V = V_o \cdot \gamma \cdot \Delta \theta \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

ΔV : Variação do volume.

V_o : Volume inicial.

γ : Coeficiente de dilatação

$\Delta \theta$: Variação de temperatura.

O primeiro elemento da fórmula simboliza a variação do volume (que pode ser em metro cúbico ou em centímetro cúbico), o segundo elemento simboliza o volume inicial, o terceiro elemento simboliza o coeficiente de dilatação volumétrica e o último elemento simboliza a variação de temperatura.

3.7 CONSTRUÇÃO DA PLACA

Utilizou-se na construção da placa solar os seguintes materiais: papel alumínio, um pedaço de tubo de pvc, um rolo de fita adesiva transparente, um pedaço de madeira, dois parafusos, duas arruelas, um pedaço de cabo com dois terminais, uma moldura de quadro, 15 DVD's.

Realizou-se as medidas necessárias do tubo de pvc para cortar no ângulo de 45° para apoiá-lo e fixá-lo em um suporte de madeira, então foi realizado as marcações para identificar os furos e também a marcação de onde ficaria os DVD's para deixá-los centralizados.

Realizou-se os ajustes necessário dos parafusos, encapando a parte da frente de papel alumínio, e elaborado as tiras para fazer as junções entre os DVD's. Interligou-se o fio entre o termino do apoio para realizar as medições de energia gerada.

Deixou-se uma das partes do fio junto com o alumínio, sendo ele considerado negativo, criando uma camada, e a outra parte do fio parafusado no DVD, sendo ele positivo, para melhor capacidade de geração.

Posicionado os DVD's, colados com a cola quente e adequado as tiras na parte superior interligando um ao outro, para que ocorra a condução elétrica, sendo então finalizado a construção da placa e iniciado os testes da mesma.

3.7.1. Protótipo construído

Na Figura 1 é possível visualizar o protótipo do projeto de placa solar de baixo custo construído.

Figura 01. Placa Solar



Fonte: Os autores (2022).

4. CONCLUSÃO

Com base nas condições de estudo foi possível concluir que: após o planejamento das atividades, elaboração do projeto, aquisição dos materiais e montagem do protótipo, na prática não se obteve sucesso conforme esperado pela teoria. O ganho obtido de energia foi inferior a 0,10 milivolts, no painel como um todo, sendo assim o projeto piloto ainda não atendeu as expectativas esperadas. Para a obtenção de um protótipo funcional, melhorias são necessárias no projeto, bem como um aprofundamento nos estudos e implementação de novos materiais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica.** Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/3574-Texto%20do%20Artigo-9292-1-10-20160317%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/3574-Texto%20do%20Artigo-9292-1-10-20160317%20(1).pdf). Acesso em 03 Jun. 2022.
- AZEVEDO, J. **Combustíveis fósseis: tipo e impactos.** 2021 Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/combustiveis-fosseis/>. Acesso em: 05 Jun. 2022.
- ECOGREENENERGY. **Tipos de célula fotovoltaica: Mono, Poli e PERC.** 26 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.eco-greenenergy.com/pt-pt/tipos-de-celula-fotovoltaica-na-industria/>. Acesso em: 08 Jun. 2022.
- EQUIPE ECLYCLE, **Energia renovável: O que é, tipo e vantagens.** 2020 Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-renovavel/>. Acesso em: 05 Jun. 2022.
- FREITAS, S. **Apresentação sobre policarbonato.** 2003. Disponível em: [https://docplayer.com.br/7769370-Apresentaca o-sobre-policarbonato.html](https://docplayer.com.br/7769370-Apresentaca-o-sobre-policarbonato.html).>. Acesso em: 02 de Jun. de 2022.
- IMPERIOSOLAR. **Carregar painéis solares com luz artificial: É possível?** 2022 Disponível em: <https://imperiosolar.com.br/carregar-paineis-solares-com-luz-artificial-e-possivel/> Acesso em 08 Jun. 2022.
- Kemerich, P. D. Da C. et al. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 241-247 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/abef/1d505c90f629dd0bf36652356482c30086aa.pdf>. Acesso em: 06 Jun. 2022.
- MATAVELLI, A. C. **Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas.** Universidade de são paulo, escola de engenharia de lorena – eel usp, 2013. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MEQ13015.pdf>. Acesso em: 07 Jun. 2022.
- NAHRA, S. **Policarbonato.** 2022. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/quimica/policarbonato>. Acesso em: 10 Jun. 2022.
- PORTAL SOLAR. **Energia fotovoltaica.** 2020 Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em: 05 Jun. 2022.
- POTAL SOLAR. **Como funciona a energia solar.** 2020 Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>. Acesso em: 05 Jun. 2022.
- RITTER, L. **Óptica - CD / DVD / BluRay.** Hardware Central, 2020. Disponível em: <https://www.hardwarecentral.net/single-post/%C3%B3ptica-cd-dvd-bluray-parte-3>>. Acesso em 02 de Jun. 2022.

SOUSA, R. **"Energia Solar"**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>. Acesso em: 05 jun. 2022.

SULTHEEM. **Energia fotovoltaica**. 2019 Disponível em: <https://www.sultherm.com/formas-funcionamento---fotovoltaica#:~:text=O%20termo%20%22fotovoltaica%22%20vem%20do,usado%20em%20Ingl%C3%AAs%20desde%201849>. Acesso em: 05 jun. 2022.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE MINIGERADOR HIDRELÉTRICO

Ana Francine Bonasso¹
Felipe Oliveira da Silva Biscaia²
Leandro Souza³
Matheus Alexandre Lemes⁴
Pedro Henrique Vitorino Lemes Domingues⁵
Rafael Mainardes Cavalheiro⁶
Rodrigo Lima⁷
Harrisson Andretta de Moraes⁸

Resumo: Nos últimos anos houve um grande aumento no consumo de energia elétrica, em decorrência do aumento populacional e dos novos aparelhos eletrônicos usados cada vez mais por um número maior de pessoas. Com a população em um estado crescente e esse crescimento ligado diretamente a tecnologia, os mesmos precisam cada vez mais de fontes de energia em um mundo cada vez mais tecnológico. Com base nas informações coletadas, o projeto tem como foco a construção de um minigerador hidráulico, que poderá ser utilizado em rios, córregos e demais fontes de água que possuam movimento, gerando assim energia elétrica, energia a qual poderá ser utilizada em lâmpadas e itens eletrônicos necessários ou não necessários num acampamento, como celulares e outros. Amenizando assim o problema de falta de energia elétrica nessas situações. Já que o Brasil é um país abundante de água, o protótipo atende demanda energética e é sustentável ambientalmente por ter baixa agressão ao meio ambiente, e pode reduzir a médio prazo, custos como a conta de luz. Em resumo, o trabalho em si, visa ser uma alternativa a mais, as demais fontes de energia limpa existentes e difundidas, como eólica e solar. Lembrando que esse projeto surge como opção viável, pois, possui um custo baixo de construção, e se torna fácil seu uso e aplicação.

Palavras-chave: Gerador Hidráulico, Energia Renovável, Hidráulica, Elétrica.

Abstract: In recent years there has been a large increase in electricity consumption, as a result of population growth and new electronic devices increasingly used by a greater number of people. With the population in a growing state and this growth directly linked to technology, they increasingly need energy sources in an increasingly technological world. Based on the information collected, the project focuses on the construction of a

¹Graduanda do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. anabonasso14@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. fosb.dem@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. ldrosoza@gmail.com

⁴Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. matheuslemmes123@gmail.com

⁵Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. pedr.vitorino@gmail.com

⁶Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. cavalheiro.rafa@gmail.com

⁷Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

⁸Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harrimoraes@hotmail.com

mini (McMurtry, 1987), which can be used in rivers, streams and other water sources that have movement, thus generating electrical energy, energy that can be used in lamps and electronic items needed or not needed in a camp, such as cell phones and others. Thus, alleviating the problem of lack of electricity in these situations. Since Brazil is an abundant country of water, the prototype meets energy demand and is environmentally sustainable for having low aggression to the environment, and can reduce in the medium term, costs such as the electricity bill. In short, the work itself aims to be an alternative to other existing and widespread sources of clean energy, such as wind and solar. Remembering that this project appears as a viable option, because it has a low cost of construction, and its use and application is easy.

Keywords: Hydraulic Generator, Renewable Energy, Hydraulic, Electric.

1. INTRODUÇÃO

Inevitavelmente, o uso de energia elétrica sempre esteve atrelado à capacidade de produção de matéria-prima, que se tornou mais produtiva, eficiente e maior ao longo do tempo. A produção mais difundida é através do uso de combustíveis fósseis não renováveis, como o carvão. Minerais e derivados de petróleo pareciam ser alternativas viáveis e satisfatórias na época.

Portanto, novos métodos de produção de energia estão sendo desenvolvidos e utilizados. Desde a sua criação, a energia hidrelétrica tornou-se um dos recursos mais importantes do mundo. Algumas propriedades, como sustentabilidade, facilidade de uso, se devem principalmente à sua energia renovável.

Nisso foi desenvolvido um protótipo autônomo, que consiste em três subsistemas principais: um coletor de energia, uma unidade de armazenamento de energia e uma fase operacional. Os limpadores de energia são capazes de colher uma pequena quantidade de energia do meio ambiente e convertê-la em eletricidade. Essa energia pode ser armazenada em uma pequena unidade, como uma pequena bateria ou capacitor, tornando-a útil como fonte de energia. A fase de operação pode realizar várias tarefas, dependendo da aplicação.

Dentro de seu escopo de aplicação, esse tipo de sistema apresenta diversas vantagens em relação aos dispositivos que utilizam fontes externas de energia. Como não são necessárias conexões externas, eles são mais simples de usar e instalar, são ecologicamente corretos e oferecem benefícios econômicos a longo prazo. Além disso, sua autonomia permite o uso onde não há rede local e permite que eles “se escondam” no ambiente.

Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise de um minigerador Hidrelétrico, que consiste em um aproveitamento fontes de água, sejam elas em

fluxos lentos ou rápidos, para chegar a um bom desempenho no projeto, de dispositivos de colheita de energia a serem integrados em sistemas de distribuição.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto surgiu com a ideia de gerar energia limpa e renovável, de forma rápida e fácil. Com o objetivo de ser leve e de manuseio suportável, ele terá seu uso programado para acampamentos, cabanas e na zona rural pelo fato de gerar energia com um leve fluxo de água. Podendo ser de grande ajuda para o abastecimento de pequenas fontes e para casos emergenciais.

Como o seu uso é de fácil manuseio, as pessoas não vão exercer muito esforço físico para designar seu local, e após seu uso (caso seja necessário) o indivíduo poderá retirá-lo do fluxo de água para leva-lo embora.

A energia hidrelétrica é obtida por meio da força das águas, é gerada no interior de usinas hidrelétricas, aonde há a conversão da energia potencial da água armazenada em energia cinética e por fim, energia elétrica. Além de ser uma energia limpa, barata e gerada de uma fonte renovável.

2.1 HIDROELÉTRICA

2.1.1 Conservação de Energia

A energia pode se transformar de um tipo para outro, por exemplo, a energia potencial pode ser transformada em energia cinética e, em decorrência disso, de energia cinética para energia elétrica.

No caso de uma hidrelétrica, por exemplo, a água corre no rio com uma certa velocidade e cai de uma certa altura fazendo com que girem as turbinas, que transforma a energia mecânica em energia elétrica.

2.1.2 Linha de fluxo

Linhas de fluxo são linhas de tubulação construídas para comandar o fluxo de algum tipo de líquido ou gás a partir de uma fonte para qualquer equipamento utilizado para processar a substância ou algum tipo de instalação de armazenamento.

Um exemplo semelhante é uma linha de fluxo de água. Muitos abastecimentos de águas municipais utilizam a rota da linha de água que é extraída a partir de sistemas de esgotos e água contaminada e a enviam para o percurso de instalações de purificação.

2.1.3 Teorema de Bernoulli (Erneux, 2009)

A equação de Bernoulli (Equação 1) implica que se um fluido estiver escoando em forma de fluxo contínuo, sua pressão vai variar de acordo com a sua velocidade. Suas aplicações podem ser usadas em aviões para descrever como a pressão sustenta o avião no ar, nos vaporizadores para explicar como a água sai do recipiente, nas chaminés para como a pressão expulsa o ar quente da lareira pra cima e nos medidores de velocidade de um fluido.

$$p_1V + pVgh_1 + \frac{1}{2}pVv_1^2 = p_2V + pVgh_2 + \frac{1}{2}pVv_2^2 \text{ (Equação 1)}$$

Resulta da aplicação do princípio da conservação da energia. No escoamento permanente de um fluido perfeito, a soma das alturas piezométricas ao longo da linha de corrente se mantém constante, conforme Equação 2.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 = \textit{Constante} \text{ (Equação 2)}$$

Em que:

- Energia de pressão (P/γ) representa a quantidade de trabalho necessária à movimentação do fluido contra a pressão reinante no sistema;
- Energia cinética ($V^2/2g$) está associada a velocidade de escoamento do fluido no conduto;

- Energia gravitacional (z): está associada a posição da massa em relação a um referencial de posição.

2.1.4 Hidrodinâmica

A hidrodinâmica também conhecida como dinâmica dos fluidos é área da física que estuda as propriedades do movimento dos fluidos, que incluem os líquidos e os gases. A hidrodinâmica considera conceitos como força, velocidade e aceleração, que são variáveis que atuam sob os líquidos em movimento.

2.1.5 Regime de Escoamento

Aumentando a vazão, o filamento de corante passa a ter um movimento de ordenado, até se difundir na massa líquida, como no regime turbulento.

Revertendo-se o processo, ou seja, fechando o registro, com a redução da vazão, o movimento volta a ser laminar. No entanto, este retorno ao regime laminar acontece em uma velocidade menor daquela necessária para que ocorra a passagem do regime laminar para o turbulento.

A velocidade em que ocorre essa transição é denominada velocidade crítica inferior (turbulento para laminar) e velocidade crítica superior (laminar para turbulento). Mas a velocidade sozinha não explica esse fenômeno, mas depende também do diâmetro e da viscosidade do fluido, na equação do Número de Reynolds (Equação 3).

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \text{ (Equação 3)}$$

Em que:

- V – Velocidade;
- D – Diâmetro;
- ν - viscosidade cinemática.

O Número de Reynolds é um adimensional (Equação 4), ou seja, as dimensões se anulam, como pode ser verificado quando utilizadas unidades do SI: m/s (velocidade), m (diâmetro) e m^2/s (viscosidade):

$$\frac{m/s \cdot m}{m^2} = \frac{m^2/s}{m^2/s} = \textit{adimensional} \text{ (Equação 4)}$$

Qualquer que seja o sistema de unidade, o nº de Reynolds será o mesmo. Se o escoamento está ocorrendo com nº de Reynolds maior que 4000, o regime será turbulento. Caso o nº de Reynolds seja menor que 2000, o regime será laminar. Entre esses limites está a zona crítica, na qual não se pode determinar com segurança qual o regime de escoamento.

2.1.6 Fórmula de Hazen-Willians

Adicionando a equação da continuidade, a fórmula de Hazen-Willians pode ser escrita, em unidades no SI, conforme Equação 5:

$$hf = \frac{10,643 \cdot Q^{1,852} \cdot L}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \text{ (Equação 5)}$$

Em que:

- hf – perda de carga (m);
- Q – Vazão (m^3/s);
- L – Comprimento (m);
- C – Coeficiente de atrito de Hazen-Willians, adimensional
- D – Diâmetro (m).

Como toda fórmula empírica, ela só pode ser usada para os casos em que foi deduzida, são eles:

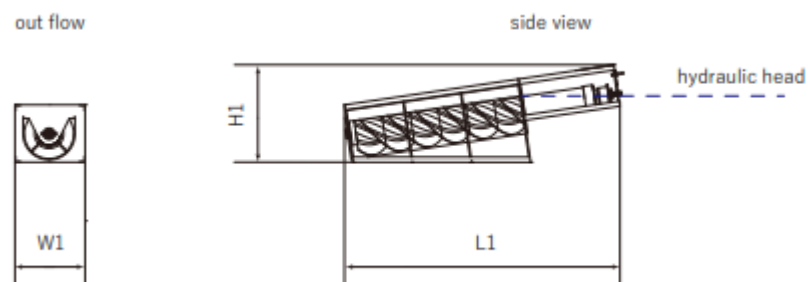
- Água a temperatura ambiente, cerca de 20°C;

- Regime turbulento;
- Diâmetro entre 50 e 3500 mm.

2.1 ILUSTRAÇÕES

A Figura 1 ilustra a estrutura principal do protótipo desenvolvido.

Figura 01. Estrutura do protótipo



Fonte: Os autores (2022)

Na Figura 2 consta uma imagem ilustrando o teste realizado com o protótipo em um dos rios da região.

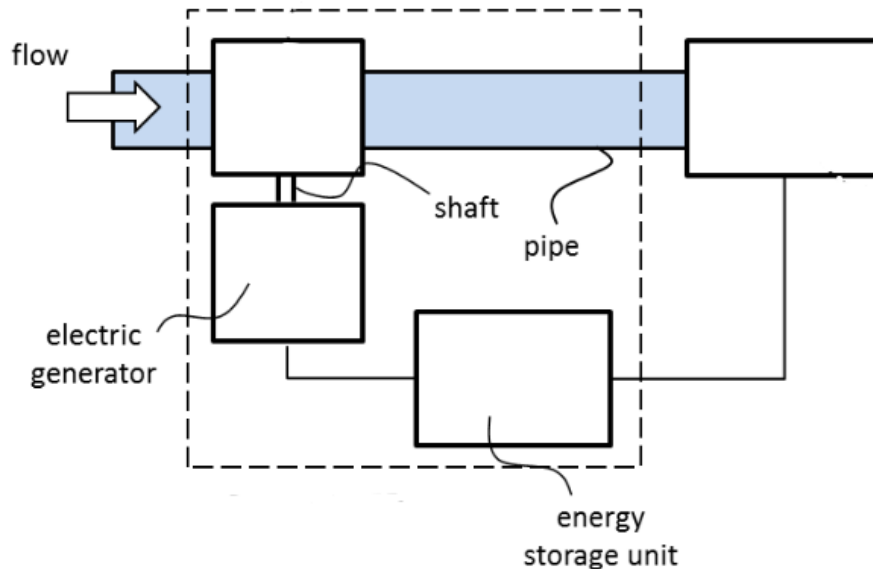
Figura 02. Protótipo em teste na água



Fonte: Os autores (2022)

Na Figura 3 é possível visualizar uma representação do sistema de colheita de energia hidráulica.

Figura 03. Sistema de colheita de energia



Fonte: intechopen.com (2022).

CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo, conclui-se que:

O protótipo permite gerar energia com queda manométrica, em comparação com outras unidades de geração de energia hidráulica. A estrutura deste moinho d'água é do tipo aberto e simples. Além disso, o moinho de água em forma de espiral evita que a unidade fique entupida com substâncias flutuantes ou poeiras.

Como não requer a instalação de grandes hidrovias ou tubulações de pressão e o número de componentes é pequeno, o protótipo é econômico em comparação com outros grupos hidrogeradores. Após a instalação, a estrutura e o corpo principal formam um cabeçote bloqueando o curso d'água

Portanto, desde que a hidrovia garanta a vazão necessária para a geração de energia elétrica, ela pode ser instalada e operada sem problemas. Permitindo a geração de cerca de 10W assegurando um fluxo de 10ℓ/seg. e uma altura manométrica de 0,1m. Transformando essa

energia em eletricidade que fornece luz, o fluxo contínuo de água pode manter a luz acesa interminavelmente.

Há muitas pessoas no mundo que vivem em áreas "fora da rede" sem eletrificação. Ao cair da noite, essas pessoas ficaram impossibilitadas de trabalhar, estudar e procurar atendimento médico, muito menos caminhar. Espera-se um futuro em que todos tenham oportunidades iguais de compartilhar os benefícios da energia hidrelétrica e tornar a vida mais gratificante.

REFERÊNCIAS

DIAS, F. **HIDRODINÂMICA**, 2020. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/hidrodinamica>. Acesso em: 15 de Maio de 2022.

ERNEUX, T. (2009). **Bernoulli's equation**. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-74372-1_4. Acesso em: 18 de 8 de 2022.

MCMURTRY, R. V. (1987). **Hydraulic friction heat generator**. Acesso em 18 de 8 de 2022, disponível em <https://patentimages.storage.googleapis.com/aa/87/f9/3f7ff7193f4779/us4685443.pdf>

MECÂNICA INDUSTRIAL. **O QUE É UMA LINHA DE FLUXO**. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/234-o-que-e-uma-linha-de-fluxo/>. Acesso em: 12 de Maio de 2022.

NETO, W. G. S, et al. **XI-097 - ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE MINI-HIDRELÉTRICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA COM EFLUENTE TRATADO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**, 2019. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/XI-097.pdf>. Acesso em: 24 de Abril de 2022.

SZNICER, G. P. **ESTUDO DE VIABILIDADE HIDRÁULICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA MINI CENTRAL HIDRELÉTRICA**, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15027/1/PB_COELT_2015_1_05.pdf. Acesso em: 10 de Maio de 2022.

TOLENTINO, J. B. J. **TEOREMA DE BERNOULLI PARA FLUIDOS PERFEITOS**, 2021. Disponível em: <https://hidraulica.tolentino.pro.br/bernoulli-perf.html>. Acesso em: 12 de Maio de 2022.

ZENERINO, E. C., DETONI, J. G., BOERO, D., TONOLI, A., & CHIABERGE, M. (2012). **Trade-off analysis and design of a Hydraulic Energy Scavenger**. Acesso em 18 de 8 de 2022, disponível em <https://intechopen.com/books/smart-actuation-and-sensing-systems-recent-advances-and-future-challenges/trade-off-analysis-and-design-of-a-hydraulic-energy-scavenger>.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA SOLAR PARA PESSOAS DE BAIXA RENDA

Luís Felipe Gerarduci¹
Matheus Camargo Mendes²
Maria Julia Constanski³
Vitor Manoel Lamadmann Lima⁴
Harrisson Andretta de Moraes⁵
Rodrigo Lima⁶

Resumo: O atual projeto consiste na funcionalidade de uma luminária solar, que será projetada para gerar iluminação de maneira autônoma, utilizando mini placas fotovoltaicas em um sistema *off grid*, não dependendo de energia conectada a rede elétrica. A ideia consiste em gerar energia limpa e renovável, para atender a população necessitada e comunidades de baixa renda que enfrentam dificuldades sem iluminação, pensando também na preservação do meio ambiente. Ainda é um grande desafio quando se fala em iluminação pública. O projeto irá viabilizar e ajudar a quebrar constantes obstáculos existentes pela carência de energia, com o intuito de facilitar a inserção de energia em locais onde a iluminação é de difícil acesso e auxiliando todas as pessoas que precisam e passam por grandes dificuldades diariamente.

Palavras-chave: Projeto; Luminária; Sistema.

Abstract: The functionality of a solar project luminaire, which will be designed to work electrically, consists of using mini lighting boards in an off-grid system, not working on a grid-connected electrical power system. The idea consists of clean and renewable energy, to serve the needy population and low-income communities that struggle without lighting, also thinking about the preservation of the environment. It is still a big challenge when it comes to public lighting. The project will make it possible and help to facilitate access and existing obstacles due to the need for energy in order to allow the insertion of energy in places where lighting is difficult to help all people who need it and go through great difficulties on a daily basis.

Keywords: Project; Light fixture; System.

1. INTRODUÇÃO

¹Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. piiipegerarduci@gmail.com

²Acadêmico de Engenharia Civil na UNIFATEB. matheuscamargomendes004@gmail.com

³Acadêmica de Engenharia Química na UNIFATEB. mariaconstanski@hotmail.com

⁴Acadêmico de Engenharia Civil na UNIFATEB. vitor.lima.tb@gmail.com

⁵Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

⁶Coordenador de Iniciação Científica /Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@fatebtb.edu.br

É notório que a energia elétrica é algo de muita importância para a humanidade, pois sem ela, basicamente a humanidade não teria nada do que tem hoje, e por incrível que pareça, segundo o IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente), somente na Amazônia Legal, onde se situam os estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Tocantins e parte do Maranhão, cerca de 990 mil pessoas vivem carentes de energia elétrica, ou seja, todas essas pessoas vivem sem nenhum tipo de iluminação vindo de uma fonte de energia elétrica, ficando também isolados da sociedade sem informação, por falta de internet, televisão e rádio.

Por conta de todas essas dificuldades, tem se desenvolvido várias maneiras de inovar o setor de energia elétrica de uma maneira limpa e renovável, como por exemplo: energia fotovoltaica (energia solar), energia eólica (energia obtida através do vento), hidrelétrica (energia obtida através da água) contudo isso, essas maneiras não são totalmente eficazes, mas comparadas a vindas de caldeiras de força, energias vindas da queima do petróleo, são maneiras muito mais limpas e seguras que acabam não agredindo tanto o meio ambiente.

Após feitas várias pesquisas foi possível notar que essas pessoas realmente necessitam obter um método para receber energia e pensando nisso, será construído um projeto onde será utilizada energia solar fotovoltaica, que basicamente funciona com o sol onde as placas solares recebem a luz do sol e a convertem em energia elétrica (Efeito Fotovoltaico).

A presente pesquisa busca propor uma solução viável para iluminação pública em lugares inacessíveis de pobreza, pensando na importância que o acesso a rede elétrica traz à sociedade, pois é um bem primordial para todos, pois trouxe com ela transformações importantes e permanentes. É, portanto, um bem de grande importância para o desenvolvimento social e econômico de um país (MASARO, 2016).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1.CONTEXTO DO PROBLEMA ESTUDADO E DA PROPOSTA

“Sete cidades onde ter luz em casa é privilégio de poucos” (Exame, 2015), esta foi uma manchete postada no portal de notícias da revista Exame, em 19 de janeiro de 2015.

Segundo a mesma fonte, no Brasil apenas 170 municípios possuem acesso a energia elétrica, nos outros 5.394 municípios, uma parcela da população vive no escuro, porém existem sete cidades onde a situação é ainda mais precária pois não há luz, além do não acesso a corrente elétrica, estas cidades têm em comum, além de um número menor de dez mil habitantes um índice de desenvolvimento humano muito baixo. É possível observar dados do IBGE que demonstram essas desigualdades no sistema energético no Brasil, todavia, apenas expondo o problema, não é possível encontrarmos soluções.

A energia renovável é considerada uma fonte de suprimento inesgotável a longo prazo e os elementos utilizados como matéria-prima podem ser recompostos na natureza. Em contrapartida, considera-se como fonte de energia não-renovável a utilização, por meio do sistema, de recursos que irão se esgotar na natureza (CEMIG, 2012).

Um projeto caracterizado pela geração de energia renovável e limpa a partir de placas fotovoltaicas, com a finalidade de iluminar espaços carentes de iluminação. Além disso, a execução da proposta irá reduzir gastos que a iluminação pública acaba gerando no bolso de todos que usufruem do bem da energia elétrica em sua residência.

O projeto será desenvolvido a partir de um sistema *off grid*, que nada mais é, que um sistema autônomo ou isolado, que é caracterizado pelo autossustento. Ou seja, é preparado para armazenar a energia durante o dia sem depender da rede elétrica, armazenará energia solar excedente em baterias para ser utilizada quando não houver produção. O protótipo funcionará a partir de um poste, uma bateria recarregável, podendo armazenar energia solar, uma lâmpada de led para mais economia e durabilidade, mini placas fotovoltaicas.

As mini placas fotovoltaicas funcionam a partir da incidência de fótons do sol na placa criando uma corrente elétrica devido ao fluxo de elétrons na célula de silício presente na mini placa fotovoltaica, porém com menor capacidade de geração que uma placa tradicional devido a quantidade menor de células. E por fim, um controlador de carga sem precisar usar cabos ou qualquer outro componente elétrico sendo altamente econômico e sustentável como fonte de energia elétrica limpa e com baixo custo sem precisar de manutenções constantes.

Dessa forma, gerando energia limpa e renovável e com alto benefício ao longo dos anos, além disso o projeto deve gerar o suficiente de energia para manter a lâmpada acesa durante a noite e armazenar a energia restante para ser usada em dias nublados, em que as placas são desfavorecidas, para que o projeto funcione com máxima eficiência.

Este projeto trata-se de um sistema de energia totalmente autônomo, pois utiliza a energia do sol como sua primeira fonte de abastecimento e as baterias como fonte secundária, onde a luz vem dos LED's. Esse sistema foi pensado como alternativa para locais de difícil acesso e também pode ser utilizado como iluminação de emergência nos centros urbanos.

Dentre os principais materiais utilizados estão os LEDs, a placa solar e a bateria. A bateria como sendo uma das partes mais sensíveis do sistema, deve ser utilizada com cuidado, pois sua vida útil é curta, até 4 anos. Mas se forem utilizadas de maneira incorreta, sua vida útil será bastante reduzida.

Por se tratar de uma placa solar pequena, será necessário colocá-la em um ponto estratégico, buscando maximizar sua eficácia para que apenas uma placa seja capaz de gerar energia para todos os LEDs. Os circuitos foram pensados para que não exista pontos de perda de energia, assim utilizando-se do máximo da capacidade de placa.

O projeto do sistema de eletrificação residencial fotovoltaica do Ceará faz parte da primeira fase do acordo NREL/CEPEL/COELCE, e é parte integrante do Programa LUZ DO SOL. O sistema foi instalado em várias localidades do interior do Ceará, conforme ilustra a Figura 1. Foram também implantados sistemas de iluminação pública em cada localidade onde foram instalados sistemas residenciais e escolares.

Figura 1. Casas com o sistema de eletrificação.



Fonte: NREL/CEPEL/COELCE.

Na Tabela 1 constam os municípios onde foi instalado o Sistema de Eletrificação no estado do Ceará.

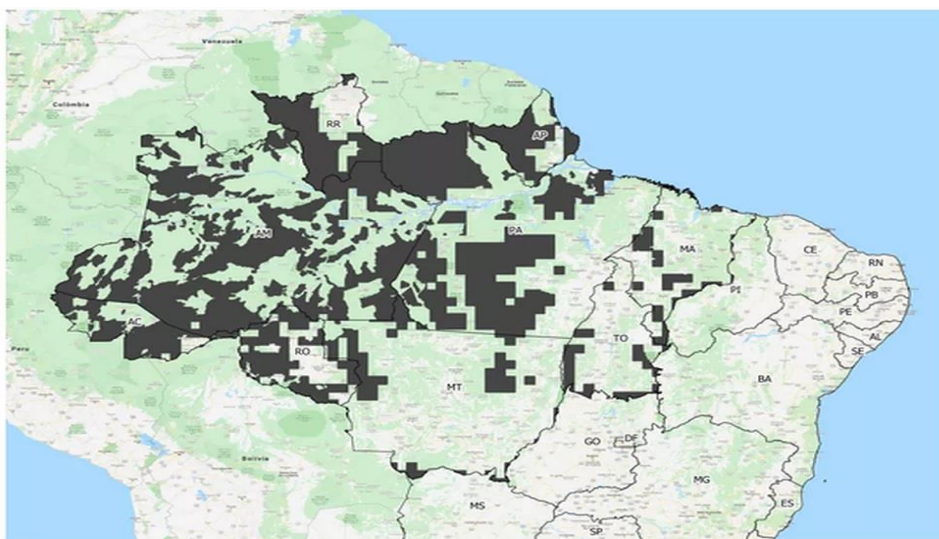
Tabela 1. Municípios contemplados com o sistema de eletrificação no Ceará.

LOCALIDADE		NÚMERO DE SISTEMAS RESIDÊNCIAIS
VILA	MUNICÍPIO	
Baixio Grande	Alto Santo	55
Alto Grande	Apuiarés	12
Lagoa das Pedras	Apuiarés	42
Bonitinho	Canindé	73
São Serafim	Canindé	65
Riacho das Pedras	General Sampaio	7
Cajazeiras	General Sampaio	10
São Tomé	Itapipoca	35
Lagoa da Cruz	Itapipoca	62
Bastiões	Itapipoca	33
Irapuá	Pentecoste	26
Cacimbas	Pentecoste	11
Lagoa do Feijão	Quixadá	32
Cordeiros	São Gonçalo do Amarante	29
TOTAL		492

Fonte: NREL/CEPEL/COELCE.

A Figura 2 mostra as áreas (destaque em cinza escuro) onde estão concentrados os brasileiros que vivem sem eletricidade na Amazônia.

Figura 2. Mapa identificando as áreas carentes de energia elétrica.



Fonte: Instituto de energia e meio ambiente.

Na Tabela 2 constam os estados e percentual de pessoas que vivem sem energia elétrica na Amazônia Legal.

Tabela 2. Percentual da população que vive sem energia elétrica por estado.

UF	População sem acesso à energia elétrica	Percentual em relação à população total do respectivo estado
AC	87.074	10,0%
AM	159.915	3,9%
AP	25.593	3,1%
MA	121.326	1,7%
MT	21.655	0,6%
PA	409.593	4,8%
RO	107.749	6,1%
RR	22.848	4,0%
TO	34.350	2,2%
Total	990.103	3,5%

Fonte: IEMA

Para calcular a quantidade de painéis solares para uma residência, considera-se os seguintes fatores:

- Média de radiação solar no local;
- Potência do painel solar;
- Consumo elétrico;

Para calcular a geração de uma placa solar utiliza-se o seguinte princípio:

$$\text{Energia} = \text{potência do módulo solar} \times \text{tempo} \times (\text{rendimento})$$

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DO EXPERIMENTO

Para caracterizar o experimento foi necessário a produção do protótipo em uma escala reduzida. Nela se encontram os seguintes componentes:

- 5 leds;
- 1 Bateria de motocicleta;
- 1 Carregador fotovoltaico;
- Casas e postes em escala reduzida.

Toda energia que será gerada com a energia solar pelo carregador fotovoltaico, será armazenado na bateria, e depois disso será distribuído para os postes (iluminação pública).

2.1.1.1 COLETA DE DADOS

Para obter os dados e informações referentes a energia solar foi realizada a pesquisa bibliográfica, pois os dados foram retirados de pesquisas, artigos e revistas. Esta análise também pode ser chamada de levantamento bibliográfico.

Demonstrando-se uma pesquisa que busca aproveitar o grande potencial do país em relação a energia solar, de uma maneira ao qual é ofertada a pessoas que são carentes de iluminação pública, a pesquisa pode ser caracterizada como de natureza aplicada, que segundo Silva (2004), tem como objetivo gerar conhecimento para serem aplicados a fim de solucionar problemas objetivos, envolvendo interesses locais.

A pesquisa busca explicitar, por meio de dados, o crescimento da energia solar no país, e então aplica uma abordagem qualitativa, que de acordo com Fonseca (2002), se centra na objetividade e obtém resultados que podem ser quantificados.

2.1.1.1.1 TRABALHO EM LABORATÓRIO

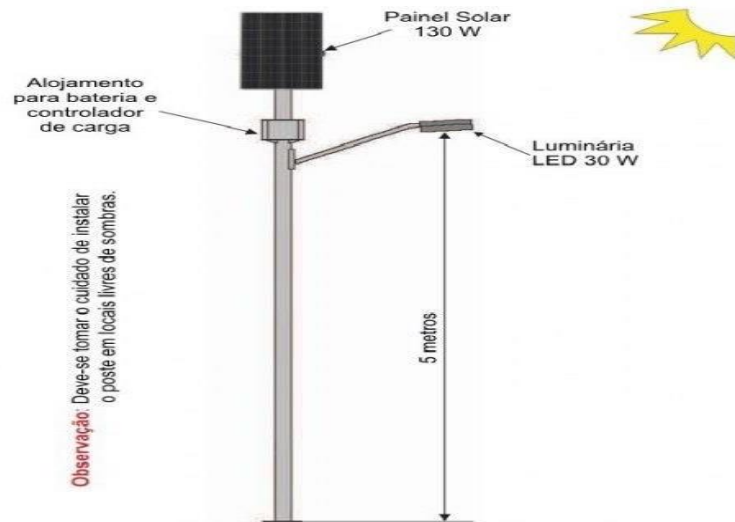
Para explorar além das bibliografias, fez-se necessário a utilização da análise laboratorial, onde o objetivo foi esclarecer e dar mais detalhes do tema, permitindo assim que os envolvidos possam desenvolver novas ideias com uma visão mais clara sobre o tema (GIL, 2009).

Na primeira etapa foi conceituado o que consiste um sistema de energia solar, em seguida, demonstrar como irá funcionar o sistema de uma luminária solar na iluminação pública.

2.2 PROTÓTIPO

A Figura 3 ilustra uma representação gráfica do protótipo desenvolvido.

Figura 3. Representação gráfica do protótipo desenvolvido pela equipe.



Fonte: os autores.

Na Figura 4 observa-se a representação gráfica do protótipo em cores com a indicação dos componentes.

Figura 4. Representação colorida do protótipo.



Fonte: os autores.

Analisando a Figuras 5 e a Figura 6, verifica-se o projeto construído em escala reduzida.

Figura 5. Vista lateral do protótipo iluminado.



Fonte: os autores.

Figura 6. Vista frontal do protótipo iluminado.



Fonte: os autores.

2.3 CUSTOS

Na Tabela 3 constam os custos para desenvolvimento do projeto em escala reduzida.

Tabela 3. Custos para construção do protótipo.

Materiais Utilizados	R\$
Carregador Solar	89,90
Leds	6,89
Bateria de Motocicleta	70,00

Fonte: os autores.

CONCLUSÃO

Após realizar diversos testes no projeto em escala reduzida foi possível chegar na seguinte conclusão:

- É possível gerar energia através de uma mini placa solar de 5v para alimentar 8 LED's;
- Se fez necessário também o uso de uma bateria de motocicleta, para que fosse possível acender todos os LED's;
- Sendo assim, a utilização do projeto é viável em zonas rurais ou locais com uma população de baixa renda, onde não existe iluminação pública, podendo auxiliar também na segurança dos moradores daquela região.

REFERÊNCIAS

CEPEL. 2006. ENERGIA SOLAR: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES, Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 09/08/2022.

EXAME. 2015. 7 cidades onde ter luz em casa é privilégio de poucos. Disponível em: <https://exame.com/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/>. Acesso em: 28/05/2022.

GALILEU. 2019. MAIS DE 990 MIL PESSOAS VIVEM SEM ENERGIA ELÉTRICA NA REGIÃO AMAZÔNICA. Galileu, Brasil, 27/11/2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/11/mais-de-990-mil-pessoas-vivem-sem-energia-eletrica-na-regiao-amazonica.html>. Acesso em: 15/05/2022.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2009. Hollanda.

GVAA. 2020. GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA. Editora Verde, Pombal-PB, 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/8451/7987>. Acesso em: 10/05/2022.

IEMA. 2022. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível: <https://iema.es.gov.br/> Acesso em: 10/08/2022.

MASARO, L. Um Outro Fim do Mundo é Possível: energia, entropia e o colapso da civilização industrial, São Paulo, 2016. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2016.

MULTIVIX. 2021. ANÁLISE DA EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL. Revista esfera tecnologia, Brasil, 2020. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2021/05/revista-esfera-tecnologia-v05-n01-artigo01.pdf>. Acesso em: 15/05/2022.

PORTAL SOLAR. 2022. DE QUANTOS PAINÉIS SOLARES PRECISO PARA UMA RESIDÊNCIA. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quantos-paineis-solares-preciso-para-residencia.html>, Acesso em: 08/08/2022.

UFOP. 2022. ENERGIA SOLAR: ESTUDO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID E OFF-GRID. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA_EnergiaSolarEstudo.pdf, Acesso em: 08/08/2022.

IMPRESSÃO 3D: CONSTRUÇÃO DE PRÓTESE DE MÃO

Leonardo Dias de Oliveira¹
Rodrigo Lima²

Resumo: Os dispositivos que imprimem em 3 dimensões (impressoras 3D) vem se tornando muito popular nos dias atuais, devido a seu baixo custo, fabricando desde peças simples e peças mais complexas, com curvas e cantos em varios angulos com varios encaixes. Neste trabalho fez-se uma revisão sobre impressoras 3D. A impressão 3D foi desenvolvida para agilizar o processo de fabricação de peças de plásticos que na década de 1980 que demorava em média 60 dias, para ficarem prontas, o processo de fabricação se dá através da manufatura de material, sendo o contrario ao processo de fabricação convencional que é a remoção de material, a impressão 3D está ganhando mais espaços em varios ramos de atuação, como na medicina, onde a criação de próteses se tornou mais rápido e viavel devido a facilidade de contruir uma a partir das medidas do paciente, geralmente usado em crianças, outro ramo notável é a construção civil, onde varias empresas no mundo começaram a desenvolver pavimentos contruidos a partir da impressora 3D. Com base nos dados recolhidos, será desenvolvido uma prótese de mão, pois sabendo da dificuldade enfrentada pelos pacientes que perderam seu membro, onde a relatos de que alguns sentem a dor fantasma causada pela falta do membro, viu-se a necessidade de um prototipo de mão desenhado através do Solid EDGE, para que a sociedade assolada por esse problema da regioao de Telêmaco Borba-PR possa ser beneficiada num futuro próximo com um projeto social.

Palavras-chave: Impressão 3D; Aplicação; Próteses.

Abstract: Devices that print in 3 dimensions (3D printers) have become very popular nowadays, due to their low cost, manufacturing from simple parts to more complex parts, with curves and corners at various angles with various fittings. In this work, a review of 3D printers was made. 3D printing was developed to speed up the manufacturing process of plastic parts that in the 1980s took an average of 60 days to be ready, the manufacturing process takes place through the manufacture of material, the opposite of the manufacturing process. conventional, which is material removal, 3D printing is gaining more space in various fields of activity, such as medicine, where the creation of prostheses has become faster and more viable due to the ease of building one from the patient's measurements, usually used in children, another notable branch is civil construction, where several companies in the world began to develop floors built from the 3D printer. Based on the data collected, a hand prosthesis will be developed, because knowing the difficulty faced by patients who have lost their limb, where the reports that some feel the phantom pain caused by the lack of the limb, it was seen the need for a prototype of hand drawn through Solid EDGE, so that the society ravaged by this problem in the region of Telêmaco Borba-PR can be benefited in the near future with a social project.

Keywords: 3D printing; Application; Prosthetics.

¹Graduando de Iniciação Científica/curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. leonardodias270@gmail.com

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

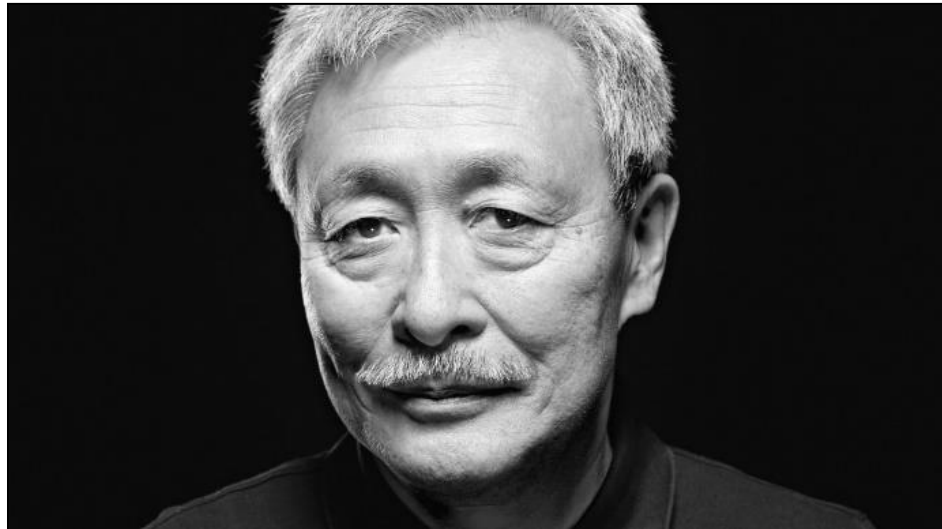
1. INTRODUÇÃO

A impressão 3D tem como fundamento o processo de manufatura de objetos sólidos tridimensionais, que se baseia na adição de materiais por camadas a partir de algum arquivo digital, o princípio da impressora é o oposto de equipamentos de usinagem que usam a retirada de materiais para dar forma ao objeto, como as fresadoras CNC (ADAMS, 2015).

Uma impressora 3D pode ser montada em vários ambientes, tanto em um laboratório como dentro de uma residência convencional (MIRANDA, M. M., 2020). É possível fabricar uma de modo caseiro, comprando peças como bico de extrusão, motores de eixos, motor para o bico, um kit arduino para fazer a programação, uma mesa aquecida e filamentos (ABS que são derivados do petróleo ou PLA biodegradáveis (fabricado a partir do amido de milho e cana de açúcar). Após a montagem, pode-se fabricar algumas peças e montá-la por completo. Também é possível comprar uma pronta, através de empresas que fabricam as impressoras (BOGDANOV, 2019).

A impressora 3D é um caminho alternativo para produção com valores menos elevados nas mais diversas áreas, mas apresenta problemas característicos como o resfriamento muito rápido do material, que acaba causando fissuras entre as linhas do processo, e o superaquecimento do material a ser depositado, causando deformações na peça fabricada (POWELL, 2016). Embora todos achem que a impressão 3D seja algo recente, mais os primeiros artigos documentados sobre a impressão 3D surgiram na década de 80, pelo advogado japonês Hideo Kodama (**Figura 1**). Hideo Kodama, foi o pioneiro na prototipagem rápida, publicando o primeiro relato de um sistema de prototipagem rápida de foto polímero em funcionamento, e construindo um modelo impresso sólido, usando camadas diferentes, cada uma correspondendo a uma fatia transversal na estrutura (HIDEO, K. 2014). Ele desenvolveu dois métodos de manufatura aditiva para produções de modelos de plásticos, onde o mesmo usava luz UV para curar resinas fotossensíveis, porém ela não foi finalizada a tempo e Hideo não conseguiu terminar e perdeu o apoio para continuar o desenvolvimento (HIDEO, K., 1981a; HIDEO, K., 1981b).

Figura 1: Hideo Kodama pioneiro na prototipagem rápida.

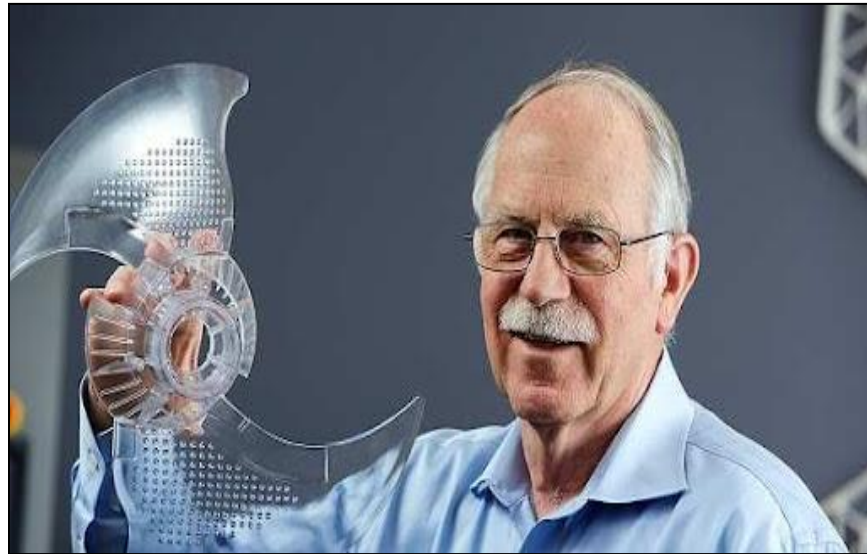


Fonte: DONE, 2021.

Alguns anos depois, na França, Alain Le Méhauté e Olivier de Witte, que trabalhavam na Alcatel-Alsthom, tentaram desenvolver um equipamento que combinasse formas geométricas complexas com tecnologias de lasers e materiais fotossensíveis, para trazer peças digitais ao mundo real. Compartilharam a ideia com Jean Claude André, que trabalhava no Centro Nacional Francês de Pesquisa Científica (CNRS), que mostrava interesse no projeto, mais o mesmo não foi aprovado pela CNRS (LAM, H. K. S., 2019). Em 1984 Charles Hull (**Figura 2**), criou a primeira impressão 3D, utilizando a estereolitografia, tecnologia precursora da 3D (HULL, C. W., 2015).

Em 1986 Hull registrou a sua primeira patente, com nome de estereolitografia, e no mesmo ano inaugurou a própria empresa, a “3D Systems, e em 1988 lançaram a primeira impressora 3D (SLA-1), com um processo onde um feixe de luz incidia em um tanque de resina com fotopolímero (material polimérico que muda de líquido para sólido quando a luz incide sobre ele), revolucionando a produção de pequenas peças de plástico (GOKHARE, V. G., 2017).

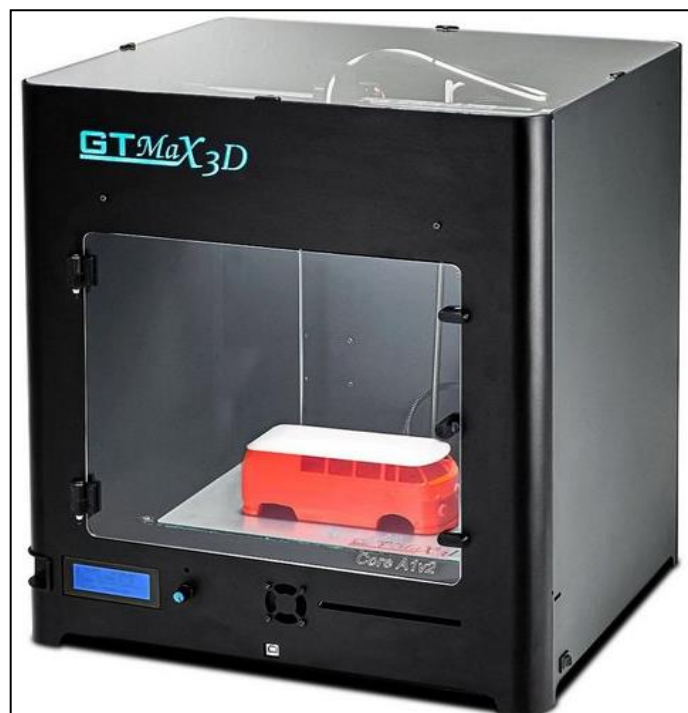
Figura 2: Charles Hull: Criador da primeira impressão 3D.



Fonte: (HULL, C., 2021)

Uma impressora é composta por uma mesa, por um bico extrusor, por um gabinete fechado, por três eixos um na vertical e outro na horizontal e eixo de profundidade, um suporte para o rolo de filamentos, uma porta de acesso frontal e uma porta superior caso necessite. Na **Figura 3** apresenta-se um exemplo de impressora vendida comercialmente e presente na Instituição na qual o projeto está sendo desenvolvido.

Figura 3: Imagem ilustrativa da impressora 3D GTMAX 3D (GTMAX 3D, 2021).



Para operar uma impressora 3D, necessita-se de um conhecimento prévio sobre expressão gráfica computadorizada, visto que é necessário desenhar o que é desejado em um software, uma das possíveis sugestões é o uso do software *Solid Edge* (SIEMENS, 2022), depois exportamos para o Repetier (REPETIER, 2022), onde o arquivo é convertido para o formato que a impressora 3D suporta, onde podemos usar o próprio computador na impressora ou usar um micro SD onde logamos direto na impressora para iniciar a impressão 3D.

O preço médio de um filamento pode custar em torno de R\$ 58,00 à R\$ 100.173,90. Já o preço de uma impressora varia de R\$1.399,20 a R\$100.000,00. Na **Figura 4** tem-se um exemplo de filamentos.

Figura 4: Exemplo visual de filamentos para impressão



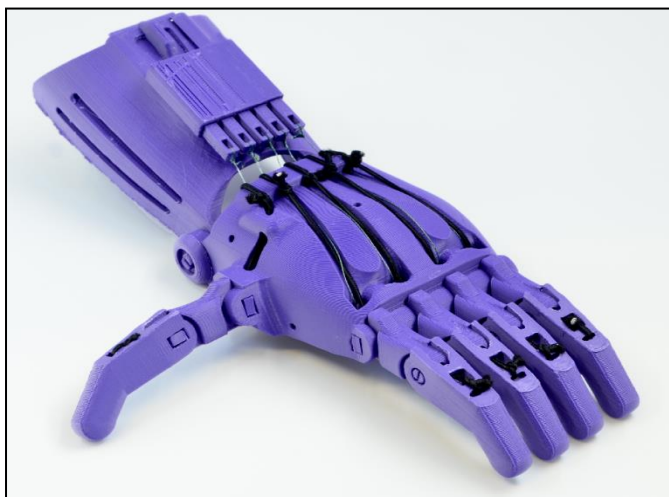
Fonte: THÓRUS ENGENHARIA, 2021.

Pode-se encontrar aplicações práticas provindas das impressoras 3D em diversas áreas de atuação, como na medicina, construção civil e gastronomia. Diversos podem ser os materiais utilizados (**Tabela 1**), alguns materiais e várias técnicas de impressão, tendo um baixo custo e fácil manejo.

A medicina é uma das áreas com um maior impacto do uso da impressão 3D, pois ajuda a desenvolver inúmeros objetos destinados a procedimentos e tratamentos. Como por exemplo uma prótese de mão (Figura 5), que tem um custo inferior as que tem no mercado (STOCCO,

T. D., 2020).

Figura 5: Prótese de Mão.



Fonte: VIEIRA, 2021.

Neste trabalho tem-se uma revisão de material informativo sobre algumas impressoras disponíveis para montagem/compra, bem como materiais para que a impressão seja possível. A revisão é parte integrante do projeto de iniciação científica “Próteses x Ausências”, onde serão desenvolvidas próteses de mãos para pessoas que sofrem de distúrbios como síndrome do membro fantasma (COUCH, 2016).

2. DESENVOLVIMENTO

Nesta nova fase do projeto, onde ocorreu pesquisas sobre o assunto de amputações de mãos, benefícios de uma prótese de mão para pessoas que sofrem por falta de membro superiores.

Um dos aspectos que mais chamam a atenção nos portadores de amputação é a chamada “dor fantasma”. Ela significa a percepção dolorosa de partes do membro que foram retiradas na cirurgia de amputação. Esse tipo de dor costuma se manifestar de maneira intensa e pode até interferir no processo de reabilitação. Seu surgimento pode se dar precoce ou tardiamente à intervenção e com duração imprevisível.

O processo de protetização não é algo fácil, por isso, é necessário um programa nas várias fases de reabilitação para a otimização da funcionalidade e desempenho ocupacional do usuário. “É um processo que vai muito além do abrir e fechar os dedos. Os pacientes precisam ser treinados para o reaprendizado de funções, como: lavar a louça, escrever, se alimentar, entre outras. É um acompanhamento por vezes longo, mas muito prazeroso em cada avanço de etapa” (HELENA, 2021).

As próteses confeccionadas na impressora 3D têm vantagens significativas em relação às comuns. Além de serem confeccionadas levando-se em conta as peculiaridades de cada paciente, elas são de fácil customização, o material é mais leve e não apresenta restrição ao uso na água. Todo o processo é realizado por impressão 3D visto que todas as junções também podem ser produzidos pela impressora.

Outro ponto comemorado pelos pacientes, principalmente os infantis, é que o material pode ser personalizado como desenho de super-heróis e borboletas, além de oferecer opções de cores próximas aos tons de pele, para quem prefere uma prótese com material mais discreto.

Outro grande benefício é que as crianças podem ter suas mãos consertadas com uma velocidade incrível caso quebrem alguma peça acidentalmente, o que dá a elas a liberdade de usar a mão robótica como bem entenderem, seja para nadar, brincar ou correr, sem precisar temer uma possível quebra da prótese. Durante a fase de crescimento, as mãos feitas com impressoras 3D também são simples de adaptar ao desenvolvimento e crescimento dos pequenos: basta aumentar as falanges e ajustar as tiras que se prendem ao braço.

A alguns modelos de próteses sendo comercializadas no mundo, a que mais está ganhando espaço é as mãos bionicas feitas de impressão 3D, a grande diferença das convencionais, é que as bionicas, desenvolvida pelo engenheiro Tunisiano Mohamed Dhaouafi usam sensores musculares, que captam contrações do musculo, onde o mesmo é direcionado para um programa de arduino, que transforma em movimento para os dedos, geralmente o funcionamento bionico está concentrado em 4 dedos, e o dedão é mecanico tendo que fazer o seu fechamento manual demonstrado na figura 6.

Figura 6: Prótese Bionica do engenheiro Tunisiano



Fonte: ISTOÉ, 2019.

A prótese mais usada, é a convencional apresentado na Figura 7, onde seu movimento é causada por elásticos, presos geralmente entre os cotovelos e pulsos, onde conforme o movimento do braço os dedos se fecham.

Figura 7: Prótese convencional



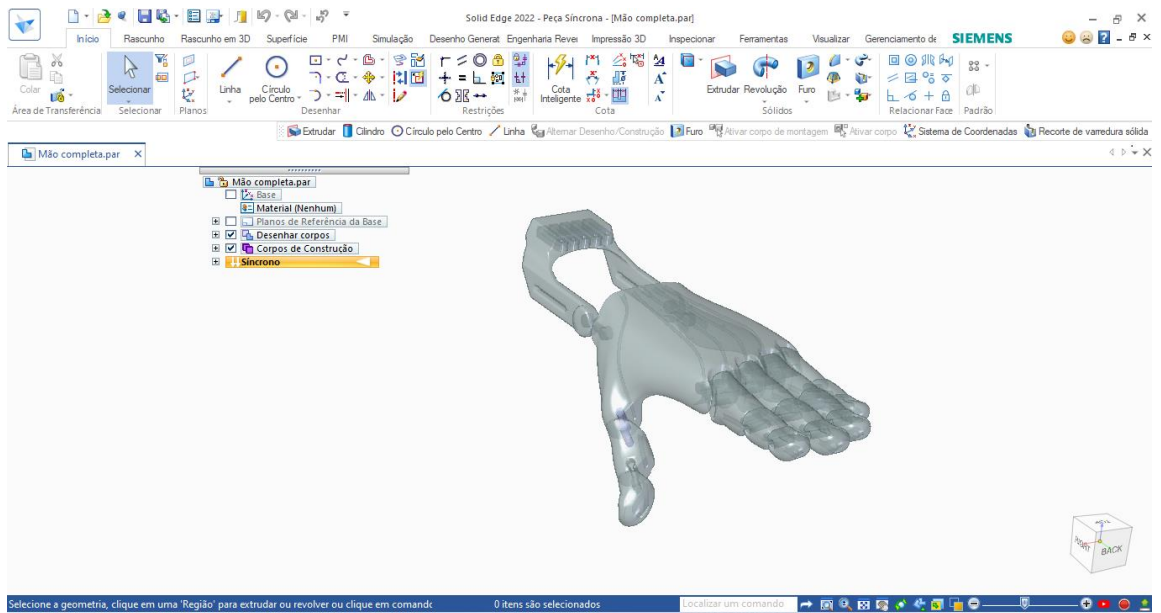
Fonte: Bitfab, 2020.

Após pesquisa de quais eram as próteses de mão mais utilizadas e de baixo custo, tomou-se iniciativa para a construção de uma prótese de impressão 3D, onde foi utilizado o programa Solid Edge (SIEMENS, 2022) para desenvolvimento do protótipo, onde foi desmembrado a mão em partes, simbolizando todos os ossos que a compõem, pois necessita de mobilidade a mão a ser desenhada.

Com esse desmembramento foi possível desenhar com clareza e com maior riqueza de detalhes cada parte móvel da mão humana, trazendo assim uma maior confiabilidade nos detalhes, e conforto na hora da montagem necessitando de menos ajustes para a montagem final.

Na Figura 8, podemos ver mão montada com todos os componentes existentes.

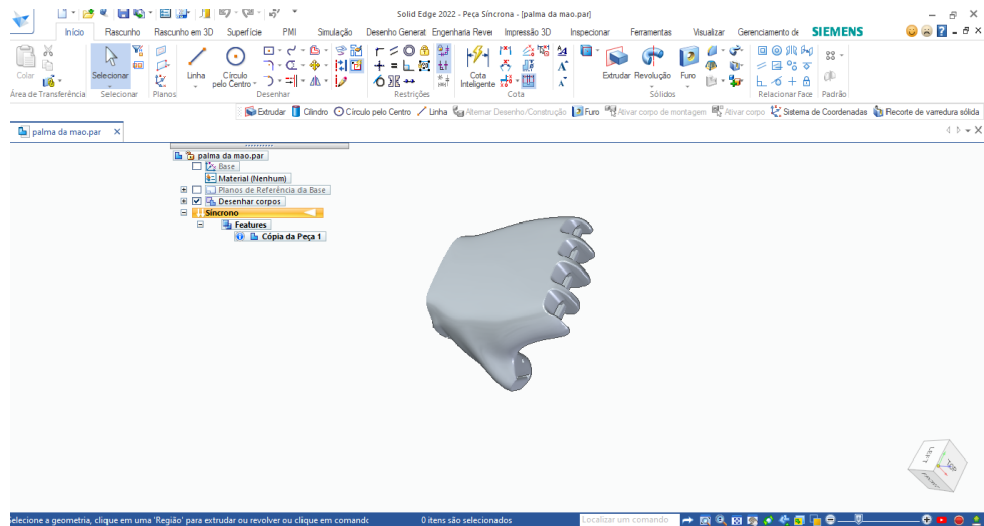
Figura 8: Mão completa



Fonte: O autor.

A primeira parte a ser desenhada foi a palma da mão para poder dar dimensões ao resto da mão (Fig. 9).

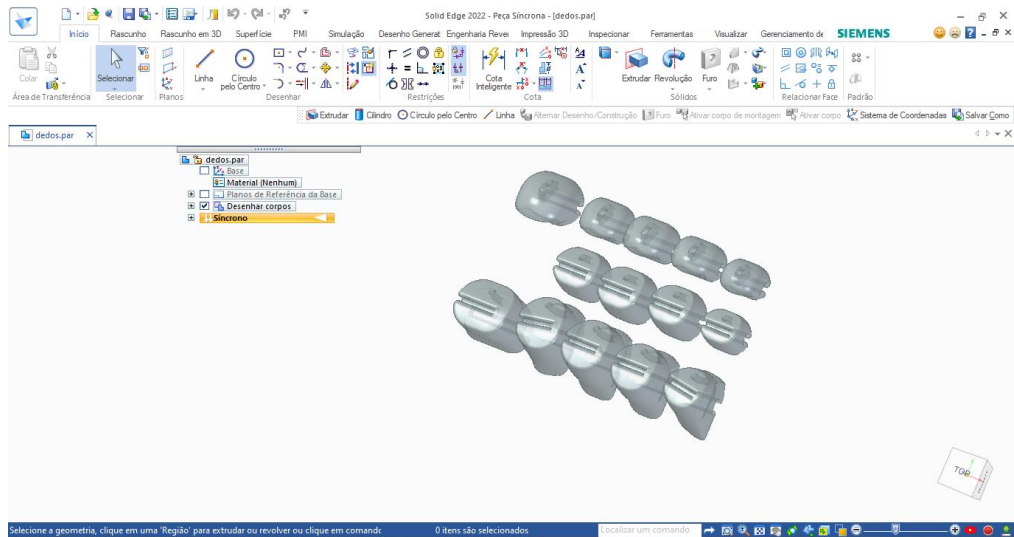
Figura 9: Palma da mão



Fonte: O autor.

O próximo passo foi desenhar todos os dedos dando as dimensões e formas necessárias para um bom encaixe e acabamento e logo após foram agrupados todos para impressão (fig. 10).

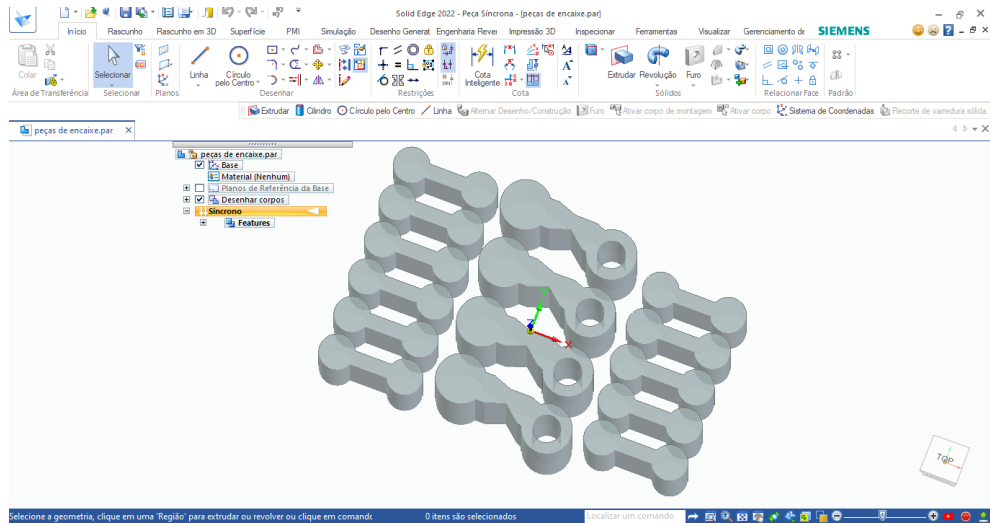
Figura 10: Dedos da Mão



Fonte: O autor.

Após desenhar todas as partes maiores da mão, foi dado prosseguimento ao projeto, desenhando as junções (fig. 11), para que ficassem de forma adequada sem a necessidade do uso de parafusos para fixação, e que atendessem todos os movimentos desejados na sua forma final, tendo precisão e resistência adequada para que não se rompa ao ser exigido.

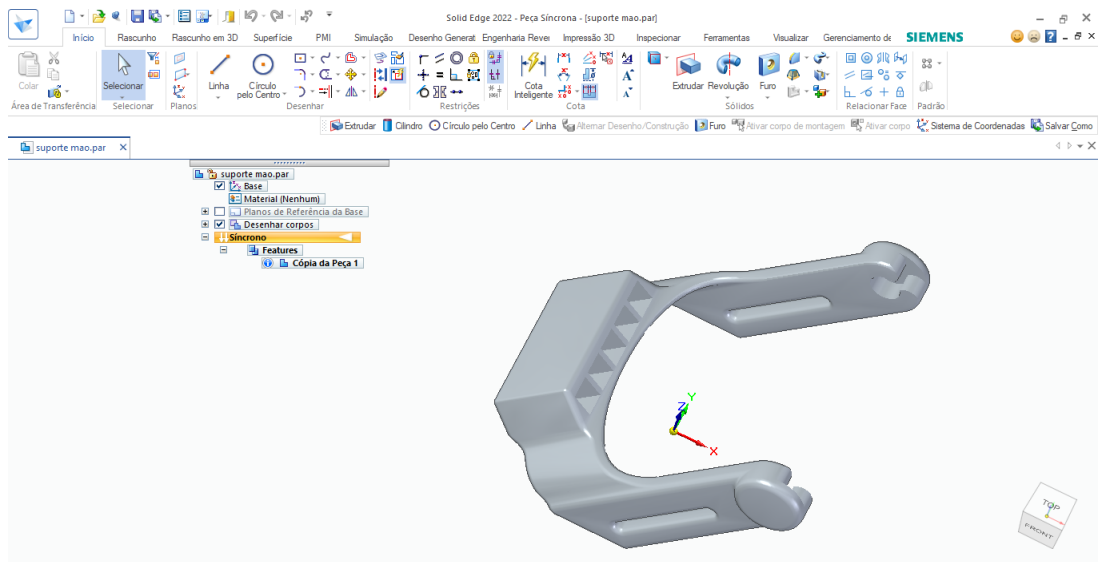
Figura 11: Junções dos dedos.



Fonte: O autor.

E para encerrar o desenho, foi criada a peça de suporte da mão (fig. 12), onde será fixada a mão e onde irá passar os elásticos que darão tensão para o fechamento dos dedos.

Figura 12: Suporte



Fonte: O autor.

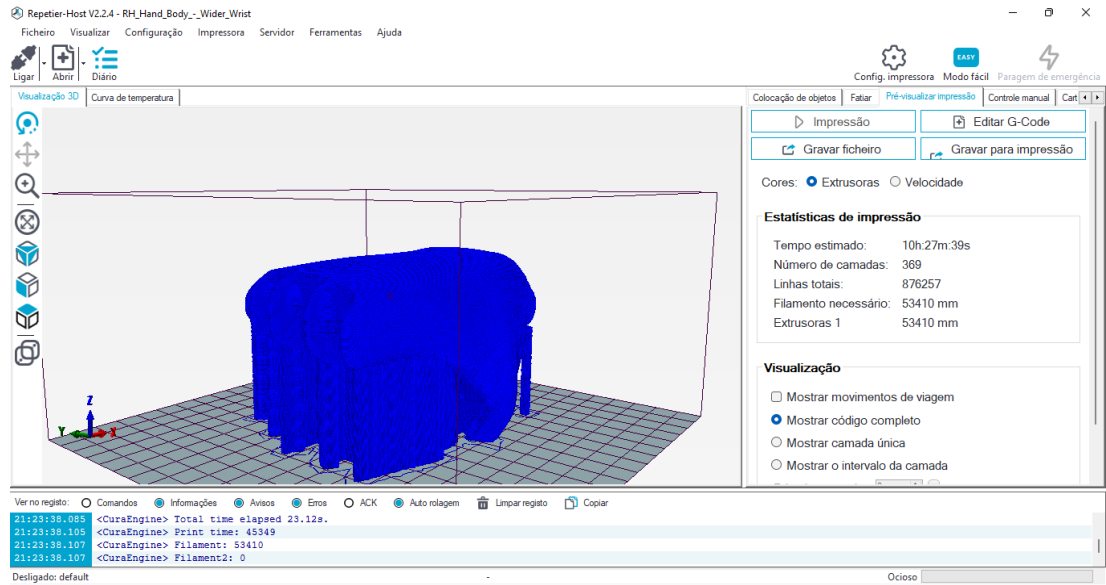
Após a moldagem completa do desenho, com todas as partes devidamente desenhadas, partiu-se para uma nova etapa, onde será feita as impressões.

Para isso fui usado o programa para impressão REPETIER HOST, onde o mesmo faz o fatiamento da peça, mostrando todas as camadas de material, quando de material que será usado

e quanto tempo de duração para impressão, com a melhor qualidade possível para que se tenha um acabamento melhor, para que não haja necessidade de ajustes manuais na montagem.

O primeiro item abordado para impressão foi a palma da mão como podemos ver na Fig. 13, onde foram acrescentados os suportes para impressão, e com seu tempo de impressão de 10h:27m:39s, com 369 camadas de material depositado e usado 53410 mm de filamento para sua confecção.

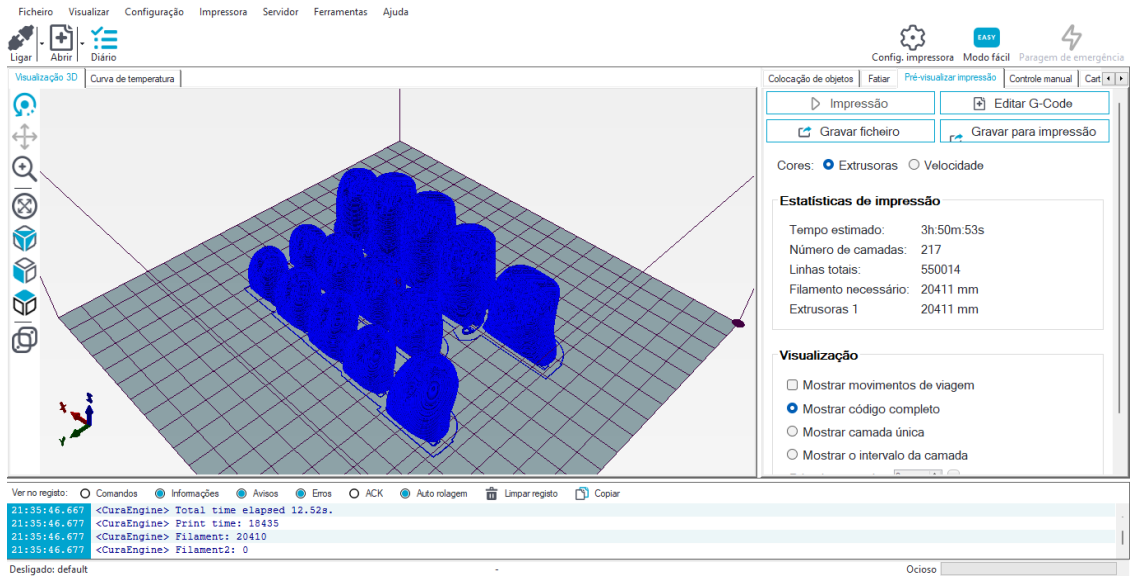
Figura 13: Fatiamento da Palma da mão



Fonte: O autor.

Na Fig. 14 temos o fatiamento de todos os dedos, onde não necessitou o acréscimo de suportes para impressão. Seu tempo de impressão foi de 3h:50m:53s, com 217 camadas em cada parte dos dedos usando um total de 20411mm de filamentos na confecção.

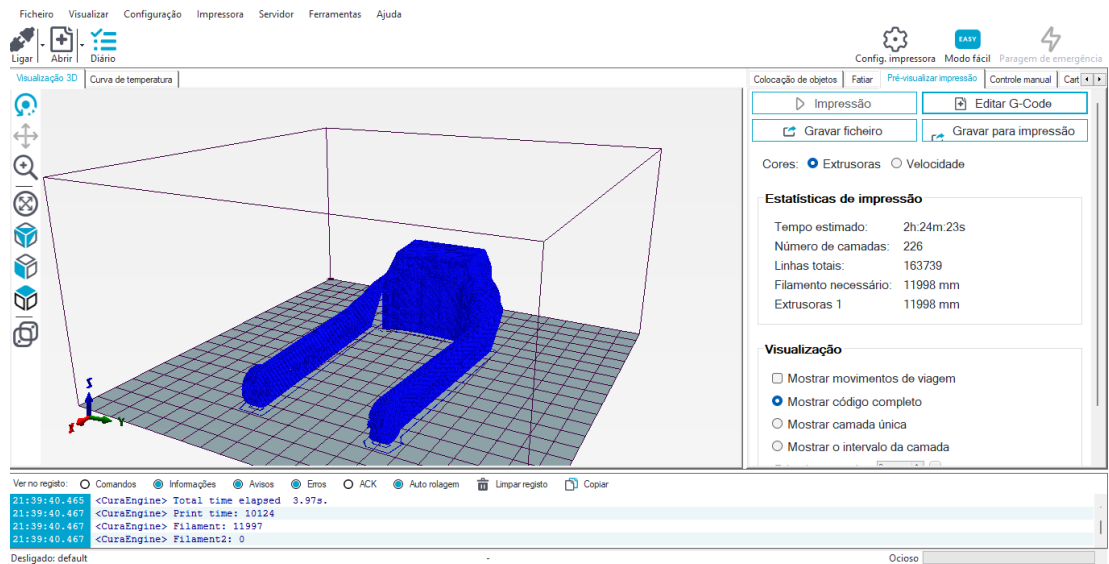
Figura 14: Dedos em fatiamento



Fonte: O autor.

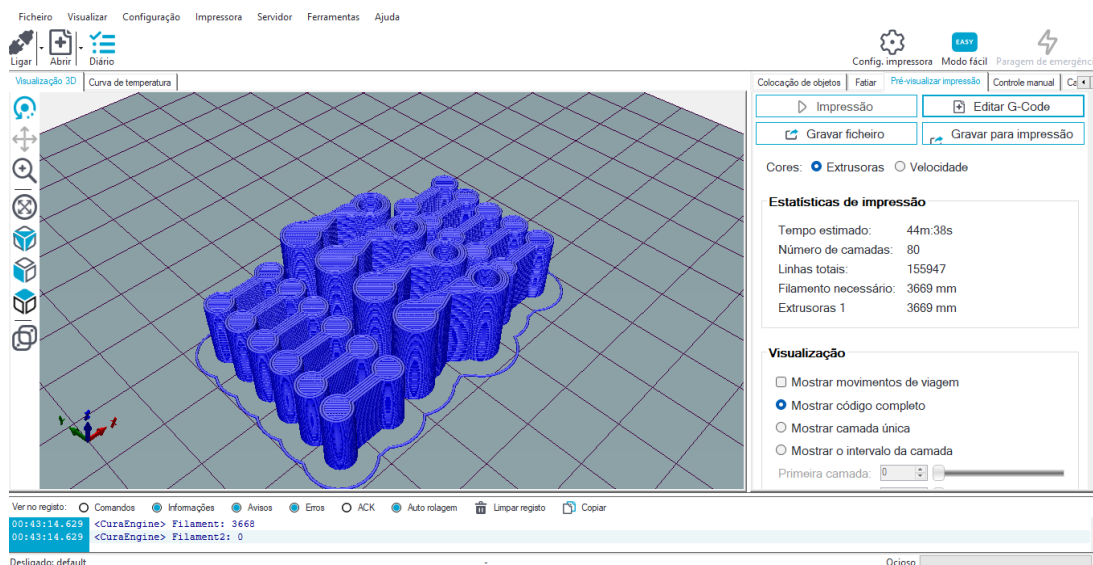
Na próximas Fig. 15 e 16, temos as junções e o suporte para a mão, onde o suporte Fig.14 necessitou fazer suportes de impressão, para uma melhor impressão, com uma duração de 2h:24m:23s com 226 camadas depositadas, usando um total de 11998mm de filamento, e as junções com um tempo de 40m:38s, com 80 camadas de material depositado e com um total de 3669mm de filamento usado.

Figura 15: Suporte



Fonte: O autor.

Figura 16: Junções dos dedos.



Fonte: O autor.

Alguns materiais não foram construídos através da impressora 3D, como os elásticos a serem usados, as tiras para fixação nos braços, pois são materiais que não consegue-se reproduzir em impressão 3D até o momento.

CONCLUSÃO

O Presente trabalho, teve como finalidade pesquisar todos os tipos de impressoras que existem no mercado hoje, e todos os tipos de filamentos, e criar um protótipo de próteses de mão para um maior conhecimento do assunto e para que em um futuro próximo possa ser discutidos assuntos sociais, para a implementação dessa tecnologia de baixo custo na nossa região para pessoas que sofrem de doenças congênitas ou que sofreram alguma perda de membro superiores em algum tipo de acidente ou doença, e que por algumas razões como a falta de agilidade por parte do Sistema de Saúde Pública (SUS) em aquisição de próteses, possam adquirir próteses em impressão 3D de baixo custo, com maior agilidade, um dos pontos mais relevantes na questão das próteses em 3D é o fato de crianças que as usam poderem ter uma vida onde possam correr, nadar sem risco de oxidação e brincar sem se preocupar de quebrar as próteses, pois a substituição das peças é rápida e barata, pois como não usam parafusos e não são fabricadas de metal e sim de plásticos, o processo se torna mais fácil, e um dos fatores contribuintes também é o fato de poderem ser construídas com materiais biodegradáveis para crianças, pois conforme seu crescimento são substituídas ao longo do

caminho da vida, e com esse tipo de material não degradam o meio ambiente, com grande diferença das tradicionais, com são fabricadas de metais e materiais que não se degradam facilmente na natureza.

Foi constatado no trabalho, algumas dificuldades, como a falta de conhecimento do corpo humano, mais específico a “mão” pois cada corpo pode conter diferentes tamanhos de mãos, e que para desenvolver várias próteses de mãos haverá a necessidade de ajustes do projeto, não podendo construir uma mesma mão para todos com um só desenho. Mesmo com todas essas dificuldades, o projeto de prótese de mão em impressão 3D é viável pois ainda assim é mais ágil na confecção, e se houver algum imprevisto poderá ser feito ajustes na modelagem, para que o mesmo seja adaptado e único para aquele que a estiver usando.

Outra dificuldade foi o modelo de impressora existente na instituição, pois a mesma contém algumas avarias, e sua precisão não traz muita exatidão no processo de impressão, onde a mesma sai com muitas deformações tendo que dar acabamentos manuais onde os encaixes desenhados, não se encaixam, seu acabamento superficial não é bom, como podemos ver em algumas peças de diferenças (fig. 17, 18) que foram impressas na instituição.

Figura 17 e 18: Engrenagem e eixo.



(17)



(18)

Fonte: O autor.

REFERÊNCIAS

AMPUTAÇÃO: PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES E REABILITAÇÃO. Sao Paulo: Ipo, 22 maio 2018. Disponível em: <http://ipobrasil.com.br/amputacao-principais-complicacoes-e-reabilitacao/>. Acesso em: 25 ago. 2022.

BOGDANOV, D. E. 3D printing technology as a trigger for the fourth industrial revolution: new challenges to the legal system. **Perm University Herald Juridical Sciences**, v. 44, 2019.

CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). **Plataforma Lattes**. Disponível em: <https://lattes.cnpq.br/>. Acesso em: 30 de setembro de 2021.

COUCH, J. L. Additively manufacturing a better life: how 3D printing can change the world without changing the law. **Gonzaga Law Review**, v. 51, n. 3, 2015-2016.

DONE 3D. **História da impressora 3D?** Disponível em: <https://done3d.com.br/historia-das-impressoras-3d/>. Acesso em 19 de agosto de 2021.

DUARTE, H. Descubra como surgiu a impressora 3D. **Techtudo**. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/04/descubra-como-surgiu-impressora-3d.html>. Acesso em 24 agosto de 2021.

GOKHARE, V. G.; RAUT, D. N.; SHINDE, D. K. A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing. **International Journal of Engineering Research & Technology**, v. 6, 2017.

GOOGLE SCHOLAR. **Google Scholar**. Disponível em: <https://scholar.google.com/>. Acesso em: Acesso em 19 de setembro de 2021.

GTMAX 3D. **GTMAX 3D Equipamentos Eletrônicos e materiais plásticos**. Disponível em: <https://www.gtmax3d.com.br/filamentos?sort=-preco>. Acesso em 02 setembro de 2021.

HIDEO, K. Background of my invention of 3D printer and its spread. **Patent Magazine of Japan Patent Attorneys Association**, v. 67, pp.109-118, 2014.

HIDEO, K. A Scheme for Three-Dimensional Display by Automatic Fabrication of Three-Dimensional Model. **IEICE Transactions on Electronics**, v. J64-C, No. 4, pp. 237-41, 1981.

HIDEO, K. Automatic method for fabricating a three-dimensional plastic model with photo-hardening polymer. **Review of Scientific Instruments**. v 52, pp. 1770-73, 1981.

HULL, C. W. The Birth of 3D Printing. **Research-Technology Management**, v. 58, 2015.

HULL, C. W. **Charles Hull Cotracting**. Disponível em: <http://www.charleshull.com.au/>. Acesso em: 30 de setembro de 2021.

LAM, H. K. S.; DING, Li; CHENG, T. C. E.; ZHOU, H. The impact of 3D printing implementation on stock returns: A contingent dynamic capabilities perspective. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 39, pp. 935-961, 2019.

MIRANDA MORANDINI, M.; DEL VECHIO, G. H. IMPRESSÃO 3D, TIPOS E POSSIBILIDADES: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 67-77, 2020.

MARTINEZ, A. C. P.; SOUZA, D. L. de; SANTOS, D. M. dos; 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 & Tecnologia de Projetos**, v. 14, n. 1, p. 125-141, 2019.

PRÓTESES DE IMPRESSORA 3D OFERECEM NOVAS POSSIBILIDADES DE TRATAMENTO PARA PACIENTES DO INTO. Brasil: Into, 05 ago. 2021. Disponível em: <https://www.into.saude.gov.br/area-de-imprensa/noticias/810-into-desenvolve-tratamento-para-deformidade-nos-dedos-que-dispensa-cirurgia-2>. Acesso em: 29 ago. 2022.

POWELL, L. E. The patentability of digital manufactures as 3D printing expands into the 4D world. **Vanderbilt Journal of Entertainment & Technology Law**, v. 19, n. 1, Fall 2016.

SciELO. Scientific Electronic Library Online. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 25 de setembro de 2021.

STOCCO, T. D.; RODRIGUES, R. A. Utilização de membros protéticos fabricados a partir de impressão 3D para amputados. **Arquivos de Ciências da Saúde**. v. 27, n. 1, p. 65-69, 2020.

REPETIER. **Amtsgericht Krefeld HRB 10800.** Disponível em: <https://www.repetier.com/>. Acesso em: 02 de agosto de 2022.

THÓRUS ENGENHARIA. Você já imaginou o que é possível fazer com uma impressora 3D?. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/impressora-3d-na-construcao-civil/>. Acesso em 02 setembro de 2021.

VIEIRA, R. S. **Projeto prótese mão amiga.** Disponível em: <https://robotica.ufsc.br/projeto-protese-mao-amiga/>. Acesso em: 27 de setembro de 2021.



PROJETO DE UMA RODA D'ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Ana Vitoria Saraiva Pimenta¹
Karen Victória Assis de Melo²
Leandro Roberto Précoma Nascimento³
Luara Liz de Matos⁴
Murilo Alex da Silva⁵
Nicollas Margraf⁶
Winicius Farias de França⁷
Ykaro Farina Meneghel⁸
Harrisson Andretta de Moraes⁹
Rodrigo Lima¹⁰

Resumo: O presente artigo tem como finalidade apresentar informações sobre energias renováveis. Atualmente esse tema tem sido o foco de inúmeras pesquisas. Este projeto visa gerar e coletar energia elétrica a partir da energia cinética de uma roda d'água através de um fluxo de água com objetivo de aproveitar um recurso natural com um imenso potencial devido a sua extensão e sem muita degradação ao meio ambiente. A água irá cair sobre as pás criando uma gravidade que impulsiona a roda fazendo-a girar, o eixo da roda está acoplado a um gerador, sendo assim, quando houver movimento na roda, também haverá no eixo do gerador, onde irá ocorrer a transformação da energia mecânica em energia elétrica, a energia elétrica gerada será direcionada para o fim em que deseja ser usada. No designado artigo obteve-se alguns princípios físicos que compõem um sistema mecânico, o protótipo da roda d'água para geração de energia elétrica conseguiu sucesso, baseado desde a tomada das medidas necessárias, como a altura da queda da água que fornece a energia potencial, e através do movimento converte a energia cinética em mecânica, com a finalidade de realizar o giro da roda d'água, assim todo o sistema.

Palavras-chave: roda d'água, energias renováveis, custo.

Abstract: This article aims to present information on renewable energies. Currently, this topic has been the focus of numerous researches. This project aims to generate and collect electrical energy from the kinetic energy of a water wheel through a water flow in order to take advantage of a natural resource with immense potential due to its extension and without much degradation to the environment. The water will fall on the blades, creating a gravity that drives the wheel, making it rotate, the wheel axle is coupled to a generator, so, when there is movement in the wheel, there will also be movement on the generator axis, where the transformation will take place. of mechanical energy into electrical energy, the electrical energy generated will be directed to the purpose for which it wants to be used. In the designated article some physical principles that compose a mechanical system were obtained, the prototype of the water wheel for the generation of electric energy was successful, based on the taking of the necessary measures, such as the height of the water fall that provides the potential energy, and through the

¹Graduanda do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. avsp2002@gmail.com

²Graduanda do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. karenassisxd03@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. leandro.precoma88@gmail.com

⁴Graduanda do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. luara.matos67@gmail.com

⁵Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. murillo_alex_02@hotmail.com

⁶Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. nimargraf@yahoo.com.br

⁷Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. winiciusfariasdefranca@gmail.com

⁸Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. ykaro.meneghel2015@hotmail.com

⁹Professor das Engenharias na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

¹⁰Professor das Engenharias na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

movement converts the kinetic energy into mechanical, with the purpose of to turn the water wheel, as well as the entire system.

Keywords: water wheel, renewable energy, cost.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma nova era onde tudo se torna cada vez mais tecnológico, e por consequência o desenvolvimento do agronegócio, medicina, mercado alimentício, política, geopolítica, moda; ou seja, os padrões de vida foram alterados e seguem em constante mudança devido a rapidez em que as novidades surgem. Com isso, pode-se dizer que nunca antes a energia foi tão necessária, pois para que a tecnologia possa ser utilizada, se faz necessário o uso de energia.

Baseado no primeiro princípio da termodinâmica, é impossível criar a energia, é possível apenas transformá-la, um exemplo são os painéis solares que recebem os raios solares, e transformam luz em eletricidade. Existem dois tipos de energia, as renováveis, e não renováveis.

De acordo com Cunha (2016), energias renováveis são aquelas que utilizam como recursos geradores fontes infindas ou que se renovam, como, energia hídrica, solar, eólica, etc. O uso da mesma não emite gases ou outros resíduos tóxicos para o meio ambiente. Por outro viés, as não-renováveis utilizam como recursos geradores fontes finas e esgotáveis, e prejudiciais ao meio ambiente. Como, petróleo, carvão mineral e gás natural. Recentemente a busca por fontes renováveis para produzir energia têm sido crescentes, pois algumas fontes de energias não-renováveis estão se esgotando; e os impactos ambientais, como, aquecimento global, chuva ácida e perda de biodiversidade cada vez mais aparentes. Logo, o uso de energias renováveis se torna mais viável visando o menor impacto ao meio ambiente, e também a despreocupação com sua fonte geradora.

A hidráulica é uma das energias limpas mais conhecidas, e no Brasil, a mais utilizada segundo o EPE (Empresa de Pesquisa Energética) ela corresponde a 64,9% da matriz de produção de energia elétrica no país (PIMENTA; MELO; NASCIMENTO; et al, 2021), seguida do gás natural com 9,3%, eólica com 8,6%, biomassa 8,4%, carvão e derivados 3,3%, nuclear 2,5% e derivados de petróleo 2,0%. Conforme apontam os dados da EPE (2021) o Brasil está à

frente de muitos outros países nas questões energéticas, pois enquanto o restante do mundo tem apenas 25% de suas fontes de energia renováveis, o Brasil se encontra com 83%.

Apesar do país se encontrar em uma posição favorável em relação as fontes energéticas, os brasileiros têm sofrido com o alto custo em que a mesma tem sido vendida, o último reajuste foi de 52,1% a mais segundo a ANELL (Agência Nacional de Energia Elétrica), com isso as classes mais baixas sofrem, pois o capital antes investido em outros recursos básicos passa a ser utilizado para o pagamento da tarifa de luz, ou então, não conseguem arcar com os custos de energia e ficam em falta. Visando isso esse projeto pretende ofertar uma opção de produzir energia como maneira de baratear custos, pretende-se fazer através de uma roda d'água sustentável, e gerar energia hídrica através dela e beneficiar moradores da zona rural e afins.

O projeto foi desenvolvido sobre os preceitos de estudo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica, utilizando-se das seguintes etapas: levantamento de artigos, livros, teses, dissertações e monografias referente ao tema proposto; coleta de dados: leitura e registro das informações extraídas das fontes bibliográficas obtidas; Montagem da roda: compra de materiais e desenvolvimento da roda d'água; Redação do artigo científico.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 CONCEITO E FUNCIONAMENTO DA RODA

Segundo Brown (1981. p.20, apud Gonçalves et al.): “[...] uma sociedade sustentável é aquela que pode satisfazer as suas necessidades sem comprometer as chances de sobrevivência das gerações futuras

As primeiras rodas d'água (ou também chamadas de rodas hidráulicas) foram construídas por volta de 200 a.C. (LINSINGEN, 2003), perdurando seu uso até os dias atuais através dos moinhos de água. Sua evolução culminou nas atuais e potentes turbinas hidráulicas das centrais hidrelétricas, que geram até milhões de watts de potência.

De acordo com Mcintry (1983, apud SANTOS et al.) a roda d'água é uma máquina que transforma a energia hidráulica em energia mecânica. Nestas máquinas a água atua pelo efeito do peso e da velocidade, ou seja, quanto maior o desnível da água maior a corrente elétrica gerada.

A água irá cair sobre as pás criando uma gravidade que impulsiona a roda fazendo-a girar, o eixo da roda está acoplado a um gerador, sendo assim, quando houver movimento na

roda, também haverá no eixo do gerador, onde irá ocorrer a transformação da energia mecânica em energia elétrica, que será direcionada para o fim em que deseja ser utilizada.

A roda d'água pode permanecer em funcionamento de 2 maneiras, com o peso da água ou com a velocidade da corrente de água. A roda d'água com recepção por cima, funcionam com o peso da água, enquanto a rodas d'água com recebimento por baixo funcionam com a velocidade do fluxo. Há ainda as rodas d'água com admissão lateral e funcionam associando os dois princípios tanto com o peso da água quanto por seu fluxo (FAPEPE, 2007.)

2.2 GERADOR DE ENERGIA

Os geradores são máquinas de alto rendimento (85 a 90%), considerando uma faixa de potência de micro centrais hidrelétricas, que é o caso deste trabalho. A maior parte dos geradores é do tipo síncrono (eletroímã no rotor). Estes geralmente são de baixas tensões (110/220[V]), que são as tensões padronizadas da maioria dos equipamentos elétricos existentes (NOGUEIRA, 2007).

Ao movimentar um ímã próximo a um condutor, nesse condutor irá aparecer uma tensão induzida. O gerador elétrico é o aparelho elétrico que visa à otimização desse processo, e é constituído de um rotor, que é girante e que produz o campo magnético. Já a parte onde a bobina está fixada chama-se estator, pois é a parte fixa da máquina (NOGUEIRA, 2007).

Segundo Junior (2007) a ligação entre eletricidade e magnetismo foi descoberta por Orsted, quando verificou que o fenômeno da deflexão da agulha de uma bússola ao aproximá-la de um de um condutor com eletricidade. Assim concluiu-se que uma corrente elétrica em um condutor induz um campo magnético em suas proximidades.

Posteriormente Faraday descobriu outra conexão: a variação de um campo magnético que atinge um fio condutor de eletricidade faz com que apareça uma corrente induzida no mesmo. Logo, aproximando ou afastando um ímã de uma bobina, corrente elétrica na mesma será induzida. Esta mesma corrente induzida gera outro campo magnético, oposto ao anterior. Este fenômeno é conhecido como Lei de Lenz (JUNIOR, 2007).

2.3 UNIDADES E CONCEITOS FÍSICOS APLICADOS

Inicialmente, destacaremos alguns conceitos físicos e as principais unidades que serão discutidas ao longo deste trabalho.

Watt (W) é uma unidade de potência, energia produzida ou consumida por unidade de tempo, que tem por finalidade representar a transferência de Joule durante segundo. Equivale a uma transferência contínua e uniforme de um joule de energia por segundo.

Watt-hora (Wh) é quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de W pelo período de h.

Joule (J) é uma unidade de energia e trabalho no Sistema Internacional de Unidades (SI), que representa o trabalho necessário para exercer uma força de Newton por metro (N.m);

Torque (τ) é a grandeza física responsável pelo movimento rotacional, que acontece sempre que aplicamos uma força em um braço de alavanca. No Sistema Internacional de Unidades (SI), sua unidade é Newton por metro (N.m).

Em nosso projeto o torque foi aplicado conforme mostra a Equação 1.

$$T = F \cdot d \text{ (Equação 1)}$$

$$T = 0,020\text{N} \cdot 53\text{m}$$

$$T = 1,06 \text{ N.m}$$

Em que:

F= força (N);

d= distância (m).

3. METODOLOGIA

O movimento da roda d'água é causado pelo sentido da queda d'água movida para parte superior da roda d'água, fazendo com que suas caçapas (topo da garrafa pet) sejam preenchidas pela corrente de água. Pelo diferencial de energia potencial, a caçapa preenchida tende a descer fazendo a roda girar através do torque gerado em seu eixo. À medida que a caçapa desce, despeja água e diminui seu peso conforme nas Figuras 1 e 2. Em oposição a caçapa que passa pela corrente de água na parte de cima da roda, tende a ficar mais pesada, e esse ciclo faz quem que a roda gire, enquanto existir água (MACENTIRE, 1983).

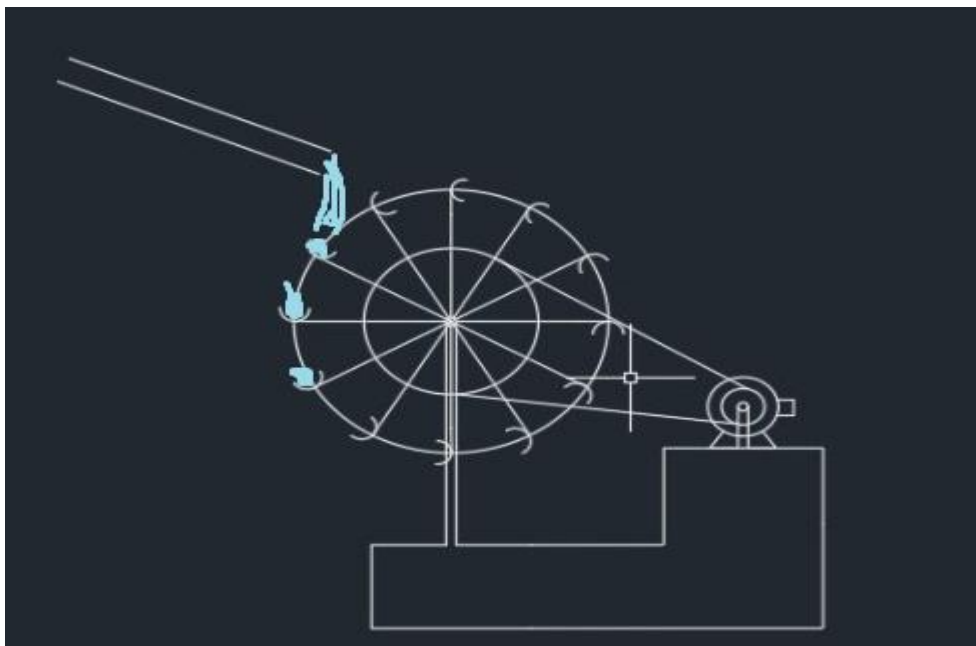


Figura 1. Geração do torque em uma roda d'água acionada por cima.



Figura 2. Protótipo montado com aro de bicicleta, eixos e caçapas (topo cortado de garrafas de 600 ml).

A dimensão das caçapas é projetada para que retenham água o maior tempo possível, aumentando a força, peso e por consequência o torque (JUNIOR, 2007). Esse torque gerado no eixo da roda é utilizado para gerar energia elétrica, por meio de um gerador elétrico acoplado a roda.

A força criada nas caçapas, devido ao fluxo da água faz com que a roda gire. O primeiro eixo compartilha o movimento angular do rotor, tendo uma rotação baixa, o eixo secundário

tem como função o aumento da velocidade do sistema, para aumentar a velocidade de rotação do eixo rotor do gerador. Onde ocorre a conexão com o gerador, para que possa haver a conversão da energia cinética em energia elétrica. Todo esse mecanismo é sustentado pela base de apoio, que mantém o posicionamento da estrutura no seu devido lugar. O sistema de apoio é a base do protótipo.

3.1 EIXOS

Os eixos são as estruturas que transferem a energia cinética obtida pela roda d'água para as roldanas (variador de velocidade). Uma vez que o variador não pode ter nenhum tipo de esforço agindo sobre ele, fica a cargo do eixo e seus rolamentos de atuarem como agentes neutralizadores de qualquer força externa agindo sobre o sistema. No caso, as forças atuantes são o torque e o peso do sistema.

3.2 GERADOR

No intuito de baixar custo, o gerador foi confeccionado, tendo como base o motor de um ventilador.

Para que isso fosse possível, foi necessário:

- 1 motor de ventilador;
- 4 imãs;
- Fita Isolante;
- 1 Borracha circular.

O primeiro passo foi desmontar o motor do ventilador, retirar o rotor do motor, e posicionar a borracha circular até o meio do eixo, após realizado esse processo retornou-se para o eixo os roletes e as arruelas anteriormente retirados, foi posicionado um imã em cada um dos quatro lados da borracha e colados com a fita isolante, tomando o cuidado para que nenhum imã tenha contato com o outro.

Realizado esse processo, encaixou-se o novo rotor recém confeccionado no mesmo lugar onde outrora estava o rotor original, encaixou-se as bobinas novamente e parafusar, e foi finalizado o gerador estando o mesmo pronto para uso, conforme ilustrado na Figura 3.

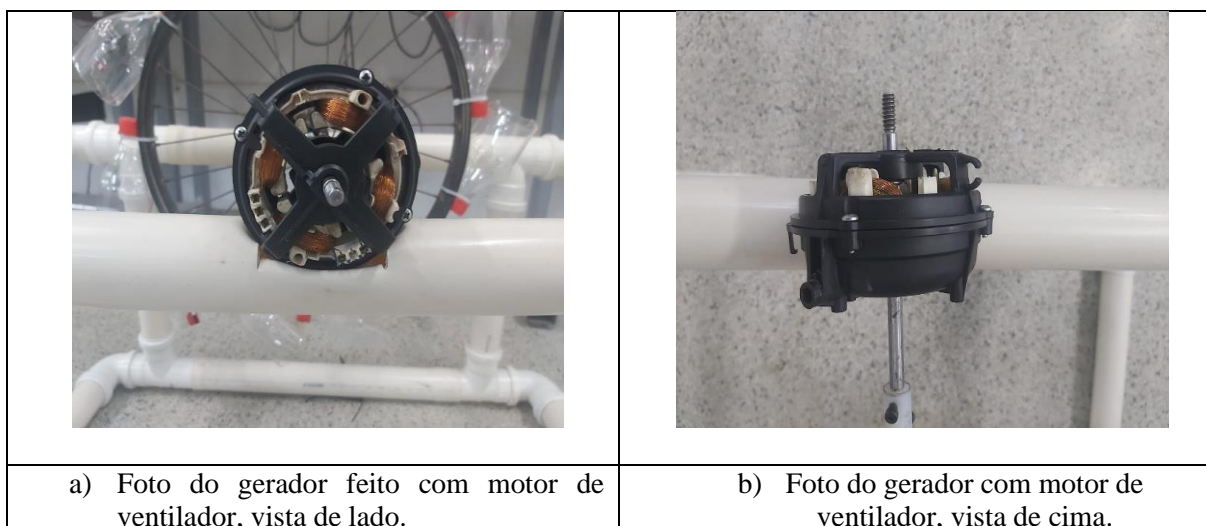


Figura 3. Gerador do protótipo construído pela equipe.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho retrata o princípio de funcionamento de um devido protótipo de roda d'água, obteve-se um resultado de funcionalidade excepcional, através de erros que teve como objetivo corrigi-los, ampliando o conhecimento com a realização de pesquisas profundas para a solução do devido problema.

O aproveitamento da energia hidráulica sendo convertida em outras formas de energia no decorrer dos anos, propaga um deleitamento indescritível, deixando-a uma satisfação em conseguir alcançar seus devidos resultados. O período de evolução, até os dias atuais, vários novos dispositivos foram criados e aperfeiçoados, o último estágio de aperfeiçoamento das máquinas hidráulicas deu origem às turbinas hidráulicas que utilizamos atualmente na geração de energia elétrica, este tipo de máquina hidráulica possui condições de adequação às mais variadas vazões e altura de queda da água, e operam com rendimentos e conversão de energia em índices elevados.

Nas últimas décadas, em função da utilização de recursos renováveis, com o propósito de realizar o uso de equipamentos não poluentes, com intuito de preservar o meio ambiente, evitando todas as formas de degradação e destruição. Entende-se que o interesse pela roda d'água teve origem através de estudos e métodos de não poluir o meio ambiente. Atualmente existem rodas d'água acopladas a geradores para a produção de energia elétrica, com elevada eficiência, se constituindo como uma interessante opção para abastecimento elétrico de

comunidades isoladas ou domicílios rurais, tendo um grande custo benefício e a proporção de energia elétrica a diversas pessoas.

5. CONCLUSÃO

No designado artigo obteve-se alguns princípios físicos que compõem um sistema mecânico, o protótipo da roda d'água para geração de energia elétrica conseguiu sucesso, baseado desde a tomada das medidas necessárias, como a altura da queda da água que fornece a energia potencial, e através do movimento converte a energia cinética em mecânica, com a finalidade de realizar o giro da roda d'água, assim todo o sistema, bem como as respectivas velocidades angulares de cada eixo, até a concentração da velocidade de rotação no eixo rotor do gerador, induzindo assim uma corrente elétrica útil na geração de luz.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. R. (20 de 12 de 2010). TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA DE UM FLUXO DE ÁGUA EM. Fonte: UNICEUB: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/>

CUNHA, Andréa Mesquita de Mendonça. Revista Focusolar: Jornalismo científico, energia renovável e sociedade. João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8655/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2022.

DORIMAR LEAL TUTORIAIS. Gerador de energia feito com motor de ventilador. YouTube, 22 de março de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=e3H-fcOQ-2c> . Acesso em: 26 de junho de 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Portal do Governo Brasileiro**. Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 29 de ago de 2021.

ENERGIA, M. D. (15 de Dezembro de 2015). Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar. Fonte: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outrasnoticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuidapreve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030:
http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outrasnoticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuidapreve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030

GUIDORIZZI, H.L. Um Curso de Cálculo. Vol. I, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1988.

HALLIDAY, D., RESNICK R. e WALKER, J., Fundamentos de Física, Vol. 1, 7a edição, Ed. LTC.

JUNIOR, A.S. Energias Renováveis. FAPEPE, 2007. Itajubá. Disponível em: www.cerpch.unifei.edu.br/cartilhas.php. Acesso em 30 de julho de 2022.

LINSINGEN. (2003). I.V. Fundamentos de Sistemas Hidráulicos. Florianópolis: Ed. da UFSC.

MACINTYRE. (1983). A.J. Máquinas Motrizes Hidráulicas. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois.

Nascimento, R. S. (2016). FONTES ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL: MÉTODOS E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS. Maringá: ED. UNINGÁ.

NOGUEIRA, F.J.H. Microcentrais Hidrelétricas. FAPEPE, 2007. Itajubá. Disponível em: www.cerpch.unifei.edu.br/cartilhas.php. Acesso em 30 de julho de 2022.

OLIVEIRA, A. P. M., Fuganholi, N. S., Cunha, P. H. de S., Barelli, V. A., Bunel, M. P. M., &

Novazzi, L. F. (2018). ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS. The Journal of Engineering and Exact Sciences, 4(1), 0163–0169. <https://doi.org/10.18540/jcecv14iss1pp0163-0169>. Acesso em: 30 de julho de 2022.

PIMENTA, MELLO, NASCIMENTO, et all. Projeto de uma roda d'água para geração de energia. Telêmaco Borba, 2021.

SOUZA, Jeferson Carneiro de, Desenvolvimento de aplicativo de análise técnica e econômica para adaptação de uma roda d'água acionada por cima para geração de energia elétrica no meio rural. Guaratinguetá (2011). Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121429/souza_jc_tcc_guara.pdf?sequence=1. Acesso em: 30 de julho de 2022.



PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE AEROGERADOR

Jackson Campos Junior ¹
Leandro Correa Leite ²
Rodrigo Faistauer³
Rodrigo Lima ⁴
Harrisson Andretta de Moraes⁵

Resumo: Dos primórdios aos dias atuais é possível verificar a luta constante do homem em relação ao uso e destinação de recursos energéticos, almejando cada vez mais o poder de modificar a sociedade em que se encontra, seja através do uso de energia térmica, elétrica, mecânica, química ou atômica. Observando o meio ambiente como um todo, fica explícita a necessidade da gestão adequada dos recursos que a Terra nos proporciona, idealizando sempre a utilização de recursos renováveis e abundantes. Desse modo, a aquisição de sistemas de produção de energia eólica demonstra ser uma alternativa interessante, da qual transforma um recurso renovável em energia elétrica, possibilitando maior autonomia energética e economia quando se diz respeito a outras fontes de energia. Portanto, o presente trabalho visa demonstrar a montagem de um aerogerador, enfatizando as principais variáveis e benefícios associados a aquisição do mesmo.

Palavras-chave: Recursos energéticos; Aerogerador; Energia eólica.

Abstract: From the beginnings to the present day, it is possible to verify the constant struggle of man in relation to the use and destination of energy resources, aiming more and more for the power to change the society in which he finds himself, either through the use of thermal, electrical, mechanical, chemical or atomic. Observing the environment as a whole, the need for proper management of the resources that the Earth provides us is explicit, always idealizing the use of renewable and abundant resources. Thus, the acquisition of wind energy production systems proves to be an interesting alternative, which transforms a renewable resource into electrical energy, allowing greater energy autonomy and savings when it comes to other energy sources. Therefore, the present work aims to demonstrate the assembly of a wind turbine, emphasizing the main variables and benefits associated with its acquisition.

Keywords: Energy resources; wind turbine; Wind energy.

1. INTRODUÇÃO

Aerogeradores são equipamentos geradores de energia, sendo obtida por meio da transformação de diferentes tipos de energia, dessa forma, energia mecânica é transformada em

¹Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. jackson_eng_civil@yahoo.com

²Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. leandrocorrealeite01@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. eng.meca.faistauer@gmail.com

⁴Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

⁵Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

energia elétrica, podendo abastecer residências, indústrias e entre outros. A energia cinética se caracteriza como o trabalho necessário para que seja possível o aceleração de algo que possua massa e velocidade, assim, a turbina eólica transforma uma energia em outra e um gerador possibilita a obtenção de energia elétrica.

Segundo INFRA (2022), os aerogeradores se mantem na colocação de segunda fonte de energia mais utilizada no Brasil quando se trata de energia elétrica, sendo responsável por cerca de 12% da produção de energia elétrica do país. Além de possuir boa colocação no ranking de matriz energética brasileira, cabe ressaltar que os locais que recebem plantas de energia eólica tendem a obter um aumento significativo no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e no PIB Real. Portanto, estima-se que o IDH desses locais aumentou cerca de 20% entre 2000 e 2010, enquanto o PIB Real teve alta de 21,15% entre 1999 e 2017.

Grande parcela dos parques eólicos brasileiros está localizada na região Nordeste, onde os ventos alísios (ventos constantes e úmidos que se deslocam em direção a Linha do Equador) se encontram em maior proporção em relação à média mundial, alcançando cerca de 60% da capacidade de produção. Além disso, a implantação de aerogeradores contribui diretamente com as ações referentes as crises energéticas, como a crise hídrica de 2021, da qual cerca de 99% da fonte energética nordestina foi promovida pelos parques eólicos (INFRA, 2022).

Com base exposto, verifica-se a importância da realização de estudos para concepção e desenvolvimento de dispositivos que facilitem o aproveitamento de recursos naturais para a geração de energia. Portanto, o objetivo deste trabalho é expor a montagem e desenvolvimento de um protótipo de aerogerador, enfatizando e abordando as principais questões que cercam o tema. Especificamente, objetiva-se: compreender e sistematizar aspectos teóricos relacionados ao desenvolvimento de aerogeradores; projetar e dimensionar um protótipo de aero gerador de baixo custo; construir, aprimorar e validar o protótipo de aero gerador.

2. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa e desenvolvimento do protótipo se dividiu em três fases, pesquisa de referencial teórico, construção e análise de resultados. Todos os processos ocorreram nos laboratórios especializados do Centro Universitário UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba, sendo um projeto de pesquisa com duração de dois anos, englobando os períodos de 1 a 4 dos cursos das Engenharias.

2.1. ESTADO DA ARTE

2.1.1 Vento

O recurso eólico utilizado nesse meio de produção energética denomina-se vento, sendo esse o deslocamento de ar de zonas de alta pressão para zonas de baixa pressão. Três parâmetros afetam a origem do vento, a radiação solar (com maior incidência na zona equatorial), a rotação da Terra e as características da superfície terrestre. Conforme a Terra realiza o movimento de rotação em seu próprio eixo, é possível verificar que a percepção do vento é diferente, tanto no Hemisfério Norte quanto no Hemisfério Sul, demonstrando divergência no sentido de movimento do vento conforme o referencial é alterado.

Esse fenômeno pode ser explicado através da Força de Coriolis, parâmetro que afirma que a rotação do ponto de referência é máxima nos polos, sendo anulada conforme se aproxima da zona equatorial. Uma forma assertiva de constatar tal fato é observando furacões em ambos hemisférios, enquanto no Hemisfério Norte o vento segue o sentido anti-horário, no Hemisfério Sul esse comportamento segue a direção horária, podemos observar esse fenômeno na Figura 1. Dessa forma, é possível afirmar que ambos ventos são direcionados até a zona equatorial através dos diferenciais de pressão, concentrando movimentação mais abundante na região citada.

Figura 1 – Direção de movimento dos ventos nos hemisférios Sul e Norte

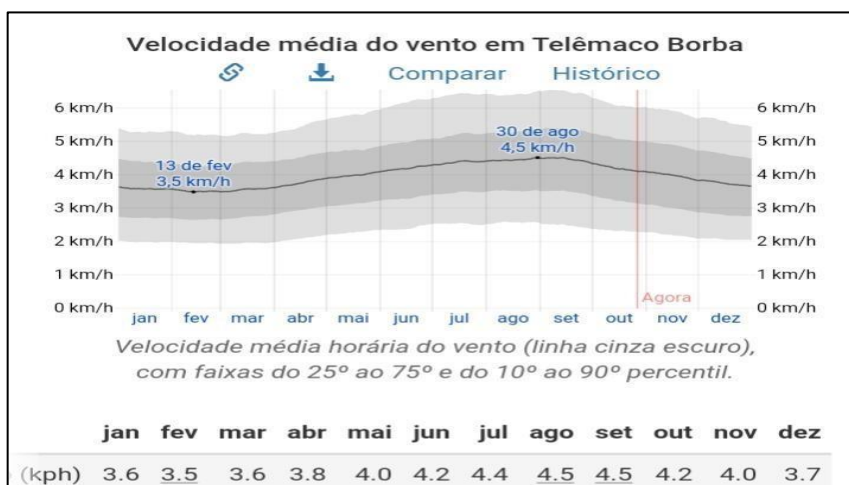


Fonte: Terra (2015)

As características da superfície terrestre influenciam diretamente no potencial do vento, assim, verifica-se que as planícies se classificam como cenários mais favoráveis à

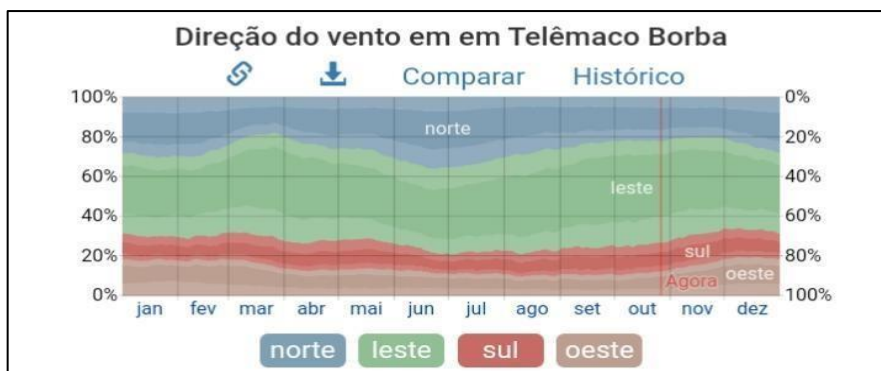
implementação de sistemas de aproveitamento eólico, portanto, o aproveitamento adequado do recurso depende exclusivamente das características do local, altura e espaço de instalação. Portanto, como o protótipo desenvolvido será instalado na cidade Telêmaco Borba – PR, faz-se necessário o estudo das características do local, analisando se o local comportaria de forma positiva tal instalação. É possível acompanhar os valores referentes as características dos ventos no município em questão na Figura 2 e Figura 3.

Figura 2 – Velocidade média do vento em Telêmaco Borba – PR



Fonte: Weather Spark (2021)

Figura 3 – Direção do vento em Telêmaco Borba – PR

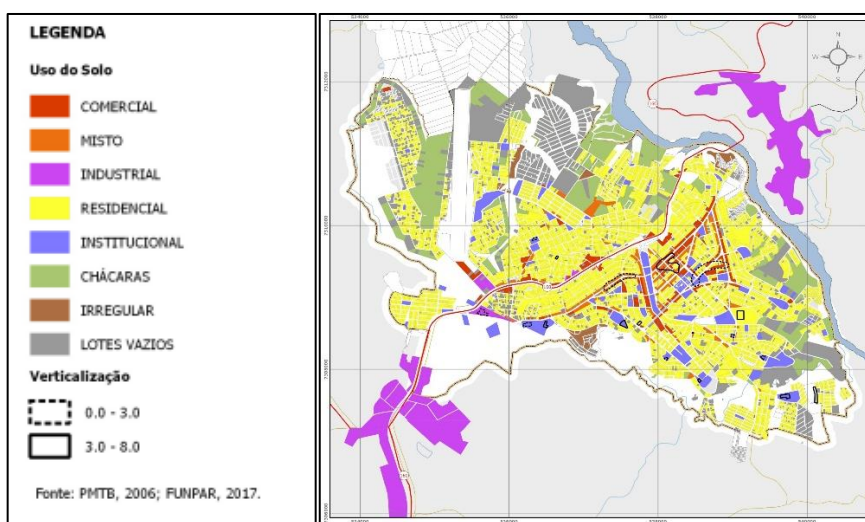


Fonte: Weather Spark (2021)

2.1.2 Uso do solo

É importante que o local de instalação de aerogeradores se caracterize como um local plano e livre de barreiras, dessa forma, é importante a análise do terreno anteriormente à instalação do mesmo. Assim, é necessária a reflexão sob a Figura 4, da qual retrata o uso do solo na cidade de Telêmaco Borba – PR.

Figura 4 – Uso do solo em Telêmaco Borba – PR



Fonte: Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba - PR, Plano Diretor (2017)

2.1.3 Altitude

A instalação de aerogeradores se dá na camada denominada Troposfera, camada inferior da atmosfera que cerca a Terra. Essa camada se dá até 20 km acima da superfície terrestre na zona equatorial, e até 10 km nos polos terrestres, sendo a única camada que suporta a respiração de seres vivos. Dessa forma, é importante que o local de instalação possua altitude mais elevada, aproveitando de forma abrangente a camada de ar.

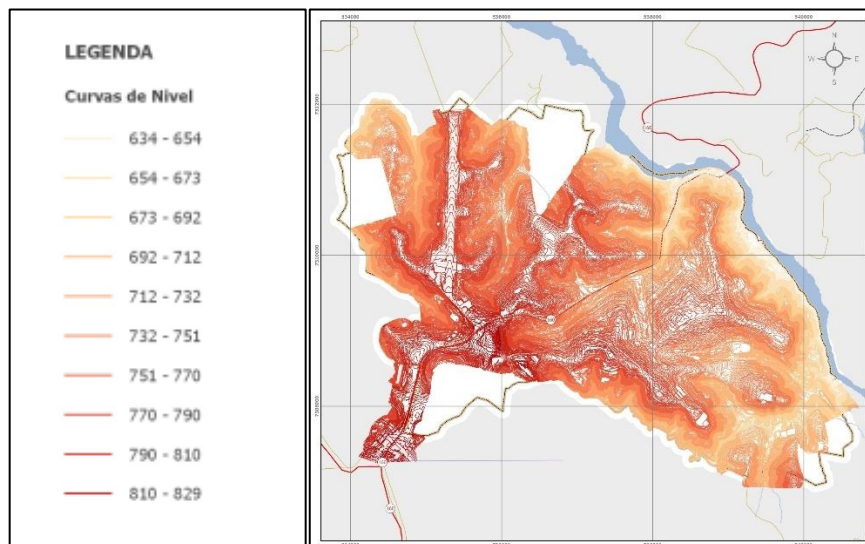
Na Figura 5 é possível observar as diferentes camadas da atmosfera terrestre, especificando as atividades possíveis para cada camada de ar. Já a Figura 6 expõe um mapa em relação à altitude no município de Telêmaco Borba – PR, da qual será analisada para determinação do local adequado para instalação do gerador.

Figura 5 – Camadas de ar da atmosfera



Fonte: Significados (2020)

Figura 6 – Altitudes em Telêmaco Borba – PR

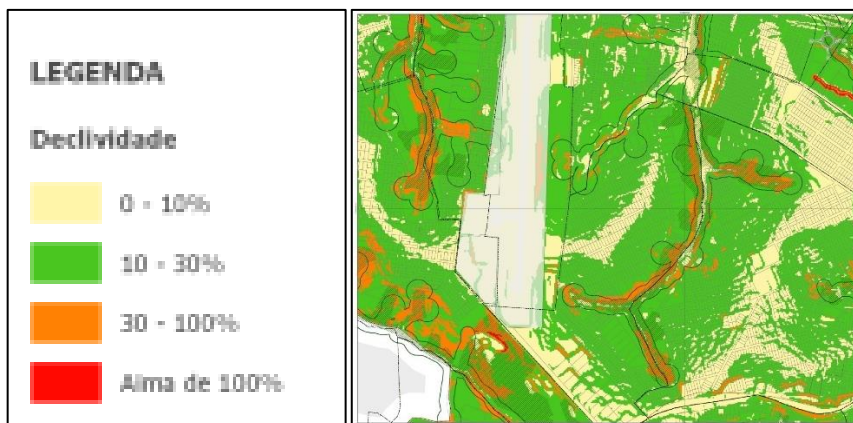


Fonte: Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba – PR, Plano Diretor (2017)

2.1.4 Declividade

A declividade é um problema para o projeto quando se fala de estabilidade, assim, a instalação do gerador necessita de um local plano e estável para que o trabalho do mesmo seja seguro. Portanto, pode-se analisar a Figura 7 (declividade da cidade de Telêmaco Borba – PR) para que aja o entendimento da área ideal para a instalação do mesmo.

Figura 7 – Declividade em Telêmaco Borba – PR

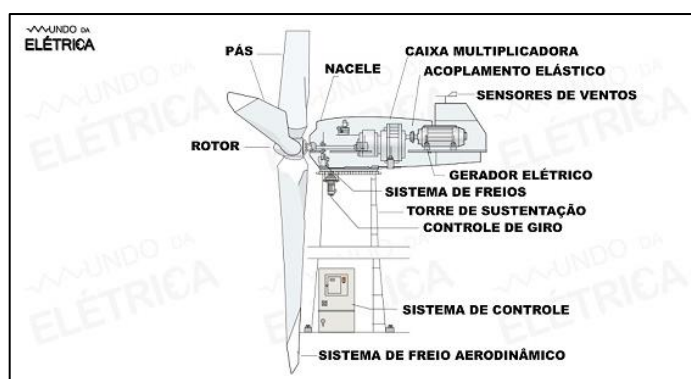


Fonte: Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba – PR, Plano Diretor (2017)

2.1.5 Tecnologia

O principal objetivo de um aerogerador é transformar energia cinética em energia elétrica, assim, o meio de conversão é indireto, transformando energia cinética em energia mecânica e, posteriormente, em energia elétrica. Portanto, é de suma importância o conhecimento das partes que compõe o equipamento, visando identificar possíveis manobras e defeitos. A composição básica de um gerador eólico comporta: pás, rotor, sistema de freio, sistema de controle, nacele, caixa multiplicadora, acoplamento elástico, sensor, gerador elétrico, torre de sustentação e controle de giro (Figura 8).

Figura 8 – Componentes de um aerogerador



Fonte: Mundo da elétrica (2022)

As pás são espécies de lâminas que captam a energia cinética do vento e transfere a mesma até o rotor do equipamento, sendo geralmente constituídas de poliéster, fibra de vidro, epóxi ou fibra de carbono. Porém, na construção do protótipo em questão foi utilizado um material metálico do qual já possui características de “cata-vento”, sendo a reutilização de um material que estava no descarte.

O rotor é um componente hidráulico onde ficam dispostas as pás, ou seja, é ele que permite a passagem da força gerada pelas pás até o eixo do gerador. Portanto, o tamanho do rotor tem ligação proporcional com a produção de energia, além disso, o mesmo pode possuir sistema de freio em caso de ventos fortes.

A nacele é uma caixa onde estão dispostos alguns componentes do equipamento, como: gerador, freios, caixa multiplicador e entre outros.

A torre de sustentação como o próprio nome diz tem a função de sustentar o equipamento, principalmente o rotor e a nacele que são componentes considerados pesados. Além disso, o material da torre pode variar conforme o porte do projeto.

A caixa multiplicadora é um objeto que multiplica as rotações do primeiro eixo, transferindo-as até o segundo eixo acoplado ao gerador. Sendo assim, é possível elevar as rotações por minuto (rpm) e diminuir o torque no segundo eixo.

O gerador é um componente que tem como objetivo a conversão da força mecânica exercida sobre o eixo em energia elétrica, possuindo como característica a corrente alternada. Alguns aerogeradores podem produzir energia elétrica em corrente contínua, portanto, é de extrema importância a conversão da mesma em corrente alternada, utilizando um inversor.

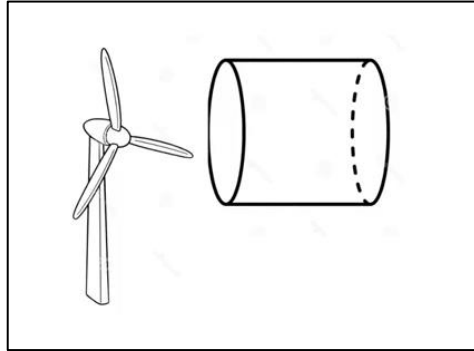
2.1.6 Conversão de energia

Como já foi citado em alguns tópicos acima, a conversão de energia se dá de forma indireta, ou seja, a energia cinética de translação (vento+pás) é transformada em energia mecânica de rotação (rotor). Portanto, o rotor transfere a energia recebida até o eixo, que conseqüentemente transfere a energia até o gerador, o componente que de fato tem a função de transformar energia mecânica em energia elétrica.

2.1.7 Energia

A energia eólica é descrita como a energia que cruza as hélices de um aerogerador, podendo ser analisada como um “tubo de ar” (Figura 9).

Figura 9 – Tubo de ar



Fonte: UFMG (2020)

A energia eólica se caracteriza como uma energia cinética, e como tal é calculada através da Equação 1:

$$E = \frac{1}{2} mV^2 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

E – Energia eólica (J);

m – Massa (kg);

V – Velocidade do ar (m/s).

Para se descobrir a quantidade de energia devemos calcular área dessa massa de ar, portanto, deve-se seguir o seguinte raciocínio: A Equação 2 será utilizada para calcular a massa, com o valor tabelado de 1,22 kg/m³ para a densidade do ar, fazendo-se uso da Equação 3 para encontrar o valor do volume da massa de ar.

$$m = p \cdot v \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

m – Massa (kg);

p – Densidade do ar (1,22kg/m³);

v – volume (m³).

$$Vol = A.l \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Vol. – Volume de ar (m³);

A – Área do tubo de ar (m²);

l – Comprimento do tubo de ar (m).

Observa-se que o tubo de ar passa de forma contínua sob o aerogerador, dessa forma, devemos calcular a taxa de volume de ar que atravessa as hélices por determinado tempo (Equação 4). Usa-se então a derivada do volume sob a derivada do tempo, onde retiramos a área da equação já que ela se mantém constante durante o processo. Além disso, é possível concluir que obtemos a Velocidade Linear, ou seja, a Velocidade do vento, aliada a área.

$$\frac{d(Vol)}{dt} = \frac{d(A.l)}{dt} = A \frac{dl}{dt} = A.V \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

d -- (Vol.) – Derivada do volume do tubo;

dt – Derivada de tempo;

A – Área (m²);

V – Velocidade do vento (m/s).

Energia é determinada pela integral da potência pela derivada do tempo, ou seja, a derivada da energia sob a derivada do tempo é dada pela potência quando integramos t₀ a um t₁ (Equação 5). Considerando a densidade e a velocidade constante podemos encontrar a potência (Equação 6). A potência eólica tende a crescer conforme a velocidade do vento aumenta, ou seja, são grandezas diretamente proporcionais.

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P. dt \rightarrow \frac{de}{dt} = P \quad (\text{Equação 5})$$

$$\frac{de}{dt} = d(1/2p.Vol.V^2)/dt = 1/2p.A.V^3(\text{potência}) \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

E – Energia eólica (J);

P – Potência eólica (Watts);

dt – Derivada do tempo;

de – Derivada de energia;

d – Derivada;

Vol – Volume de massa de ar (m³);

V – Velocidade do vento (m/s);

A – Área (m²);

p – Densidade do ar (kg/m³).

Podemos considerar que a energia que sai do aerogerador sempre será menor do que a energia que entra, sendo assim, a velocidade de saída do vento também será proporcional. Isso se dá em razão de que é impossível aproveitar 100% do recurso, segundo a Lei de Betz, é fisicamente possível aproveitar 59% apenas. Portanto, considerando a potência sem turbina (Equação 7), é possível encontrar a eficiência da turbina (Equação 8).

$$P_0 = \frac{1}{2} p A V^3 \quad (\text{Equação 7})$$

$$\left(\frac{P}{P_0}\right) = 1/2 \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2\right] \left[1 + \left(\frac{V_2}{V_1}\right)\right] \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

P₀ – Potência sem turbina;

p – Densidade do ar (kg/m³);

A – Área (m²);

V – Velocidade do ar (m/s);

P – Potência da turbina;

V₁ – Velocidade de entrada;

V₂ – Velocidade de saída.

2.1.8 Forças atuantes

Para haver a captação de energia eólica duas forças agem sob o sistema, a força de arrasto e a força de sustentação. A força de arrasto ocorre na mesma direção do vento, já a força de sustentação ocorre de forma ortogonal, sustentando a pá. A ação de ambas as forças faz com que o movimento das hélices seja possível.

2.2. CONSTRUÇÃO

A construção teve início no Laboratório Maker do Centro Laboratorial Prof. Ivo Neitzel da UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. Para tanto, foi reaproveitado um exaustor eólico usado para trocar e circular o ar ambiente em pavilhões fabris, restaurantes, podendo ser utilizado em residências se assim forem adaptados.

No primeiro dia foi desmontado todas as partes mecânicas do exaustor, para avaliar e tirar as medidas necessárias para alteração do sistema, que não constava um eixo com força motriz que será necessário para movimentar o gerador.

Após iniciou se a fabricação do mancal de apoio do eixo principal, através do processo de usinagem por meio de um torno Mecânico, fresadora e furadeira de bancada.

Utilizando aço sae1020, dois rolamentos 608/2rs, dois anéis elásticos de furo interno de 32mm e três parafusos M6x35.

Para fixação do mancal foi feito o desempenho da superfície de apoio utilizando uma esmerilhadora manual de bancada e utilizado um nível magnético para definir a forma da superfície, após feito quatro furos na mesma com furadeira manual e broca 6,5mm.

Próximo passo fixar o mancal nesta base por meio dos quatro parafusos e uma chave combinada 10mm, confeccionado o eixo principal com processo de usinagem, montado neste mesmo mancal.

Remontado todas as partes mecânicas, constituindo novamente o exaustor eólico, feito fixação do conjunto multiplicador de velocidade com gerador, por meio de um acoplamento mecânico de 20mm. Para se ter uma voltagem desejada de 12 volts, será feito testes em campo, e assim definirmos a eficiência deste protótipo em diversas variações de vento e solos.

2.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS PRELIMINARES

2.3.1 Vento

Conforme mencionado anteriormente, verificou-se que a velocidade média do vento no município de Telêmaco Borba – PR varia entre 3,5 km/h e 4,5 km/h durante o ano. Assim, estima-se que o município tem capacidade para comportar tal projeto. A região leste do município possui maior incidência de ventos, assim, estuda-se possível instalação do protótipo nessa área.

2.3.2 Uso do solo

Determinou-se que tanto na zona leste quanto na zona oeste estão contidas regiões interessantes para a instalação de aerogeradores, porém, em decorrência de maior incidência de ventos na região leste, fica explícito que a possível área de instalação se daria em uma área de chácara, próxima a lotes vazios, evitando a deformação da área urbana e da natureza local.

2.3.3 Altitude

Em relação a altitude, verificou-se que a zona oeste possui altimetria maior, porém, a incidência de ventos nesse local é reduzida devido as características do relevo e urbanismo, dessa forma, o lugar ideal para instalação seria na zona leste, onde encontram-se lugares com altitude também elevada e com maior incidência de recursos.

2.3.4 Declividade

Como citado durante o desenvolvimento do trabalho, o lugar ideal para a instalação de aero geradores são lugares planos e estáveis, dessa forma, a zona leste ainda se mostra uma área interessante para a implementação do protótipo, apresentando áreas com menor declividade.

CONCLUSÃO

Com base nas condições de estudo, pode-se concluir que por se tratar de um equipamento, que poderá trazer desenvolvimento socioeconômico nos lugares onde serão instalados, assim contribuindo com futuras e/ou atuais crises energéticas, desta maneira identificou-se a viabilidade deste projeto.

REFERÊNCIAS

BAIA DO CONHECIMENTO, 2021. **Como os ventos alísios se formam?** Disponível em: <https://baiadoconhecimento.com/biblioteca/conhecimento/read/341858-como-os-ventos-alisios-se-formam>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

INFRA. 2022. Energia eólica: aerogeradores. Portal da Infra, 2022. Disponível em: <https://www.agenciainfra.com/blog/eolica-e-a-segunda-maior-fonte-de-energia/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B. **O aproveitamento da energia eólica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/nL6x7dJv9gJv7HnkTSJRLfS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

MATTEDE, H. **Entenda como funciona um aerogerador**. Mundo da elétrica. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/entenda-como-funciona-um-aerogerador/>. Acesso em: 03 de maio de 2022.

MENDES, V. F. **Energia do vento e turbinas eólicas**. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em: <https://youtu.be/o1EhQtRckE0>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

PENA, R. F. A. **Ventos alísios**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/ventos-alisios.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TELÊMACO BORBA. **Plano diretor**. Disponível em: <http://www.telemacoborba.pr.gov.br/informacoes/plano-diretor.html>. Acesso em: 25 de abril de 2022.

PUC RIO. **Energia eólica**. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/26821/26821_3.PDF. Acesso em: 15 de abril de 2022.

SIGNIFICADOS. **Camadas da Atmosfera**. Disponível em: <https://www.significados.com.br/camadas-da-atmosfera/>. Acesso em: 25 de abril de 2022.

SIMAS, M.; PACCA, S. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estudos Avançados 27. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RTVwH7KyhtcgdPMGvDrCC3G/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de junho de 2022.

TERRA, 2015. **Em qual hemisfério está o ciclone?** Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/climatempo/em-qual-hemisferio-esta-o-ciclone,0aaf8e40b58b5dcc95dda7e190603740ufvm811u.html>. Acesso em: 11 de abril de 2022.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Telêmaco Borba no ano todo**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29819/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Tel%C3%AAmaco-Borba-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 01 de maio de 2022.



PROTÓTIPO DE PISO MODULAR GERADOR DE ENERGIA – YBY:

Alguns passos para o futuro

Anthony Mendes de Arruda¹
Edson Correa Timotio²
Harrison Andretta de Moraes³
Patricia Borges da Silva⁴
Rodrigo Lima⁵

Resumo: Piezoelectricidade é uma forma de geração de energia baseada na diferença de potencial elétrico devido à deformação de alguns materiais. Esses materiais geram uma carga elétrica por deformação que pode ser armazenada para uso posterior. O conceito de piezoelectricidade, habitualmente, são frequentemente usados em sensores de vibração e pressão, produção de micro-ondas, e muitos outros usos. No entanto, seu uso como fonte alternativa de energia limpa e renovável ainda não é muito disseminado. O presente trabalho visa compreender e observar a eficiência de materiais piezoelétricos na geração de energia elétrica através da criação de um protótipo de piso modular, que gera energia elétrica através da transformação de cerâmicas de titanato de bário. O piso modular consiste em um transdutor piezoelétrico que transforma energia mecânica em energia elétrica. Testes foram realizados com o sistema e, apesar da simplicidade dos componentes aplicados na montagem, obtiveram-se resultados consideráveis, evidenciando a possibilidade desta tecnologia ser implementada na sociedade como uma fonte limpa e alternativa de geração de energia.

Palavras-chave: Piezoelectricidade; Energia renovável; Energia limpa.

Abstract: Piezoelectricity is a form of energy generation based on electrical potential due to the difference in formation of some materials. These materials produce deformation that can be an electrical charge for later use. The concept of piezoelectricity is commonly used in vibration and pressure sensors, microwave production, and many other uses. However, its use as an alternative source of clean energy is still not widespread. The present work aims to understand and observe the efficiency of piezoelectric materials in the creation of a modular floor electrical element, which generates electrical energy for the transformation of barium titanate ceramics. The modular floor consists of a piezoelectric transducer that transforms mechanical energy into electrical energy. The tests were carried out with ease and, despite having implemented the components that allowed the results, showing society as a source of this technology was possible and changeable in the generation of energy.

Keywords: Piezoelectricity; Piezoelectric; Renewable energy; Clean energy.

¹Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. anthony030203@hotmail.com

²Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. edsontimotio2@gmail.com

³Professor de Engenharias na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

⁴Acadêmica de Engenharia Química na UNIFATEB. patiborgees24@gmail.com

⁵Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@fateb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Em meio ao alto consumo de energia elétrica, fica cada vez mais claro que novas formas de obter energia limpa, sustentável e de baixo custo devem ser buscadas. As formas atuais de produção de energia, além de caras, também causam impactos ambientais significativos, como usinas nucleares e usinas fotovoltaicas (ARMENDANDI et al, 2016).

Conseqüentemente, a exploração de energia limpa e renovável têm sido buscadas para reduzir os impactos ambientais. Conforme declarado no Plano de Desenvolvimento Energético de 2029, a cota referente da geração de energia renovável chegará a 48 %, o que contribuirá diretamente para um desenvolvimento sustentável mais eficiente (EPE, 2019). Nos dias de hoje, um novo conceito de energia é estudado, o chamado *Energy Harvesting*, que significa a colheita de energia de fontes externas (solar, eólica, etc.) para uso imediato ou armazenamento (PERLIRGEIRO et al., 2016).

Dentre umas dessas fonte extern m material muito pesquisado é o piezoeletrico, um cristal que sofre deformação quando sofrem pressão mecânica, fazendo com que a energia cinética se transforme em energia elétrica. A piezoeletrecidade, foi descoberta na França, em 1880 pelos irmãos e físicos Jacques e Pierre Curie, quando notaram que a polarização elétrica era condizente a pressão causada no material estudado. O cristal, por sua vez deformado, sofre alteração em seu interior, retardando suas cargas positivas e negativas. Desse modo, as cargas são captadas na superfície do material, ou por meio de condutores, obtendo assim a energia elétrica (ANTUNES et al., 2014).

Segundo Pereira (2010) cerâmicas piezoelétricas apresentam grande flexibilidade, tanto de formato como de propriedades, podendo ser encontrados em detonadores de impacto, atuadores, transformadores e várias outras áreas onde o efeito piezoelétrico possa ser favorável.

Cancio e Ghissoni (2013) afirmaram que a piezoelectricidade é uma fonte limpa de geração de energia, pois não necessitam de combustíveis ou aditivos, por sua vez, não agredem o meio ambiente com poluentes. Os autores ainda relataram sobre os dois efeitos do piezoeletrico, podendo ser direto ou indireto, sendo o efeito direto a pressão mecânica aplicada sobre o cristal, fazendo com que sua estrutura se deforme, resultando na energia elétrica, e o inverso, aplicando um potencial elétrico, podendo expandir ou reter o volume, o que resultara em energia mecânica.

O presente trabalho tem como objetivo compreender o efeito piezoelétrico na geração de energia elétrica por meio da construção de um protótipo de baixa fidelidade, para a observação do funcionamento através da deformação do Titanato de Bário.

2. DESENVOLVIMENTO

O protótipo foi desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário UNIFATEB, na cidade de Telêmaco Borba-PR, região dos Campos Gerais. O projeto foi estudado e planejado durante o 1º e 2º período de 2021, já a construção e pré-análise do mesmo ocorreu no 3º período do ano de 2022.

O presente trabalho trata-se do estudo e criação de um protótipo de baixa fidelidade, sendo uma placa de piso modular, onde existe o vínculo da piezoeletricidade com um mecanismo e ações humanas, onde as pessoas ao se movimentarem, possam transformar essa energia mecânica de seus movimentos em energia elétrica mais especificamente através de passos dados sobre a instalação do piso YBY.

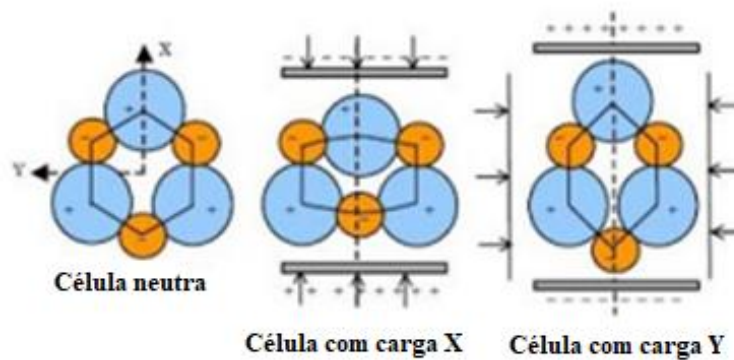
2.1 PIEZOELETRICIDADE

Foi realizado o estudo do efeito piezoelétrico, um material capaz de gerar cargas elétricas, a fim de se tornar o fornecedor de energia à aparelhos, que a princípio, possuem baixa voltagem nas primeiras fases de teste, através do piso, com intuito de ser uma fonte de energia renovável, economizando recursos e substituindo energias que exploram excessivamente o meio ambiente e usar ao seu favor o crescimento populacional.

De acordo com Marques (2013), o Efeito Piezoelétrico pode ser dividido em duas partes, a direta e a reversa. O efeito direto se constitui em uma tensão mecânica no material, que por não ser simétrico acaba por acarretar no surgimento de cargas elétricas nos elétrodos do material. O efeito reverso é constituído pela submissão do material à um campo elétrico, nesse caso, os dipolos do material piezoelétrico são alinhados de acordo com as linhas de campo elétrico, fazendo com que o material sofra uma deformação mecânica.

De forma simples, a piezoeletricidade é uma fonte de energia derivada da tensão mecânica realizada nas placas de cerâmica de piezoelétrico, que a torna eletricamente polarizada. A Figura 1 ilustra o comportamento das cargas decorrente da tensão mecânica.

Figura 1. Comportamento das cargas.



Fonte: A Piezoelectricidade no Cotidiano (2013).

3. METODOLOGIA

Após o estudo teórico do efeito piezoelétrico, surgiu a necessidade de observar na prática o funcionamento do conceito. A fim de criar um instrumento didático de apresentar o conceito e também colocar à prova a piezoelectricidade, foi desenvolvido um protótipo experimental que gera eletricidade através de materiais piezoelétrico. O protótipo representa uma placa modular que ao receber pressão vertical, deforme o material piezoelétrico sob si, produzindo eletricidade.

3.1 MATERIAIS

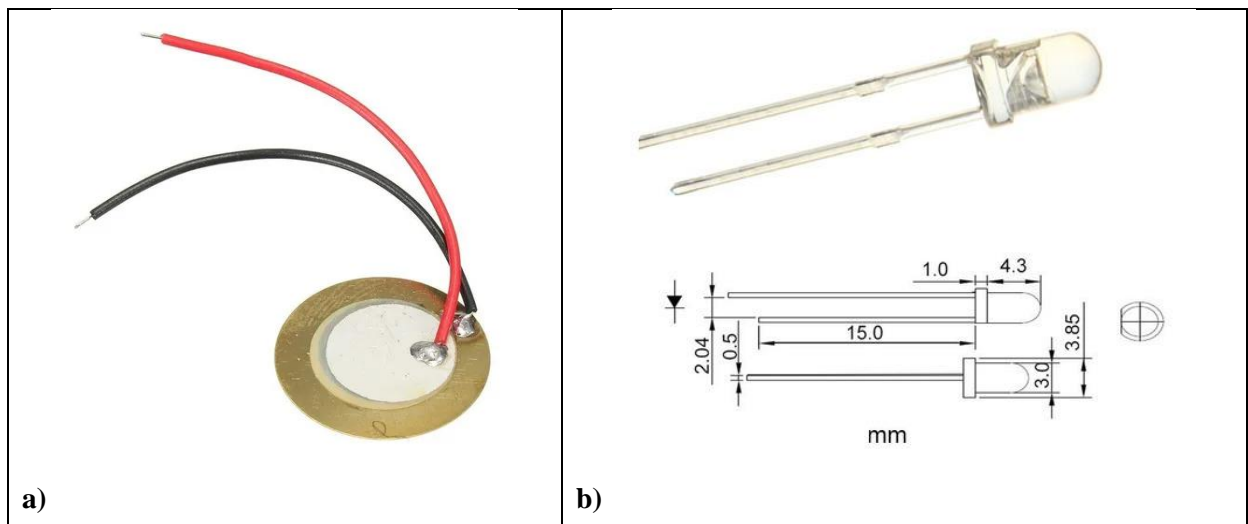
Para a construção do protótipo foram utilizados materiais simples, conforme consta na Figura 2. No Quadro 1 pode-se observar alguns itens utilizados para a execução do protótipo construído pela equipe na disciplina de Prototipagem InovaEng.

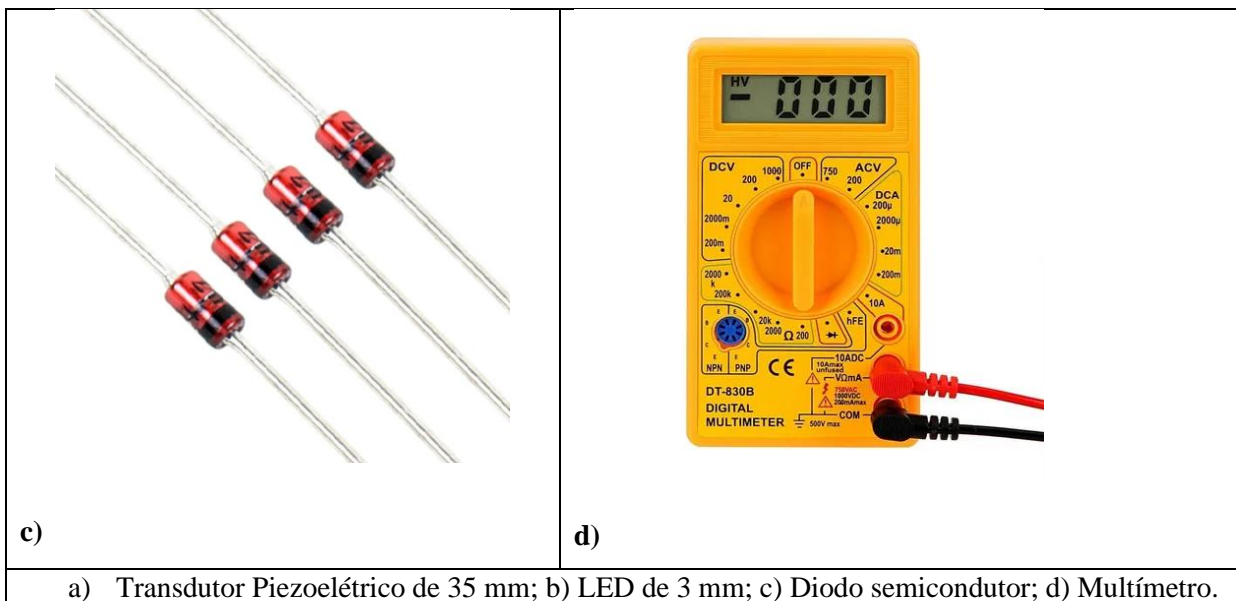
Figura 2. Relação de materiais.

MATERIAIS	QUANTIDADE
Placas de Piezoelétrico 35 mm de diâmetro	8
Diodos 1n 4007	5
Capacitor de 470 μ F 25v	1
Resistor 10K OHMs 1/4W CR25 5	1
LED 3mm	3
Chave liga/desliga	1
Bateria de 9v recarregável	1
Placa 25x40 de compensado náutico	2
Molas	4
Parafusos	4
Porcas	8
Ruelas	4
Espumas de polietileno circular	8
Barra de silicone 5 mm	1
Barras de metalon 40x30mm	2
Fio para ligações	2 metros
Multímetro	1
Caixa de acrílico	1

Fonte: Os autores (2022).

Quadro 1. Componentes e instrumentos utilizados na construção do protótipo.





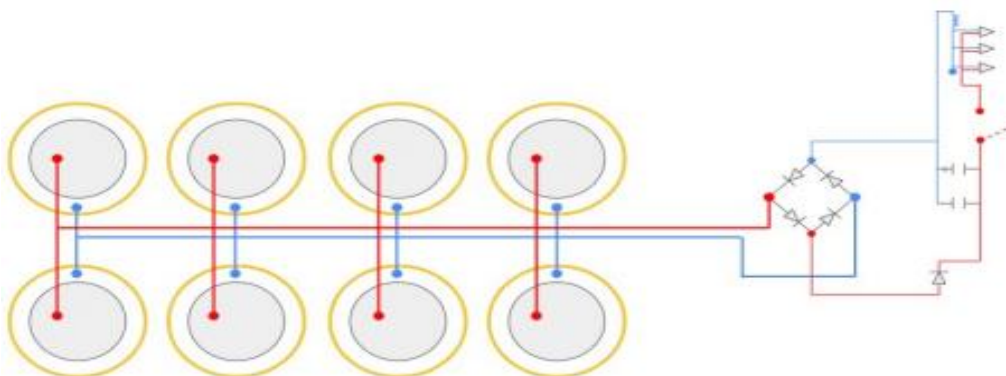
Fonte: adaptado pelos autores (2022).

3.2 TESTES INICIAIS







Foram realizados testes manuais, inicialmente com um LED de 5V, e apenas uma placa de cerâmica de piezo elétrico, para ver a potência e funcionalidade, conectando uma ponta do fio no latão da placa e outra na perna positiva do LED. Com outro fio, foi conectado na cerâmica uma ponta e a outra conectada na perna negativa do LED. Ao pressionar o transdutor piezo elétrico a reação aconteceu, ocasionando energia suficiente para acender por poucos segundos o LED.

Logo, com base teórica sobre circuitos, foi montado um diagrama de uma ligação em paralelo como mostra a figura 7. Ao desenhar o diagrama de ligação paralela, o próximo passo foi executar e ver na prática se o circuito funcionaria.

Figura 3. Diagrama de ligação paralela.



Legenda:

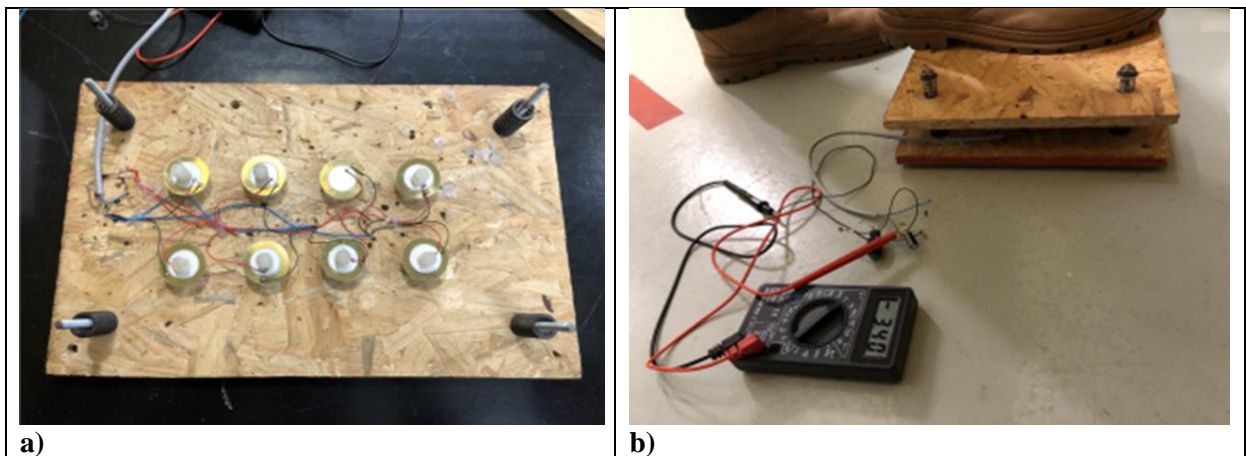
LEGENDA		CHAVE
		DIODO
		LED
		RESISTOR
		BATERIA
		CAPACITOR

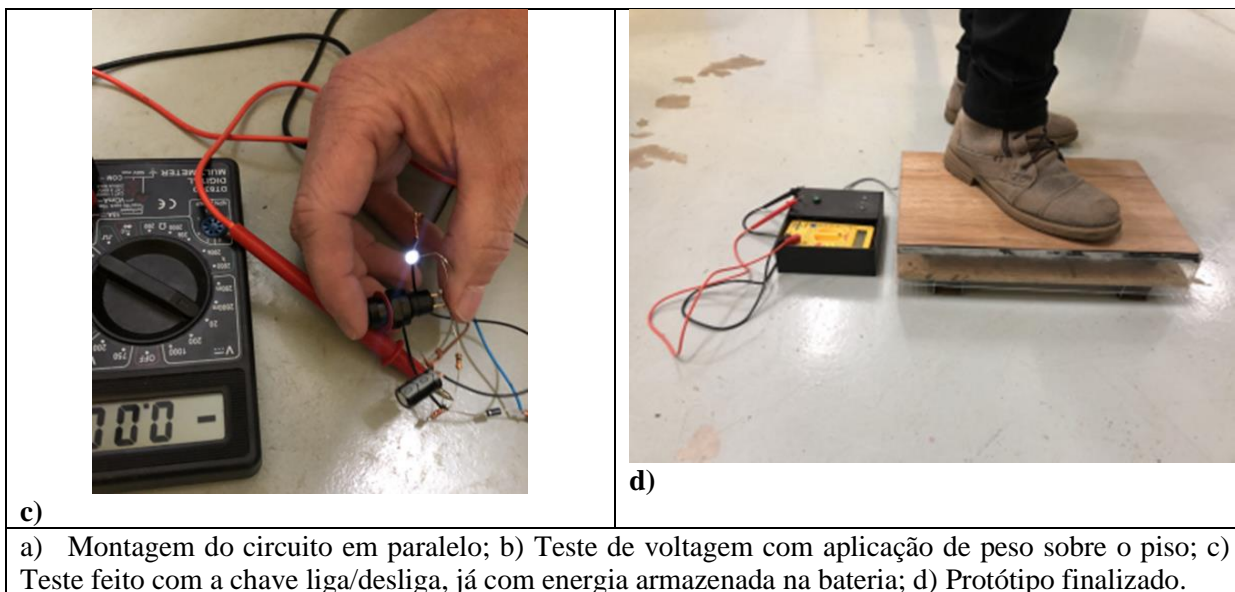
Fonte: Adaptado pelos autores (2022).

3.3 CONSTRUÇÃO

Na construção, foi utilizado dois pedaços de compensado náutico 25x40 (cedidas pela UNIFATEB) para fazer uma espécie de “sanduíche”, onde ao meio foram colocados os 8 transdutores de piezo elétrico, sob esses transdutores também foram colocadas espumas circulares de polietileno, para evitar o contato direto entre os piezos e a madeira, prezando pela maior durabilidade das pastilhas. Seguidos dos outros componentes conforme o Quadro 2, sendo essas placas seguradas por quatro parafusos contendo molas para amortecer o peso.

Quadro 2. Etapas de montagem do protótipo.





4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os estudos realizados neste trabalho foram a partir de um protótipo de baixa fidelidade, simulando um piso. Este protótipo contém 8 transdutores piezo elétricos. Para gerar 5 volts de energia, foram necessários 76 passos, de forma contínua, simulando uma caminhada.

Também testamos passos isolados, gerando 0,065 volts por passo. Obtendo o dobro de transdutores, ou seja, 16 transdutores piezo elétricos, seriam 5 volts com 36 passos, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Resultados dos testes do protótipo.

PLACA 25 x 40 cm		
QUANT. PIEZO	QUANT. PASSOS	V (volts)
8	1	0,065 V
8	76	5 V
16	36	5 V

Fonte: Os autores (2022).

5. CONCLUSÃO

Mesmo sabendo que o efeito piezo elétrico foi descoberto há muito tempo, ele ainda é amplamente estudado e aprimorado para diversas áreas, porque seu uso ficou restrito a utilidades simples, sem muita especificidade por um longo tempo. Então, se faz realmente necessária a pesquisa e o uso prático e real dessa tecnologia.

Com os testes iniciais, foi possível notar que seu objetivo principal, gerar energia elétrica, se cumpre, mesmo gerando baixa voltagem. Como o mesmo foi criado para estudo, com materiais simples, sendo um protótipo de baixa fidelidade, notou-se resultados satisfatórios, necessitando de alterações futuramente no protótipo para um melhor desempenho.

6. REFERÊNCIAS

ANTUNES, E. de G.; SOUSA, M. N. de; SCHERTEL, M. N. da C. **Piso que transforma energia mecânica em eletricidade**. Projeto em Energia III. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2014.

ARMENDANI, Willian Alves; et. al. **Conhecendo a Piezoeletricidade, uma nova forma de geração de energia elétrica**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 1. Vol. 9. pp 314-320., outubro/novembro de 2016. ISSN: 2448-0959.

COSTA, J. et. al. **Geração de Energia Através da Piezoeletricidade**. 3. ed. Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional 2019: Relatório Síntese/ano base 2018**. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2019.

L. D. Cancio and S. Ghissoni. **Piezoeletricidade: a Geração de Energia Limpa e Suas Aplicações**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013. [Online]. Available: <http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/6035>.

MARQUES, Mairon Figueiredo; et. al. **Efeito piezelétrico reverso: aplicação para desenvolvimento de um disjuntor**. 2013. Anais Eletrônico VIII EPCC-Encontro

Internacional de Produção Científica Cesumar UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar Editora CESUMAR Maringá – Paraná – Brasil.

PEREIRA, Antônio Henrique Alves. Cerâmicas piezoelétricas: funcionamento e propriedades. **São Carlos: ATCP Engenharia Física**, 2010.

PERLINGEIRO, Antônio Ramos; PIMENTA, Gilberto Maia; SILVA, Salviano Evaristo da. **Geração de energia através de materiais piezoelétricos**. 2016. Disponível em: <<http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2943/GeraçãodeEnergiaatravésdeMateriaisPiezoelétricos.pdf>>. Acesso em: 15 agosto 2022.

R. G. Vieira. **A piezeletricidade no cotidiano**, 2013. [Online]. Available: <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/08/a-piezeletricidade-no-cotidiano.html>.



BIODIGESTOR ANAERÓBICO CONTINUO: Desenvolvimento e implementação

Cauany Silva Campos¹
Mateus Tavares de Queiroz²
Mayara Batista Vidal³
Rodrigo Faistauer⁴
Renan Andreassa Novaki⁵
Rodrigo Lima⁶

Resumo: A presente pesquisa desenvolvida objetiva realizar um levantamento bibliográfico acerca de biodigestores anaeróbicos e seus fatores de influência. Portanto, serão explorados os principais conceitos para a construção de um biodigestor contínuo eficiente, sendo capaz de produzir biogás e biofertilizante. Além disso, espera-se quantificar os produtos obtidos, contrastando-os com a literatura referenciada no projeto. Dessa forma, o estudo em questão é um levantamento do referencial teórico, com foco futuro na construção de um biodigestor, visando a transformação de resíduos sólidos orgânicos em independência energética.

Palavras-chave: Biodigestor anaeróbico; Resíduos sólidos orgânicos; Independência energética.

Abstract: The present research developed aims to carry out a bibliographic survey about anaerobic digesters and their influencing factors. Therefore, the main concepts for the construction of an efficient continuous biodigester, capable of producing biogas and biofertilizer, will be explored. In addition, it is expected to quantify the products obtained, contrasting them with the literature referenced in the project. Thus, the study in question is a theoretical reference survey, with a future focus on the construction of a biodigester, aiming at transforming organic solid waste into energy independence.

Keywords: Anaerobic digester; Organic solid waste; Energy independence.

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

²Orientador de Iniciação Científica/Professor Especialista dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. mateuslattes@gmail.com

³Coordenadora/Professora dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. mayaramaby@gmail.com

⁴Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. eng.meca.faistauer@gmail.com

⁵Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. renan_andreassa@hotmail.com

⁶Coordenador de Iniciação Científica/Professor Especialista dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. ictcc@fatebtb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Diante do cenário onde se é amplamente debatido sobre as questões de produção e escassez de energia, nos deparamos com inúmeros problemas aliados ao descarte incorreto de resíduos sólidos urbanos, tanto em nível nacional como em nível internacional, principalmente em países periféricos. Os problemas atuais em relação ao descarte incorreto de resíduos orgânicos estão aliados às mudanças ambientais, resultando em grande contribuição para o aquecimento global, onde muitos países focam na produção e deixam a recuperação de resíduos em segundo plano. Portanto, dependem de fontes de energias não renováveis, alavancando ainda mais os problemas ambientais através da emissão de Metano em nossa atmosfera. Dessa forma, fica evidenciada a necessidade do desenvolvimento e instalação de fontes energéticas mais eficientes e benignas ao meio ambiente.

Segundo CAMPOS *et al* (2022), os resíduos sólidos podem ser reaproveitados, sendo concentrados em um digestor anaeróbico, produzindo ao final do ciclo um gás que pode vir a ser convertido em energia térmica ou elétrica. O biogás a muito tempo vem sendo utilizado como fonte de energia, sendo o maior interesse nesse tipo de energia a substituição do gás de cozinha pelo biogás gerado, gerando menor gasto e conseqüentemente menor contribuição com o efeito estufa, derivado dos lixões à céu aberto.

Sendo assim, o projeto em questão objetiva desenvolver um biodigestor anaeróbico em escala didática, onde seja possível estudar e analisar a viabilidade e as vantagens do projeto em relação a eficiência energética e ao cuidado com o ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

Resíduos sólidos orgânicos são dejetos advindos da atividade humana ocorrida em domicílios, gerados em sua maioria em cidades, constituindo os resíduos sólidos urbanos (RSU). Dentre os resíduos orgânicos mais comuns estão os restos de alimentos e folhagens em geral, como cascas, ossos, alimentos em decomposição e grama. De acordo com MOREIRA *et al* (2021), os resíduos orgânicos mais comuns na composição dos rejeitos domiciliares são as hortaliças, das quais estão incluídas a alface, repolho, aspargos e entre outros, possuindo alto descarte e aproveitamento reduzido. Naturalmente os resíduos orgânicos são decompostos e

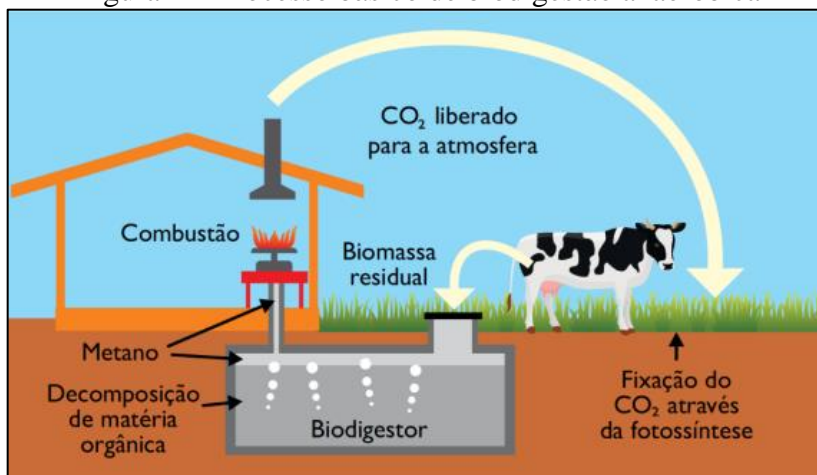
absorvidos pela natureza, porém, quando o fenômeno em questão é reproduzido de forma exponencial, como ocorre na sociedade atual, inúmeros problemas surgem e são agravados com o passar dos anos, portanto, buscam-se alternativas funcionais que atendam ambos aspectos, ambiente e ser humano.

Segundo ASSEMAE (2019), dados apresentados pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais apontam a desvalorização do resíduo orgânico produzido em solo brasileiro, priorizando somente o tratamento dos resíduos secos, dos quais são reciclados e retornam às nossas casas. Produzindo cerca de 37 milhões de toneladas de lixo orgânico ao ano, o governo brasileiro reaproveita apenas 1% desse descarte, direcionando cerca de 99% dos rejeitos à lixões à céu aberto. A permanência de resíduos orgânicos em lixões à céu aberto gera altos teores de gás Metano, auxiliando no efeito estufa e prejudicando o crescimento de vegetais. Dessa forma, observa-se a necessidade do estudo e desenvolvimento de meios mais eficientes de destinação de RSU, levando em conta os inúmeros malefícios desse hábito e a consequência futura do perdurar dessa destinação incorreta.

2.2 CONCEITO DOS BIODIGESTORES ANAERÓBICOS

Segundo CAMPOS *et al* (2012), “biodigestores anaeróbicos são equipamentos herméticos, dos quais agem como digestores onde bactérias anaeróbicas degradam a matéria orgânica utilizada”. Durante a decomposição, as bactérias anaeróbicas (que não necessitam de oxigênio para sobreviver) transformam os compostos orgânicos em compostos de Metano e Dióxido de Carbono, resultando em dois produtos úteis, biogás e biofertilizante. O biogás produzido é rico em Metano, sendo ideal para queima e aproveitamento energético. Já o biofertilizante é o resíduo da decomposição, sendo um líquido rico em nutrientes, do qual pode ser utilizado no plantio em geral. O biodigestor desenvolvido nesse projeto terá intuito didático, além disso, será alimentado de forma contínua, portanto, resíduos poderão ser adicionados conforme a demanda do local.

Figura 1 – Processo básico de biodigestão anaeróbica



Fonte: Adaptado de (ANTUNES, 2019)

A figura 1 ilustra de forma simplificada o processo de biodigestão anaeróbica, onde dejetos orgânicos são decompostos em uma câmara hermética (biodigestor), proporcionando decomposição da matéria orgânica e obtenção de gás Metano, do qual será aproveitado através da combustão.

3. CONCLUSÃO

No decorrer desta pesquisa observou-se a realidade brasileira acerca da destinação de resíduos sólidos urbanos, evidenciando a deficiência de aplicação de mecanismos eficientes de aproveitamento residual orgânico, contribuindo cada dia mais com o empobrecimento ambiental e energético. Dessa forma, espera-se ao longo desse projeto expor como os biodigestores se tornam uma alternativa interessante para a implantação, reduzindo os impactos negativos da destinação incorreta de resíduos.

Essa pesquisa buscou realizar um levantamento bibliográfico inicial acerca da transformação de resíduos orgânicos em energia, portanto, espera-se futuramente, aprofundar a temática através do desenvolvimento de um artigo científico e a construção de um biodigestor anaeróbico contínuo funcional, obtendo informações e dados que comprovem a eficiência do projeto desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M. Z. **Viabilidade da produção de biogás a partir de dejetos animais.** Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19191/TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 de agosto de 2022.

ASSEMAE. **Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil.** Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, Brasília, 2019. Disponível em: <https://assem-ae.org.br/noticias/item/4494- apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil#:~: text=O%20Brasil%20produz%20quase%2037,combust%C3%ADvel%20e%20at%C3%A9%20mesmo%20energia..> Acesso em: 28 de agosto de 2022.

CAMPOS, C. S.; ALMEIDA, E. F.; SIQUEIRA, J. P.; MELO, L. S.; SANTOS, L. H. S.; CARNEIRO, R. J.; MORAES, H. A.; LIMA, R. **Proposta de desenvolvimento de protótipo de biodigestor.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/42880>. Acesso em: 30 de agosto de 2022.

MOREIRA, M. L.; COSTA, L. P. **Resíduos Orgânicos.** Embrapa, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/residuos-organicos#:~: text=%C2%BB%20O%20que%20s%C3%A3o%20res%C3%ADduos%20org%C3%A2nicos,%20C%20grama%20cortada%20C%20podas%20diversas..> Acesso em: 28 de agosto de 2022.



DESENVOLVIMENTO DE UMA RODA D'ÁGUA DE MALKUS-LORENZ PARA O ESTUDO DE OSCILAÇÕES NÃO-LINEARES

Jaiane Subtil da Silva¹

Rafael Acosta Bueno²

Kevin Mauricio Menon Ribeiro³

Vagner dos Santos⁴

Resumo: O presente trabalho faz parte do projeto “Oscilações Não-Lineares e Caos em um modelo de Roda D’Água” no qual pretende-se desenvolver uma roda d’água de Malkus-Lorenz, e posteriormente utilizá-la para captação de dados de sua dinâmica utilizando o Arduino. Até o presente, foi desenvolvido um protótipo do modelo em menor escala. O protótipo foi feito com o objetivo de antecipar possíveis dificuldades na construção da roda em maior escala, e foi confeccionado utilizando materiais recicláveis e de fácil acesso. O protótipo possibilitou a constatação de movimento aperiódico no modelo, sendo a aperiodicidade uma das características da dinâmica caótica. Possibilitou, também, a manifestação de algumas dificuldades operacionais, como problemas no escoamento devido à tensão superficial da água, e também a experimentação quanto ao suporte para a roda d’água. Assim, a construção do protótipo permite atestar preliminarmente que o modelo de roda d’água é adequado para a investigação a que se propõe o projeto, dados que sejam feitos os ajustes adequados.

Palavras-chave: Roda d’água; Caos; Malkus-Lorenz.

Abstract: The present work is part of the project “Nonlinear Oscillations and Chaos in a Water Wheel model” in which it is intended to develop a Malkus-Lorenz waterwheel, and later use it to capture data from its dynamics using Arduino. To date, it was developed a smaller scale prototype of the model. The prototype was made aiming the anticipation of possible difficulties in building the wheel on a larger scale, and was made using recyclable and easily accessible materials. The prototype enabled the observation of aperiodic movement in the model, with aperiodicity being one of the characteristics of chaotic dynamics. It also made possible the manifestation of some operational difficulties, such as problems in the flow due to the surface tension of the water, and also the experimentation regarding the support of the water wheel. Thus, the construction of the

¹Graduando Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. jaianesubtildasilva@gmail.com

²Graduando Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. rafaelacostabueno@gmail.com.br

³Professor do Departamento de Ciências Exatas, Naturais e Engenharias, UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.. kevin.ribeiro@unifateb.edu.br

⁴Professor do Departamento de Ciências Exatas, Naturais e Engenharias, UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.. vagner.santos@unifateb.edu.br

prototype made it possible to certify that the waterwheel model is suitable for the investigation for which the project is proposed, given that the appropriate adjustments are made.

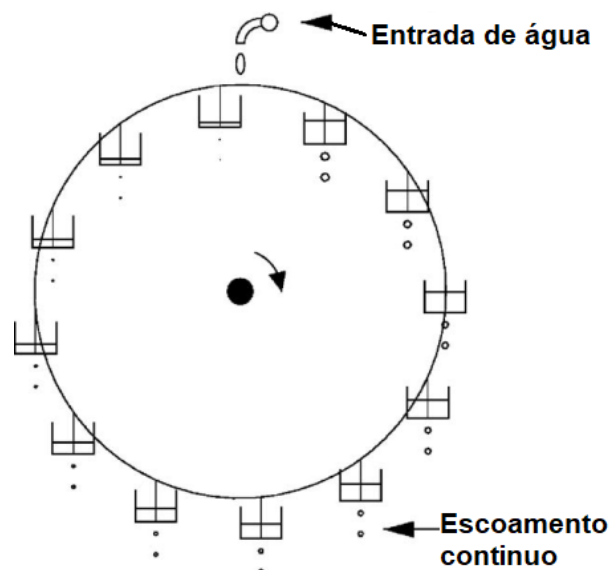
Keywords: Waterwheel; Chaos; Malkus-Lorenz.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de sistemas físicos que apresentam comportamento caótico tem sido uma frutífera área de pesquisa desde que Edward Lorenz apresentou um conjunto de equações diferenciais para modelar um sistema de previsão meteorológica. Lorenz observou que, nesse modelo, uma pequena incerteza no estado atual poderia crescer exponencialmente, tornando impossível previsões de longa escala (LORENZ, 1963). Nas palavras de Lorenz "(...) perturbações causadas pelo bater de asas de uma borboleta no Brasil poderiam causar um furacão no Texas" (MONTEIRO, 2006).

No presente trabalho pretendemos estudar as características da dinâmica caótica utilizando a roda d'água de Malkus-Lorenz. Um esquema representativo desse sistema pode ser visto na Figura 1. Esse modelo consiste em uma roda d'água com copos vazados distribuídos ao longo da borda, com água sendo adicionada em uma posição verticalmente acima o centro da roda (MATSON, 2007). A escolha desse modelo ocorre devido ao fato que a rotação da roda segue um caso especial do modelo matemático das equações de Lorenz.

Figura 1 Modelo roda de água Malkus-Lorenz.



Fonte: MATSON, 2007.

A análise de oscilações não-lineares através do comportamento de uma roda d'água se justifica pois é um modelo relativamente simples capaz de exibir uma dinâmica complexa. Ademais, oscilações não-lineares têm sido observadas em uma gama de áreas distintas, desde sistemas mecânicos (TUSSET, 2013) até sistemas biológicos (PROTACHEVICZ, 2018), e seu estudo tem auxiliado na compreensão fenômenos como falhas em sistemas de transmissão de energia, sincronização de circuitos elétricos (BONETTI, 2014), dinâmica de giróstatos (MARWAN, 2022), entre outros. O objetivo é construir uma roda de água de Malkus-Lorenz que apresente comportamento caótico e permita aquisição de dados por meio de um computador. Posteriormente, pretende-se analisar as séries temporais obtidas experimentalmente utilizando ferramentas em linguagem python e, dessa forma, caracterizar a dinâmica. Até o momento, foi desenvolvido um protótipo para compreensão do conceito e deu-se início o projeto de construção da roda d'água.

2. DESENVOLVIMENTO

A roda d'água de Malkus-Lorenz é composta por recipientes alocados em sua extremidade, a qual gira em torno do centro por ação da gravidade ao receber um fluxo constante de água no topo. Devido aos furos presentes nos recipientes, ocorre o escoamento do líquido dos recipientes, o que causa em desbalanceamento na distribuição de massa ao longo da extremidade da roda, gerando a complexidade na sua dinâmica. Todo esse conjunto é em um sistema mecânico (ALVARENGA, 2022).

Com base nos estudos realizados sobre as equações não-lineares em rodas d'água, construiu-se um protótipo, com o objetivo de realizar testes a respeito do seu comportamento caótico ou não-linear. O protótipo foi desenvolvido com os materiais listados na Tabela 1.

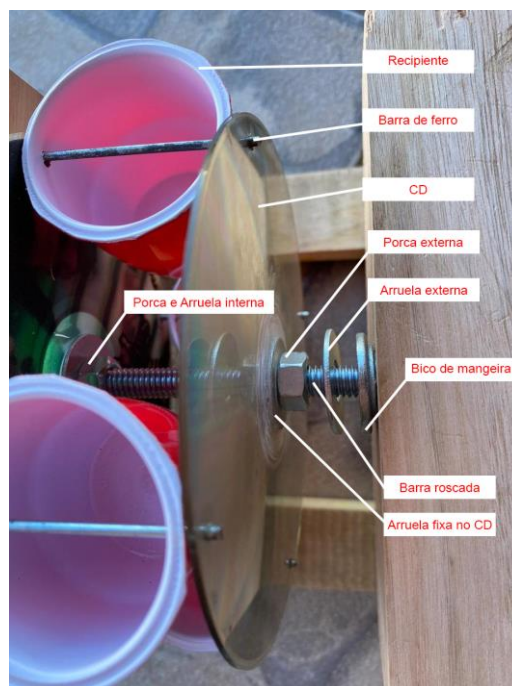
Tabela 1 – Materiais e investimentos

Material	Unidade	Investimento (R\$)
CD's	2	Reciclado
Recipientes (copos de iogurte)	4	Reciclado
Barra roscada	1	11,15
Porcas	6	3,3
Arruela	6	2,52
Barra de ferro	2	Reciclado
Bloco de madeira	4	10 (corte e lixa)
Bico de mangueira	2	9,56

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O protótipo teve início de sua montagem tomando as medidas dos CD's (2), encontrando seu centro, e fazendo as marcações de onde posteriormente seriam alocados os recipientes (4). Após encontrar o centro dos CD's foi colado uma arruela em cada um, com isso diminuimos o tamanho do diâmetro interno, se ajustando melhor ao eixo, que é uma barra roscada. Dando sequência foram preparados os recipientes que serão colocados nos CD's, esses são copinhos de iogurte reciclados, foram lavados, e cortadas as pontas para melhor encaixe entre os CD's. Também foram feitos furos para a passagem das barras (4) conectam os copinhos aos CD's, tais barras foram feitas utilizando o aro reutilizado de bicicleta. Feitos os furos nos CD's, estes últimos foram posicionados na barra roscada e presos utilizando 2 porcas. Então, foram colocadas as barras nos recipientes para o encaixe dos copinhos. A base onde será apoiado o eixo, é composta de 2 blocos de madeira, que foram furadas para o encaixe do eixo. O protótipo finalizado pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Protótipo da roda d'água de Malkus-Lorenz.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

CONCLUSÃO

Com a realização dos testes utilizando o protótipo, verificou-se que devido ao tamanho reduzido dos furos, a água não estava escoando para fora. Isso tornou necessário o aumento

dos furos para facilitar a vazão. Verificou-se também o efeito do aumento do fluxo de água despejada nos recipientes, que possibilitou a ocorrência de oscilações aperiódicas e irregulares no sistema. Assim, foi alcançado o objetivo da construção do protótipo, visto que durante sua montagem foi possível notar alguns pontos de dificuldade que poderão aparecer na montagem do projeto final.

REFERÊNCIAS

BONETTI, R. C., DE SOUZA, R. L. T., BATISTA, A. M., SZEZECH JR, J. D., CALDAS, I. L., VIANA, R. L., LOPES, S. R., BAPTISTA, M. S. Super persistent transient in a master–slave configuration with Colpitts oscillators. **Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical**, vol. 47, pp. 405101, 2014.

CARRERAS, B. A., LYNCH, V. E., DOBSON, I., NEWMAN, D. E. Critical points and transitions in an electric power transmission model for cascading failure blackouts. **Chaos**, vol. 12, pp. 985-994, 2002.

LORENZ, E. N., Deterministic nonperiodic flow. **Journal of the Atmospheric Sciences**, vol. 20, pp. 130-141, 1963.

MARWAN, M., SANTOS, V., ABIDIN, M. Z., XIONG, A., Coexisting Attractor in a Gyrostat Chaotic System via Basin of Attraction and Synchronization of Two Nonidentical Mechanical Systems. **Mathematics**, vol. 10, n° 11, 2022.

MATSON, L. E., The Malkus–Lorenz water wheel revisited. **American Journal of Physics**, vol. 75, n° 12, pp. 1114-1122, 2007.

MONTEIRO, L., **Sistemas Dinâmicos**. Editora Livraria da Física, 2006.

PROTACHEVICZ, P. R., BORGES, R.R., REIS, A. S, BORGES, F. S., IAROSZ, K. C., CALDAS, I.L., LAMEU, E. L., MACAU, E. E. N., VIANA, R.L., SOKOLOV, I.M., FERRARI, F.A.S., KURTHS, J., BATISTA, A.M., LO, C.Y., HE, Y., LIN C.P., Synchronous behaviour in network model based on human cortico-cortical connections. **Physiological Measurement**, vol. 39, pp. 74006, 2018.

TUSSET, A. M., BALTHAZAR, J. M., FELIX, J. L. P, On elimination of chaotic behavior in a non-ideal portal frame structural system, using both passive and active controls, **Journal of Vibration and Control**, vol. 19, pp. 803-813, 2013.

ALVARENGA, João Pedro do Valle. A Roda d'Água Caótica e as Equações de Lorenz. Orientador: Pedro Augusto Franco Pinheiro Moreira. 2022. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Física) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2022.



IDEALIZAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE BATALHA

Danilo da Trindade Santos¹
Gabriel de Carvalho²
Jaine Gláucia Rodrigues Bastos³
Joel Aparecido Bastos⁴
Luís Henrique Santos da Cruz⁵
Mateus Gabriel Espilino⁶
Pedro Henrique de Oliveira⁷
Sadraque Jorge de Melo⁸
Samuel Pessoa⁹
Rodrigo Lima¹⁰
Harrisson Andretta de Moraes¹¹

Resumo: A presente produção trata da elaboração de um protótipo de robô de batalha para competição, tendo sido inicialmente escolhido uma combinação dos modelos conhecidos como “*rammer*” e “*wedge*”. Com este trabalho, pretende-se explorar conhecimentos na área de robótica e integrar os aprendizados em engenharia numa proposta de aplicação prática que permite o desenvolvimento em grupo. As investigações conduzidas para escolha do modelo e dos materiais pautaram-se na análise bibliográfica acompanhada da discussão e levantamento de ideias pelos integrantes. Espera-se obter como resultado um protótipo funcional e constante progresso no conhecimento adquirido.

Palavras-chave: Robótica; Robô; Batalha; Protótipo; Desenvolvimento.

Abstract: The current production deals with the formulation of a battle robot prototype for competition, having been initially chosen a combination of the models known as “*rammer*” and “*wedge*”. With this work, it’s intended to explore knowledges in the area of robotics and integrate the learnings in engineering in a practical application proposal which allows group development. The conducted investigations were based on the bibliographic analysis together with the discussion and brainstorming by the members. It’s expected to achieve as a result a functional prototype and constant progress in the attained knowledge.

Keywords: Robotics; Robot; Battle; Prototype; Development.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. Oddts0@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. gabriel.dc2016@outlook.com

³Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. jainegbastos@gmail.com

⁴Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. joel.bastos89@gmail.com

⁵Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. academicoluish@gmail.com

⁶Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. mateusespilino@gmail.com

⁷Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. kiko.dario95@gmail.com

⁸Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. sadraquejorgem@gmail.com

⁹Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. samuelpessoa01@gmail.com

¹⁰Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@fatebtb.edu.br

¹¹Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

Este trabalho registra o desenvolvimento de um robô de batalha para competição num evento que será organizado pela UNIFATEB, como requisito avaliativo das disciplinas dos cursos de Engenharia. Nele serão discorridas as questões envolvidas na pesquisa e planejamento, e necessárias à construção e aprimoramento do robô.

A aplicação dos conceitos estudados nas diversas disciplinas é sempre de suma importância para o desenvolvimento estudantil em qualquer área. Nas engenharias, que envolvem uma gama extremamente ampla de assuntos e estudos, permitir que se desenvolvam projetos que abranjam o máximo destes conceitos deve facilitar ao aluno criar um laço entre os diversos conhecimentos que se apreendem em cada matéria, e, ainda, torná-los iminentes e expressos no produto que se obtém como resultado.

Um dos campos práticos que concedem um espaço considerável para a aplicação de conceitos de engenharia é a robótica, por estar altamente relacionada com muitas matérias de base destes cursos. Segundo Alves (2011) abordagens mais tradicionais e teóricas não são capazes de fomentar a atenção, enquanto a robótica aplicada tem conseguido fazê-lo, sendo útil como cenário de aprendizado e motivação do estudante.

Desse modo, a robótica móvel, abrangendo conhecimento de bases da física, cálculo, *hardware*, *software*, eletrônica, circuitos, etc (COELHO, 2001) – que são essenciais no exercício de diversas atividades, as quais os engenheiros devem ser aptos à realização – mostra-se apropriadíssima para o aprendizado em engenharia.

A ideia de uma batalha de robôs, então, além de propor o uso de um meio eficaz para o fim que uma instituição de ensino deve atingir, adiciona um elemento competitivo capaz de motivar os estudantes, combinado com a necessidade colocada de se trabalhar em grupo em vista de um fim. Como afirmou Coelho (2001) em relação às atividades envolvendo robótica, neste meio o aluno pode incrementar o elemento criativo e torna-se livre para achar as melhores soluções ao problema proposto, e isto enquanto se aprofunda na pesquisa e traz os juízos científicos à experiência real, desenvolvendo ainda habilidades de trabalho coletivo.

Tendo como fim o desenvolvimento de um robô que esteja de acordo com as especificações determinadas, seu correto funcionamento, e, ainda, o bom desempenho na competição, o problema a ser solucionado é inicialmente de caráter teórico. Os conhecimentos necessários devem ser obtidos continuamente e devidamente integrados, parte a parte, no projeto. Conforme integrados, devem ser descritos em formato final e refletidos nos resultados. A parte estratégica, essencial para a boa performance do robô em relação aos adversários, apoia-

se então na parte e no conhecimento técnico, que garantirá a construção e funcionamento do robô conforme o determinado pela equipe.

A difusão, obtenção e aplicação de conhecimentos na área de engenharia, permitindo o desenvolvimento acadêmico aos participantes e pessoal dos integrantes enquanto indivíduos inseridos num contexto colaborativo, é o objetivo deste trabalho. Este projeto pode contribuir para o repertório disponível de conhecimento na área de robótica direcionada a competições de batalha, especialmente aos que queiram visualizar o processo e progresso geral de uma equipe de recém iniciados no tema, observando possíveis adversidades para prevenção futura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta proposta de concepção de um protótipo de robô de combate foi realizada uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2002) da fonte indicada na apresentação do projeto. Tomando em consideração o que foi pesquisado, foram analisadas as questões envolvidas na concepção do protótipo, numa forma de pesquisa participante (GIL, 2002) contínua, que deve seguir até o fim do projeto.

Para Alzira (2009), o aprendizado de robótica se dá mais ao longo do processo, com o início da prática e aplicação constante de melhorias, do que nas avaliações teóricas iniciais. Ao longo do projeto, pretende-se então alinhar pesquisa, planejamento e prática, buscando tirar máximo proveito de todos os meios de aprendizado, para melhor aplicá-los visando o ótimo resultado.

Tendo a equipe sido nomeada “*Mr. Robot*” (2015), na escolha do modelo do robô, foram considerados principalmente dois aspectos: a facilidade de construção e a eficácia na competição. Foram avaliadas primeiro as possíveis complicações que poderiam decorrer da complexidade da montagem de alguns modelos. Pensou-se sobre os benefícios competitivos de dois modelos que chamaram maior atenção: “*wedge*” e “*rammer*”.

A decisão entre estes envolveu questões como os modelos pretendidos pelas demais equipes e o formato da competição. Segundo o tutorial em robôs de combate da equipe RioBotz (2006), ambos os modelos têm eficácia contra modelos de armas giratórias, e “*wedges*” contra “*rammers*”. Estes últimos, por sua forte tração, são mais capazes de causar dano prensando o adversário, mas ambos possuem como forma de ataque arrastá-lo pela arena.

Levando em conta o possível formato da competição, quis-se optar por um modelo robusto e pesado. Além disso, notou-se uma alta pretensão pelo modelo “*drums*” pelas demais equipes, e, secundariamente, por armas giratórias. Isto ajudou a consolidar a decisão por um dos dois modelos. A ausência de pretensão por modelos “*wedge*” e a possibilidade de criar um “*rammer*” pesado, compacto e de tração forte, capaz de resistir aos impactos e ejeções causadas e mover facilmente o adversário levou a optar inicialmente por este último modelo, considerando ainda projetar uma mescla deste com o “*wedge*”.

Para a estrutura externa e armadura do robô de combate, foi escolhido um único material, para nos permitir maior trabalhabilidade no processo de construção. A escolha se deu entre o aço carbono 5160 e o aço inox. O aço carbono 5160 traz uma maior dureza em relação ao inox e a possibilidade de tratamento térmico para aumentá-la ainda mais se desejado.

O inox possui, porém, maior tenacidade, sendo maior também a sua densidade, o que poderia colocar em cheque a montagem de um protótipo com grande peso dependendo das dimensões necessárias ao robô que se planeja construir. Além disso, o preço do material no momento de avaliação atingia quase o triplo da outra opção. Visando o equilíbrio financeiro inicial, optou-se por utilizar o aço carbono 5160, sem tratamento térmico para não prejudicar a resistência do robô, ao menos no que tange ao corpo principal.

Para o sistema de transmissão, não havendo necessidade de confecção para boa parte das peças, o material destas será o material padrão com que são constituídos e serão adquiridas. Este pode vir a ser o aço carbono 4340.

Segundo o Tutorial em Robôs de Combate da equipe RioBotz, as aplicações do aço 4340 “...são para o uso estrutural, tais como... engrenagens de transmissão de potência, eixos e outras peças estruturais...” (MEGGIOLARO, et al., 2006). Se confeccionados, para os eixos, pretende-se usar o mesmo aço da parte exterior (5160), pela possibilidade de deixá-lo com uma dureza muito semelhante à recomendada ao usar o 4340.

Foi considerado o uso do mesmo material da armadura para a estrutura interna, mas decidiu-se por utilizar o alumínio 7075-T6, por sua maior leveza, mantendo boa resistência. Já para as partes internas frágeis, que poderiam sofrer danos fatais nas lutas, pretende-se utilizar o policarbonato, material de altíssima tenacidade, para absorver os impactos e preservar os componentes internos. Estimaram-se os custos esperados dos materiais avulsos para a estrutura e suas quantidades com base numa pesquisa simples de preços, como é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1- Estimativa de custos dos materiais para confecção do protótipo

Material	Quantidade	Preço por unidade	Preço
Aço 5160	6 KG	R\$ 38,00 (KG)	R\$ 228,00
Polycarbonato	1,5 KG	R\$ 88 (KG)	R\$ 132,00
Alumínio 7075 T6	4 KG	R\$ 89,00 (KG)	R\$ 356,00
Total dos Materiais			R\$ 716,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento deste trabalho, espera-se atingir a correta construção de um protótipo de robô de batalha funcional e adequado à competição. Com a pesquisa, espera-se adquirir conhecimentos relacionados à engenharia e, por meio da montagem e confecção, aplicá-los, desenvolvendo habilidades práticas e compreendendo o escopo e emprego das temáticas estudadas. Espera-se ainda desenvolver a capacidade de trabalho conjunto dos integrantes, em preparação para atuação profissional, ampliando perícias comunicativas e estimulando a capacidade criativa na resolução de possíveis problemas iminentes e levantamento de ideias envolvendo melhorias no projeto.

REFERÊNCIAS

ALVES, SILAS FR et al. **Ambiente Educacional de Robótica Direcionado a Aplicações em Engenharia**. X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São João del-Rei, 2011.

COELHO, L. S.; VALLIM, M. **Uma abordagem multidisciplinar de robótica móvel em cursos de tecnologia e de engenharia**. XXIX COBENGE. 2001.

DA SILVA, Alzira Ferreira. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. Tese de Doutorado. UFRN.

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

MEGGIOLARO, Marco Antonio. **Tutorial em robôs de combate**. Equipe RioBotz, UFRJ, 2006.

MR. Robot. Direção: Sam Esmail. Produção: Steve Golin, Chad Hamilton, Igor Srubshchik. Nova Iorque: USA Network, 2015.



MODELO EM ESCALA PARA IMPRESSÃO 3D NA ENGENHARIA CIVIL: Projeto do Sistema de Movimentação

Renan Martins Souza¹

Marcel Andrey de Goes²

Kevin Mauricio Menon Ribeiro³

Resumo: Objetivou-se no presente trabalho a realização de uma pesquisa para o desenvolvimento do sistema de movimentação, voltados a impressora 3D na construção civil e com base nos princípios da impressão 3D convencional. A elaboração do projeto, trata-se de um complexo sistema, o qual integrará diversos componentes mecânicos e elétricos através de uma arquitetura elaborada para que ocorra a sua movimentação. O desenvolvimento possibilitará para que surjam novas tendências na área do sistema de movimentação empregados em impressora 3D na construção civil, contribuindo para novas tecnologias direcionadas a fins acadêmicos ou possível comercialização.

Palavras-chave: Desenvolvimento; Tecnologia; Movimentação.

Abstract: The objective of the presente work was to carry out research for the development of the movement system, aimed at the 3D printer in civil construction and based on the principles of conventional 3D printing. The elaboration of the Project, it, is a complex system, which will integrate several mechanical and electrical components through na architecture designed for its movement to occur. The development will make it possible for new trends to emerge in the área of the movement system used in 3D printers in civil construction, contributing to new technologies aimed at academic purposes or possible commercialization.

Keywords: Development; Technology; Movement.

1. INTRODUÇÃO

No mundo onde vivemos somos marcados com o avanço da tecnologia, tais inovações que nas últimas décadas vem contribuindo de maneira significativa para as áreas da informática, automobilística e industrial. O setor da construção civil não foi automatizado da mesma forma, comparando a outros setores. Assim o uso da impressão 3D na construção civil tornou-se um

¹Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. martins.s.renan16@gmail.com

²Orientador/ Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. marcel.pg@hotmail.com

³Orientador/ Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. eng.kevin.mmr@gmail.com

chamativo para as empresas e institutos de pesquisas por conta da agilidade e versatilidade na produção.

A partir dessas informações o presente trabalho busca desenvolver um novo protótipo mecânico do sistema de movimentação de uma impressora 3D na construção civil, a fim de melhorias aplicadas a modelos já existentes no mercado. O que possibilitaria a criação de novas patentes ou modelos aplicáveis, contribuindo para os acadêmicos de engenharia da UNIFATEB, a oportunidade de melhorias, aperfeiçoamentos e qualificação como futuros engenheiros para o mercado de trabalho.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo relata os conceitos referentes ao projeto os quais correspondem as principais tecnologias da impressora 3D e suas funcionalidades.

2.1.1 MODELAGEM DE SÓLIDO

A definição da modelagem de sólidos parte da representação computacional de um objeto sólido, com estudos iniciais no ano de 1960 através de esforços exploratórios obteve êxito no ano de 1970, com os profissionais que através de seus grupos de pesquisa contribuíram para o surgimento de novas tecnologias para a época. Como aponta Requicha; Voelcker (1992 apud Delevatti, 2013) pesquisadores e profissionais verificaram que o desenho assistido através do computador e dos sistemas de manufatura CAD/CAM, exigem tempo do usuário para a realização das tarefas.

No processo da modelagem 3D devemos considerar os parâmetros da geometria do objeto empregado podemos confirmar que:

Em primeiro lugar, deve-se estabelecer o sistema de coordenadas e, em seguida, introduzir a localização dos pontos, o tamanho das linhas e o tamanho do plano que se estende na direção do corpo na base das operações indicadas acima, o que define a rotação, desenho, ângulo do chanfro e o ângulo *round* do modelo. (DELEVATTI, 2013,p.13).

Os parâmetros estabelecidos serão desempenhados para a modelagem do sólido permitindo a elaboração detalhada de objetos com geometrias complexas por meio de algoritmos que auxiliam no desenvolvimento.

2.1.2 IMPRESSÃO 3D

A possibilidade de desenvolver objetos em três dimensões com geometrias complexas reais para o desenvolvimento desses objetos então a impressora 3D recebe as informações do desenho, o qual foi projetado em um software (CAD 3D). Segundo Garcia (2011) a impressora recebe as informações do programador, calculando a quantidade de material e o tempo de fabricação.

Já na etapa da construção dos objetos por prototipagem rápida, consiste na adição de material, aplicação de camada sobre camada, orientados por um software que realiza a leitura de um modelo em 3D, através do sistema de movimentação o bico realiza a aplicação do material, originando o objeto desejado.

Aponta Silva (2019) que os materiais sólidos empregados para a maior parte das impressoras 3D, podem ser variados como: nylon, plástico, cerâmicas, betão, dentre outros. Possibilitando assim a sua aplicação em diferentes áreas da engenharia.

2.1.3 FUNCIONALIDADE DA IMPRESSORA 3D

O processo inicia-se com a modelagem do desenho tridimensional no computador através do próprio software da impressora, possibilitando assim que o usuário realize a modificação no desenho antes da modelagem.

Encaminhado o desenho para a impressão, selecionado o material, a impressora começa a aplicação das camadas, com movimentação nos eixos X e Y, na base de sustentação onde está é regulável, movimentando-se em Z para que se adeque até que ocorra a conformação. De acordo com Delevatti (2013) o tempo de impressão está ligado as dimensões do objeto, por exemplo, uma peça com dimensões de 5cm de largura e 1 cm de espessura e 1cm de altura é realizado em vinte minutos.

2.1.4 ESTRUTURA DA IMPRESSORA 3D

A parte estrutural da impressora 3D trata-se de um sistema complexo de movimentação, composto de uma arquitetura elaborada que integra sistemas mecânicos, elétricos e computacionais e de controle. Essa elaboração do sistema mecânico na impressora

3D, parte da análise detalhada da cinemática de movimento, permitindo uma movimentação exata e precisa ao longo da impressão até a finalização do objeto.

2.2 METODOLOGIA

A elaboração do projeto, buscou-se através de pesquisa bibliográfica definir os principais métodos voltado a área de pesquisa e desenvolvimento do sistema de movimentação, estabelecendo assim o produto que se enquadra ao projeto. Para Delevatti (2013) a metodologia antecipa a divisão do processo de desenvolvimento do produto através de três principais fases: Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado.

- Projeto Informacional: área onde se estabelece as especificações do projeto. Segundo Delevatti (2013) as especificações será o guia do trabalho nas fases decorrentes do projeto, desse modo a sua obtenção resulta em uma responsabilidade para o sucesso do projeto;
- Projeto Conceitual: De acordo com Mantovani (2011 apud Delevatti ,2013) há duas maneiras de estabelecer o processo de projeto conceitual, são: Análise (ponto de partida do campo abstrato, análise funcional e decomposição) e Síntese (composição, síntese das soluções e o resultado mais próximo do campo concreto).
- Projeto Detalhado: Essa etapa destina-se a representação final das informações técnicas. Nas palavras de Pahl & Beitz (1988 apud Forcellini, 2002) o projeto é desenvolvido em critérios técnicos e econômicos e composto de informações adicionais, até o encaminhamento do projeto detalhado à produção.

Essas três fases conduzirão o desenvolvimento do trabalho para a elaboração do sistema de movimentação da impressora 3D na construção civil.

CONCLUSÃO

A conclusão do presente estudo apresenta as definições da impressora 3D, por meio dos conhecimentos ministrados no curso de Engenharia Mecânica para a elaboração do projeto, tendo como objetivo detalhar seu funcionamento e apresentar suas diferentes aplicações, o que possibilita o entendimento para iniciar a elaboração do sistema de movimentação.

Destaca-se neste trabalho sendo uma atividade não trivial, principalmente na fundamentação teórica, específico da estrutura do sistema de movimentação, resultando em algumas dificuldades neste primeiro momento. Na obtenção dos resultados busca-se através das etapas estabelecidas na metodologia definições claras e decisivas ao longo do projeto.

Com o desenvolvimento do sistema de movimentação podemos explorar e aprimorar, sendo assim contribuiremos para o surgimento de novas tendências de tecnologias direcionadas para o mercado ou para fins acadêmicos.

REFERÊNCIAS

DELEVATTI, Giordano Becker. **Desenvolvimento de uma Impressora 3D do Tipo Rep Rap**. 2013. 64 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Faculdade Horizontina, Rio Grande do Sul, 2013.

FORCELLINI, F. A. **Desenvolvimento de Produtos e sua Importância para a Competitividade**. 2002. Disponível em: <http://static.sapucaia.ifsul.edu.br/professores/debarbajr/01.Fundamentos%20de%20Projeto/Apostila%20Forcellini/Apost%2001%20Forcellini.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2022.

GARCIA, L. H. T. **Desenvolvimento e Fabricação de uma mini-empresa 3D para cerâmicas**. Dissertação (Título de Mestre em Engenharia Mecânica) – Escola de São Carlos, São Paulo, 2010.

SILVA, Mayara Carolini. **Impressora 3D na Construção Civil**. 2019. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Santa Cecília, São Paulo, 2019.

PROJETO DE UMA MÁQUINA DE BAIXO CUSTO PARA PRODUÇÃO DE ABSORVENTES FEMININOS: PARTE I

Leonardo Dias de Oliveira¹
Kevin Mauricio Menon Ribeiro²
Rodrigo Lima³
Alexandre Maier Eurich⁴

Resumo: A Pobreza menstrual é um retrato da desigualdade social e de gênero, e uma das suas principais características é a falta de recursos para que pessoas que menstruam possam realizar a sua higiene menstrual com dignidade. Um dos seus principais problemas é falta do acesso ao absorvente feminino descartável, devido ao seu elevado custo de aquisição. Isto leva as pessoas que menstruam a recorrerem a métodos menos higiênicos, colocando a saúde física delas em risco. Uma possível forma de colaborar, para mitigar os efeitos da pobreza menstrual na sociedade, é desenvolver tecnologias de baixo custo para a fabricação de absorventes femininos descartáveis, os quais permitirão por sua vez, um maior acesso para as pessoas carentes. Nessa perspectiva, a presente pesquisa visa o projeto de uma máquina de baixo custo para a produção de absorventes femininos. Espera-se que os resultados, da presente pesquisa, forneçam os elementos necessários para que a instituição, ou entidades filantrópicas da região, possam fabricar absorventes para população carente, contribuindo, desta maneira, para se atingir as metas do Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da agenda de 2030.

Palavras-chave: Desigualdade social; igualdade de gênero; erradicação da pobreza; menstruação; desenvolvimento de produtos.

Abstract: Menstrual poverty is a portrait of social and gender inequality, and one of its main characteristics is the lack of resources for people who menstruate to carry out their menstrual hygiene with dignity. One of its main problems is the lack of access to disposable feminine absorbents, due to their high acquisition cost. This leads people who menstruate to resort to less hygienic methods, putting their physical health at risk. A possible way to collaborate to mitigate the effects of menstrual poverty on society is to develop low-cost technologies for the manufacture of disposable feminine pads, which in turn will allow greater access to people in need. In this perspective, the present research aims at the design of a low-cost machine for the production of feminine sanitary pads. It is hoped that the results of this research will provide the necessary elements for the institution, or philanthropic

¹Graduando de Iniciação Científica/curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. leonardodias270@gmail.com

²Prof. Me. De Engenharia Mecânica, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. eng;kevin.mmr@gmail.com

³Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. ictcc@fatebtb.edu.br

Prof. Me. De Engenharia Mecânica, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. alexandre.eurich@unifateb.edu.br

entities in the region, to manufacture sanitary pads for the needy population, thus contributing to achieving the goals of the Sustainable Development Goals (SDGs).), from the 2030 agenda.

Keywords: Social inequality; gender equality; poverty eradication; menstruation; product development.

1. INTRODUÇÃO

A pobreza menstrual (PM) é um retrato da desigualdade social e de gênero, e uma das suas principais características é a falta de acesso a produtos menstruais como, por exemplo, o absorvente feminino descartável. O elevado custo de absorventes descartáveis, é um fator que corrobora de maneira direta para o aumento da pobreza menstrual (MARQUES, 2021). Isto leva as pessoas, que menstruam, a recorrerem a métodos inseguros para conter a menstruação, colocando a saúde física delas em risco esse fator pode ser caracterizada pela falta de acesso a recursos, informações, e infraestrutura para que meninas e mulheres tenham capacidade de realizar o manejo ou a gestão adequada de sua higiene menstrual. Sendo assim, o manejo da higiene menstrual refere-se à possibilidade de se utilizar materiais limpos para absorver o sangue menstrual, com a frequência necessária durante todo o período menstrual, com privacidade, recursos de higiene pessoal e acesso a instalação seguras e convenientes para descartar os materiais utilizados (SANTOS, 2021). No Brasil, mais de 1,5 milhão de brasileiras convivem com problemas decorrentes da falta de infraestrutura para o manejo da higiene menstrual, além disso, há aproximadamente 7,5 milhões de meninas que menstruam na escola, onde cerca de 90% frequentam a rede pública de ensino, com base nos dados da Pesquisa Nacional da Saúde Escolar (2015) cerca de 3% das alunas, estudam em escolas onde os banheiros não tem condição de uso, esse percentual representa, por sua vez, um valor estimado de 213 mil meninas, dentre as quais 65% delas são negras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Pobreza Menstrual

Um ponto que merece destaque é a tributação excessiva dos absorventes femininos descartáveis este panorama dificulta, portanto, ainda mais o acesso de meninas e mulheres ao

absorvente, fazendo que, muitas vezes, as camadas mais pobres da sociedade recorram a métodos inseguros para conter a menstruação, como a utilização de jornais, sacos plásticos, miolo de pão, ou a própria reutilização do absorvente descartável (PERES 2021), colocando, desse modo, a saúde dessas mulheres em risco. Com base neste panorama descrito, fica claro, que a menstruação está intrinsicamente relacionada com a dignidade humana, pois quando mulheres e meninas são impedidas de acessar instalações de banho seguras, ou ainda, não possuem os recursos e os meios necessários de administrar sua higiene menstrual, elas não são capazes de administrar a sua menstruação com dignidade. Assim, é possível constatar, portanto, que a pobreza menstrual é o resultado da desigualdade social e de gênero.

Uma outra possível forma de colaborar, para mitigar os efeitos da pobreza menstrual na sociedade, é desenvolver tecnologias de baixo custo para a fabricação de absorventes femininos descartáveis para aumentar o acesso de pessoas carentes a este produto. Projetos neste sentido já estão sendo desenvolvidos ao redor do mundo, aqui pode-se citar, como exemplo, o projeto de cooperação entre a Alemanha e o Nepal para saúde menstrual, cujo objetivo é o desenvolvimento de alternativas tecnológicas de baixo custo (processos, máquinas e equipamentos) para a fabricação de absorventes descartáveis para as populações carentes.

2.2 Metodologia

Diante desses problemas salientados sobre a saúde menstrual e toda preocupação OMS (Organização Mundial da Saúde), existem várias máquinas sendo projetadas ao redor do mundo.

E com base nesses dados, e com vários modelos ao redor do mundo, iniciou-se uma fundamentação teórica com pesquisa bibliográfica através do Google Acadêmico, para fabricação e implementação de melhorias das máquinas e processos existentes, para atender a região de Telêmaco Borba PR, uma pesquisa de quais os materiais ideais que serão usados com menor custo e com qualidades superiores às existentes no mercado. “Inovação é, portanto, focada no [...] melhoramento das soluções fornecidas por produtos, permitido por uma melhor análise de seus usuários (VERGANTI, 2009, p.15)”, com este propósito, no presente trabalho, será adotada a metodologia de desenvolvimento de produto, já consolidada na literatura, proposta por Rozenfeld et al (2006)¹², cuja referida metodologia é ilustrada na figura 1.

Figura 1: Metodologia para processo e desenvolvimento de produtos.



Fonte: Abepro.org.br

2.3 Procedimento

Como pode ser visto o processo de concepção do projeto se dará em etapas. No entanto, vale salientar que devido ao tempo e aos recursos disponíveis o projeto será desenvolvido até a micro fase de projeto detalhado. Assim é descrito de maneira resumida o que será realizado em cada etapa de desenvolvimento. Na fase de planejamento estratégico e planejamento do projeto, será detalhado o plano do projeto, ou seja, será definido com todos os envolvidos o cronograma e as ações que serão realizadas ao longo do trabalho. Na fase de projeto informacional será realizada uma revisão bibliográfica de patentes depositadas e trabalhos correlacionados com o tema buscando identificar quais os requisitos técnicos e tecnológicos que a máquina e o absorvente a ser desenvolvida deve possuir. Na fase de projeto conceitual buscará desenvolver as soluções tecnológicas de baixo custo com base nas funções requeridas que o produto a ser fabricado (absorventes descartáveis) deve conter. Na fase de projeto detalhado serão documentadas todas as informações técnicas através do uso de ferramentas educacionais de softwares CAD/CAE (Computer Aided Desing/ Computer Aided Engineering), o qual permitirá, por sua vez, gerar uma lista de todos materiais e componentes que deverão ser confeccionados e/ou comprados para a fabricação da máquina de absorventes femininos, bem como ter a estimativa do custo para a execução, fabricação e montagem do projeto. Por fim, com todas essas etapas concluídas poderá se avançar para as demais etapas, em outros projetos subsequentes a este, cujo objetivo será a fabricação e montagem da máquina. Portanto, os resultados a serem encontrados na presente pesquisa darão os elementos iniciais para que a instituição, ou entidades filantrópicas da região, possam fabricar absorventes para população carente, contribuindo, desta maneira, para se atingir as metas 1, 5 e 10 da ODS até 2030.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o presente trabalho, em sua forma de pesquisa será de suma importância para o início da fabricação e compra de todos os materiais desejados, e de projeção de todo tempo despojado para a fabricação e melhorias implementadas na máquina de absorventes, atendendo as especificações desejadas para a região, trazendo uma melhor condição de saúde as mulheres atingidas.

REFERÊNCIAS

SANTOS, Caroline Costa Moraes. Pobreza Menstrual no Brasil. Desigualdade e violações de direitos. In: UNFPA e UNICEF, 2021. Disponível em [UNFPA Brazil | Falta de acesso à absorventes é a ponta do problema relacionado à pobreza menstrual, afirma especialista](#) Acesso em 14 agosto. 2022.

UNFPA. Menstruation and Human Rights: Frequently Asked Questions. In: UNFPA, 2020. Disponível em <https://www.unfpa.org/menstruationfaq>. Acesso em 15 de agosto 2022.

DA ROCHA, Isabella Coelho et al. Pobreza menstrual no mundo: uma revisão de literatura. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 2, p. 10704-10714, 2022.

BRK AMBIENTAL. O Saneamento e a Vida da Mulher Brasileira. In: Trata Brasil, 2021. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/pesquisamulher/relatorio.pdf>. Acesso em 27 agosto. 2022.

IBGE. Pesquisa Nacional da Saúde do Escolar: 2015. Rio de Janeiro, IBGE, 2016. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97870.pdf>. Acesso em 16 agosto. 2022

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

MOTTA, Maria Carolina Carvalho; DA ROCHA BRITO, Mariana Alves Peixoto. Pobreza Menstrual e a Tributação dos Absorventes. Confluências| Revista Interdisciplinar de Sociologia e Direito, v. 24, n. 1, p. 33-54, (2022).

QUEIROZ, N. Presos que menstruam: a brutal vida das mulheres -tratadas como homens -nas prisões brasileiras. Rio de Janeiro: Record, 2015. 294 p.

BRASIL. Lei nº 14.214, de 06 de outubro de 2021. Institui o Programa de Proteção e Promoção da Saúde Menstrua, Brasília, DF, 2021.

GIZ. NEPAL's Menstrual Movement. Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ). In: GIZ, 2019. Disponível em: [Diese Seite konnte leider nicht gefunden werden / Sorry, the page was not found \(giz.de\)](#) Acesso em 27 de agosto. 2022.

Sustainable Sanitation Alliance (SUSANA). Technology Applicability Framework: TAF Assessment Low – Cost Sanitary Pad Machine. In: SUSANA, 2021. Disponível em: <https://www.susana.org>. Acesso em 14 de agosto. 2022

ROZENFELD, H; Forcellini, F. Amaral, D.C; Toledo, J; Alliprandini, D. e Scalice, R. Desenvolvimento de Produto: Uma referência para Melhoria do Processo. São Paulo, Editora Saraiva, 2006

BRASIL. Paola Lima. Agência Senado. **O que é pobreza menstrual e por que ela afasta estudantes das escolas.** 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/07/o-que-e-pobreza-menstrual-e-por-que-ela-afasta-estudantes-das-escolas> . Acesso em: 22 de agosto. 2022.

PERES, Ana Cláudia. **Pobreza menstrual.** 2021. Disponível em: <https://radis.ensp.fiocruz.br/index.php/home/entrevista/pobreza-menstrual>. Acesso em: 19 ago. 2022.



PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE

Anderson S. Rosa¹
Emanuely B. Ramos²
Evelyn V. Carneiro³
Harrison A. De Moraes⁴
Julyana B. de Oliveira⁵
Kauany R. Andrade⁶
Lorruama G. A. Teixeira⁷
Michel A. Oliveira⁸
Rafael Nava de Oliveira⁹
Rodrigo Lima¹⁰

Resumo: O presente trabalho refere-se a um projeto a ser criado dentro da disciplina de prototipagem dos cursos de Engenharias, tendo como objetivo construir um robô de batalha para uma competição desenvolvida como projeto estudantil de robótica aplicada, visando incentivar os estudantes a desenvolverem técnicas de pesquisa e a formular na prática um projeto, aplicando os conhecimentos adquiridos no curso. O modelo escolhido pelos criadores do projeto foi o *Drums*, para participação na categoria Featherweight, assim obedecendo a proporção de peso de 13,6 Kg (kilogramas). Sua aparência é compacta e baixa proporcionando agilidade para se movimentar, dispõe de um cilindro giratório em formato horizontal na vista frontal, com função de ataque ao seu adversário. Quando em contato tem potencial para impulsionar seu rival originando estragos.

Palavras-chave: Robô, Batalha, Prototipagem.

Abstract: The present work refers to a project to be created within the prototyping discipline of Engineering courses, aiming to build a battle robot for a competition developed as a student project of applied robotics, aiming to encourage students to develop research techniques and to formulate a project in practice, applying the knowledge acquired in the course. The model chosen by the creators of the project was the *Drums*, to participate in the Featherweight category, thus obeying the weight proportion of 13.6 kg (kilograms). Its appearance is compact and low, providing agility to move, it has a rotating cylinder in horizontal format in the front view, with the function of attacking your opponent. When in contact it has the potential to propel its rival causing havoc.

Keywords: Robot, Battle, Prototyping.

¹Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIFATEB, Andersonsiqueiratb@outlook.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Produção da UNIFATEB, Emanuelyb.ramos@gmail.com

³Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIFATEB, Vijcarneiro@gmail.com

⁴ Professor dos cursos de Engenharias da UNIFATEB, harrissom.moraes@unifateb.edu.br

⁵Acadêmico do curso de Engenharia Produção da UNIFATEB, Juhbarradas@outlook.com

⁶Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIFATEB, Kaurandrade06@gmail.com

⁷Acadêmico do curso de Engenharia Química da UNIFATEB, Antuneslorruamagabriely@gmail.com

⁸Acadêmico do curso de Engenharia Produção da UNIFATEB, rafaelnavadeoliveira@gmail.com

⁹Acadêmico do curso de Engenharia Química da UNIFATEB, Michellechim86@gmail.com

¹⁰ Professor dos cursos de Engenharias da UNIFATEB, ictcc@unifateb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Com o universo da robótica em franco crescimento, as batalhas e combates entre robôs surgem nesse meio atraindo um número expressivo de admiradores e competidores por todo o mundo, entretanto, apesar de ser um esporte praticado há quase três décadas, ainda é desconhecido do grande público. Contudo, a cada dia ela vem despertando interesse de grandes *players* dos *e-sports*, o que impulsiona o desenvolvimento tecnológico e a inovação, mas para muitas pessoas a reação inicial ao serem questionadas sobre o esporte cibernético ainda é de espanto, ou até mesmo de dúvida sobre a utilidade para a sociedade e a ciência.

É nesse cenário, que surgiu a proposta de construção de um robô de combate para disputa de um campeonato, desenvolvido como projeto estudantil de robótica aplicada para estudantes de engenharia. Esse projeto visa incentivar alunos a desenvolver técnicas de pesquisa e a formular na prática um projeto. Para tanto, os estudantes farão um robô do zero, desde a parte de pesquisas, desenhos e projetos teóricos, até a sua formulação na prática, para que ao fim se obtenha um robô de batalha pronto para combate.

O objetivo geral da presente pesquisa é projetar, analisar e montar um protótipo funcional de um robô de combate, respeitando as regras estabelecidas para a categoria, visando estabelecer uma convergência entre as matérias vistas no curso de engenharia e buscando as adaptações para aspirar-se o mais baixo custo. Para tanto foram delineados os seguintes objetivos específicos: Projetar o Protótipo; Analisar a estrutura da Base do Projeto; Montagem estrutural do Robô; Testar o Protótipo em Operação.

Justifica-se a realização do seguinte trabalho visando a ascensão da modalidade de robôs de combate nos dias atuais. Cordeiro e Rodowanski afirmam que a modalidade de robôs para combate vem contribuindo muito para a formação dos estudantes nas áreas de robótica e automação, áreas essenciais da engenharia, e encontram-se disponíveis poucas publicações científicas que tratam do assunto (CORDEIRO; RODOWANSKI; 2021).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa é do tipo bibliográfica (GIL, 2002) fazendo uso de documentos, artigos e bases literárias. Realizou-se um levantamento documental a respeito do assunto, “Batalha de robôs”, com foco no modelo *Drums*, este que foi escolhido com base em discussões realizadas em grupo, por apresentar ser mais viável as idéias que cada integrante pensou para o

projeto. Foi optado por este modelo de robô levando em consideração a trajetória do robô *Touro Feather* da equipe *RioBotz* que já participou de várias competições nacionais e internacionais.

O projeto ocorreu da seguinte forma, iniciou-se com a escolha do nome do grupo e do robô, que em comum acordo foram *Daileon* e *Gigante Guerreiro* respectivamente. A ideia para o nome surge através da série “O Fantástico Jaspion”, onde um garoto de mesmo nome recebe um robô de armadura prateada e durante o combate para convocar o mesmo, *Jaspion* pronuncia a frase “Gigante Guerreiro, *Daileon*” (O FANTÁSTICO JASPION, 1988).

Após isso, respeitando as orientações recebidas pelos docentes quanto à composição, como peso, tipos de materiais liberados para utilização e data de entrega, foi realizada de maneira analítica qual seria o tipo de robô a ser construído e quais seriam as suas funcionalidades como: modelo de robô, armas de ataque e defesa, tipo de movimentação e demais detalhes básicos.

A escolha para o modelo *Drums*, surge pela busca de se ter um robô ágil e ao mesmo tempo compacto. A agilidade é um ponto importante, visto que pelas pesquisas realizadas, essa característica dificulta o ataque adversário, além de funcionar como uma forma de defesa, ser compacto contribui para um baixo ângulo de gravidade, dificultando que o oponente consiga levantá-lo o tirando do chão, o que conta a favor quando em combate.

Trata-se de um modelo que possui tambor cilindro giratório com dentes, o que encaixa nas ideias desenvolvidas pelo grupo para armamento, podendo ser utilizado como uma forma de ataque e defesa, considerando que com a aproximação do adversário, esse acessório impede uma ação eficiente, pois levaria o mesmo a ser arremessado. Os dentes presentes no tambor, funcionam para a principal ideia de arma em desenvolvimento para o robô, que é a descarga elétrica, onde um capacitor ou mesmo uma bateria seriam utilizados para criar a mesma, isso respeitando a voltagem estabelecida nas regras da competição.

Com os aspectos técnicos já desenvolvidos, as ideias foram para o papel e os primeiros esboços de desenhos de como seria o robô, foram realizados. O desenvolvimento do projeto teve sequência com a escolha dos materiais que serão utilizados na construção do *Gigante Guerreiro*, para tanto pesquisas foram realizadas buscando as melhores opções quanto aos materiais, sob o melhor custo benefício, e um primeiro orçamento foi desenvolvido. Assim sendo, em análise iniciais optou-se pelo ferro fundido cinzento, aço 1045, alumínio e aço inoxidável para a estrutura do robô, incluindo chassi, polias, eixo e revestimento, para o motor foi intitulado o DeWalt 18V com caixa de redução, a bateria escolhida foi a LiPo, para arma foi optado pelo aço 1020, além da escolha da borracha para as rodas.

2.1. ORÇAMENTO:

Para o desenvolvimento desse orçamento levou-se em consideração a análise do capítulo “*Estudo do desempenho de diferentes rodas em um robô de sumô*” do livro “*Estudos em Ciências Exatas e Tecnológicas*” (CAMPOS; NETO; FERREIRA; RODOWANSKI. p.131-147; 2021). Na Tabela 1 consta a relação de materiais e os custos dos mesmos para a aquisição e construção do protótipo.

Tabela 1 - Orçamento inicial de materiais para montagem de robô de batalha.

Peça/Item	Material	Valor Unitário	Quantidade	UM	Valor Total
Rodas	Borracha	R\$ 15,03	2	Un.	R\$ 30,06
Chassi	Alumínio	R\$ 50,00	2,5	Kg.	R\$ 100,00
Eixo	Aço 1045	R\$ 22,60	0,29	Kg.	R\$ 6,55
Polias	Ferro Fundido	R\$ 39,52	2	Un.	R\$ 79,04
Revestimento	Aço Inoxidável	R\$ 45,00	2,5	Kg.	R\$ 112,50
Motor com Caixa de Redução	Aço 1045	R\$ 589,00	1,09 2	Kg. Un.	R\$ 1.178,00
Arma	Aço 1020	R\$ 40,00	3	Kg	R\$ 120,00
Bateria	LiPo	R\$ 240,99	2	Un.	R\$ 481,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3. RESULTADOS ESPERADOS:

O desenvolvimento do seguinte projeto foi pensado com o objetivo de promover aos participantes integração por meio do conhecimento multidisciplinar e da prática do trabalho em equipe, estimulando os acadêmicos a obter experiências de como desenvolver um projeto desde o início até sua conclusão. Incentivando as pesquisas literárias, o trabalho em equipe e a robótica aplicada interligando com os conteúdos vistos no decorrer do Curso de Engenharia. Bório afirma sobre as práticas no desenvolvimento de um projeto.

Com base na proposta, espera-se obter os seguintes resultados: Desenvolvimento em equipe; Conhecimentos multidisciplinares; Conciliação entre teoria e prática; Noções técnicas de montagem e raciocínio lógico; Execução e funcionamento do Robô.

4. REFERÊNCIAS

BÓRIO, A. B. **Importância, Dificuldades do uso das Práticas Experimentais em aula e a Alternativa de Materiais de Baixo Custo**. 2019. 38f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em ciências exatas: Física) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2019.

CAMPOS, J. P.; NETO, J. S. O.; FERREIRA, R. M. S.; RODOWANSKI, I. J. **Estudos em Ciências Exatas e Tecnológicas**. Editora UFRB, Edital nº. 001/2020. Cruz das Almas – Bahia, 2021.

CORDEIRO, J. O.; RODOWANSKI, I. J. Construção e análise de um robô para competição modalidade sumô 3kg autônomo. **Revista Eletrônica de Ciências Exatas e Tecnologia**, 2º Ed. Vol. 1, 2021.

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

O FANTÁSTICO Jaspion. **Criação de Toei Company**. Japão: Japão TV Asahi, 1985 - 1986. Série exibida pela Rede Manchete; Ep. 1 - 46 (1988).

RIO BOTZ: **Combate**. PUC, Rio de Janeiro: RJ, 2017. Disponível em: <https://www.riobotz.com/combate>. Acesso em: 02 set. 2022.



PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE: Modelo Híbrido

Geison Adriano de Almeida¹
Guilherme Gabriel Galves²
Hellen Caroline Rossi Schiticoski³
Isaias Victor Santos Pereira da Luz⁴
João Matheus dos Santos Zilnyk⁵
Luiz Gustavo Nienow⁶
Marcela Bueno de Oliveira⁷
Stefany Vitória Borges⁸
Taniely Bicudo Martins⁹
Rodrigo Lima¹⁰
Harrisson Andretta de Moraes¹¹

Resumo: A batalha de robôs é um evento que tem ganhado grande destaque nas escolas de Engenharia do Brasil. Desta forma, nota-se a importância de estudar a viabilidade e propor o desenvolvimento de robôs de combate controlados remotamente, como estratégia para assimilação de conteúdo das disciplinas básicas dos cursos de Engenharia. Assim, o objetivo do presente trabalho é apresentar uma proposta de concepção e desenvolvimento de um robô, controlado remotamente, para desafios em arena de batalha. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as tecnologias, materiais e métodos que serão empregados, posteriormente realizou-se o desenvolvimento da proposta de protótipo apresentando como será executado, e concomitante com este desenvolvimento, também foram levantados e indicados os materiais que serão utilizados no projeto. Após o levantamento bibliográfico e a análise dos tipos de robôs de combates existentes, optou-se pelo desenvolvimento de um protótipo de robô híbrido, que irá se enquadrar na modalidade peso leve (27,0 kg). A proposta é projetar e construir o robô contemplando o modelo *DRUMS* com ataque por cilindro giratório com dentes e o modelo *SPEARS* com estrutura de 6 ou 4 rodas.

Palavras-chave: Prototipagem; Robótica; Batalha.

Abstract: The robot battle is an event that has gained great prominence in engineering schools in Brazil. In this way, it is important to study the feasibility and propose the development of remotely controlled combat robots, as a strategy for assimilating content from the basic disciplines of Engineering courses. Thus, the objective of the present work is to present a proposal for the design and development of a robot, remotely controlled, for challenges in the battle arena. Initially, bibliographic research was carried out on the technologies, materials and methods that will be used, later the development of the prototype proposal was carried out, showing how it will be executed,

¹Acadêmico de Engenharia Química na UNIFATEB. adranoalmeida@hotmail.co.uk

²Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. guilherme.galvss@gmail.com

³Acadêmica de Engenharia de Produção na UNIFATEB. hellenrossi02@gmail.com

⁴Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. victorjubeluz@gmail.com

⁵Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. joao.matheus.9090@hotmail.com

⁶Acadêmico de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. luk.nienow@hotmail.com

⁷Acadêmica de Engenharia de Produção na UNIFATEB. marcelinha3m@gmail.com

⁸Acadêmica de Engenharia de Produção na UNIFATEB. stefanyvitoriaborges2002@gmail.com

⁹Acadêmica de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. tanielymartins@gmail.com

¹⁰Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. rodrigo.eng3@gmail.com

¹¹Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. lelolas@gmail.com

and concomitant with this development, the materials that will be used in the project were also raised and indicated. After the bibliographic survey and the analysis of the types of existing combat robots, it was decided to design and develop a hybrid robot prototype, which will fit in the light weight modality (27.0 kg). The proposal is to design and build a robot contemplating the DRUMS model with attack by a rotating cylinder with teeth and the SPEARS model with a 6 or 4 wheel structure.

Keywords: Prototyping; Robotics; Battle.

1. INTRODUÇÃO

O acadêmico de engenharia deve utilizar a tecnologia como aliada na concepção, desenvolvimento, execução e principalmente na gestão de projetos de prototipagem. A robótica envolve projeto, construção, operação e uso de robôs. O objetivo da robótica é projetar máquinas que podem ajudar e auxiliar o ser humano no seu dia a dia e manter todos seguros (DEEPU et al. 2021).

Na engenharia a prototipagem tem foco principal o desenvolvimento e criação (simulando o funcionamento de um projeto), formando trabalhos científicos que impulsionam na construção de projetos robóticos. A confecção do protótipo é muito importante, pois a partir de ensaios obtemos resultados, possibilitando o mapeamento dos pontos que necessitam de melhorias para obter um produto confiável.

Segundo Barbosa (2007), o desenvolvimento e máquinas do tipo robô na graduação desperta e motiva o estudante a criar além de externar os seus conhecimentos em sistemas físicos complexos, possibilita ao estudante aprender a trabalhar em equipe. A robótica é uma área dentro da ciência que desperta o interesse do estudante e possibilita a integração de várias tecnologias e conhecimento, aproximando o estudante do mundo real e da ficção científica.

As tecnologias de informações e comunicação (TIC) desempenham papéis de grande importância no processo de conhecimento. A TI na engenharia e a BIG Data ajudam os profissionais de empresas a capturar em informações e transformá-las em produtos.

Conforme contata-se na literatura, os projetos de prototipagem de robôs operados remotamente pode ser uma ótima ferramenta de assimilação e aplicação do conteúdo das disciplinas iniciais dos cursos de engenharia, desenvolvimento de habilidades e competências, bem como para participação na batalha de robôs da UNIFATEB. Neste aspecto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de concepção de um protótipo de robô de batalha, único e exclusivo para combate.

2. MATERIAL E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se um levantamento bibliográfico (GIL, 2002) em bases abertas de pesquisa, utilizando-se como palavras-chave para as buscas os termos: prototipagem, robótica, robô de combate, batalha de robôs. Como critérios para as buscas considerou-se artigos publicados em periódicos e eventos científicos, entre os anos de 2019 e 2022.

Após a análise bibliográfica, definiu-se o tipo de robô a ser desenvolvido, as características desejadas dos materiais para a construção do protótipo e foram levantados os custos, para o planejamento das próximas etapas. No Quadro 1 constam os materiais que serão utilizados para o desenvolvimento do protótipo do robô:

Quadro 1 - Relação de materiais necessários para a construção do protótipo.

MATERIAIS	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
AÇO 4130	AÇO COM 0,30% DE CARBONO
AÇO 5160	AÇO COM 0,60% DE CARBONO
ARDUÍNO	ATMEGA328
BATERIAS	POWERIZER 24V 1000mAh
CONTROLE	REMOTO R1
FENOLITE	LÂMINADO INDUSTRIAL
MOTOR	MAGMOTOR S28-F4-150X
POLIURETANO	ELEMENTO ELÁSTICO
RECEPTOR	WAGO WIRELESS
RODAS	BORRACHA VULCÂNIZADA

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Para o desenvolvimento do sistema estrutural do robô de combate serão utilizados os seguintes materiais: Aço 4130 para composição da estrutura do robô (carcaça), Aço 5160 para fabricação da arma, devido possuir grande resistência a impactos.

A estrutura também será constituída por Poliuretano (como se fosse a mola de um carro, absorvendo impactos), por isso será utilizado como revestimento interno do protótipo. O Aço Inox será utilizado para produção de pequenas peças, como o eixo das rodas e partes internas.

Para o sistema de transmissão serão utilizadas engrenagens interligando o rolamento das rodas traseiras e dianteiras. As rodas são contituídas com borracha vulcanizada (específica para

combate), apresentando grande resistência a impactos, interligadas por um motor para desempenhar o sistema de locomoção.

Para construir o sistema eletrônico e de comando do robô serão utilizados os seguintes materiais: Arduíno Uno (plataforma programável), para estruturar cada função que o protótipo desempenhará e um controle para dar execução aos comandos. Todo esse sistema será interligado com um receptor para estabelecer uma relação de mestre e escravo entre o controle e o robô.

As Baterias serão utilizadas para dar energia para as rodas, arduíno, motores e para o rolo de combate. O sistema eletrônico será feito com Fenolite, para atuar como isolamento térmico e evitar o superaquecimento do circuito.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento desse trabalho espera-se assimilar as disciplinas básicas cursadas no primeiro e no segundo semestre do curso de engenharia para construir o protótipo. A partir desse trabalho pretende-se aplicar e ampliar conhecimentos na área do curso.

Considera-se que com todas as pesquisas realizadas para constituir o projeto, obter um bom desempenho para que seja possível começar a “dar vida” ao GAMITH² e assim desempenhar um bom rendimento inicial ao projeto Híbrido de combate.

4. REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. F. W. **A Utilização da Robótica como Ferramenta Multidisciplinar no Ensino da Engenharia Elétrica.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344602503_A_UTILIZACAO_DA_ROBOTICA_COMO_FERRAMENTA_MULTIDISCIPLINAR_NO_ENSINO_DA_ENGENHARIA_ELETRICA_THE_USE_OF_ROBOTICS_AS_A_MULTIDISCIPLINARY_TOOL_IN_TEACHING_ELECTRICAL_ENGINEERING. Acesso em: 14/06/2022.

DEPPU, D. et al. **Robot Prototype for Desinfection of Surfaces.** International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET): Volume: 08, Issue: 05, May 2021. Disponível em: V8I5211<https://www.irjet.net/archives/V8/i5/IRJET-.pdf>. Acesso em: 02/06/2022.

GIL, Antônio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, Atlas 2002. Acesso em: 22/06/2022.

LEHMKUHL, G. T. et al. **O Papel da Tecnologia da Informação como Auxílio à Engenharia e Gestão do Conhecimento.** Revista Brasileira de Biblioteconômica e Documentação: Nova Série, São Paulo, v.4, n.1, p. 59-67, jan./jun. 2008. Disponível em:

<https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1JBC7VT82-GWR8X9Q7V/O%20Papel%20da%20TI%20como%20auxilio%20Engenharia%20e%20GC.pdf>.
Acesso em: 15/06/2022.

MEGGIOLARO, M. A; et al. **Tutorial em Robôs de Combate**. Versão 1.0 – Agosto/2006. Disponível em: [http://www.robot.bmstu.ru/files/books/\[Robotic\]%20Tutorial%20RioBotz.pdf](http://www.robot.bmstu.ru/files/books/[Robotic]%20Tutorial%20RioBotz.pdf). Acesso em: 21/04/2022.

PEOPLE. 2018. **Você sabe o que são Batalhas de Robôs?** Disponível em: <https://www.people.com.br/noticias/robotica/voce-sabe-o-que-sao-batalhas-de-robos>. Acesso em: 21/04/2022.

SOUZA, I. M. M; et al. **Estudo e Desenvolvimento de Robôs para Competição**. Planeta Inovação, 2019. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/sic/edicoes-anteriores/resumos-2019/estudo-e-desenvolvimento-de-robos-para-competicao.pdf>. Acesso em: 21/04/2022.

WILTGEN, F. **Protótipos e Prototipagem Rápida Aditiva sua Importância no Auxílio do Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Universidade de Taubaté – UNITAU, 2019.



PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE ROBÔ DE BATALHA DO TIPO *DRUMS*

Alexandre de Almeida Correia¹
Cássio de C. S. Alves²
Fábio de A. Santos³
Igor V. Francisco⁴
Larissa C. M. de Carvalho⁵
Matheus D. Mainardes⁶
Paulo R. Moreira⁷
Raphael Vaz de Lima⁸
Thiago A. Wroblewski⁹
Rodrigo Lima¹⁰
Harrisson Andretta de Moraes¹¹

Resumo: Os principais objetivos do trabalho são desenvolver pesquisa de cunho exploratório em relação à robótica móvel, servindo de base para a definição dos melhores materiais a serem utilizados, descrevendo as partes principais do robô e as justificativas para a escolha de cada material, além da própria execução do robô de combate. Essas duas etapas auxiliarão na compreensão dos conceitos e da tecnologia aplicada. Por fim, nos resultados esperados a equipe expõe as expectativas quanto ao desenvolvimento do projeto.

Palavras-chave: Resumo Expandido; Robótica; Robô; Combate; Materiais.

¹Graduando do curso de Engenharia Mecânica, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. alexandrealmeida051@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia de Produção, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. ccsoaresalves@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia Mecânica, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. fabio01santos@hotmail.com

⁴Graduando do curso de Engenharia Mecânica, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. sandro.francisco8675@gmail.com

⁵Graduanda do curso de Engenharia de Produção, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. larissa12_caroline@hotmail.com

⁶Graduando do curso de Engenharia Mecânica, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. matheusmainardes9@gmail.com

⁷Graduando do curso de Engenharia Química, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. paulo.rmoreira@klabin.com.br

⁸Graduando do curso de Engenharia Mecânica, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. rapahaelvaizinho@hotmail.com

⁹Graduando do curso de Engenharia Química, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. thiagoaw01@gmail.com

¹⁰Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba. ictcc@fatebtb.edu.br

¹¹Professor dos cursos de Engenharia, pela Universidade de Telêmaco Borba - UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. harrimoraes@hotmail.com

Abstract: The main objectives of the work are to develop exploratory research in about mobile robotics, serving to defining the best materials to be used, describing the main parts of the robot and the justifications for the choice of each material, in addition to the execution of the combat robot itself. These two steps will help to understand the concepts and technology applied. Finally, in the topic “expected results”, the team exposes expectations regarding the development of the project.

Keywords: Expanded Summary; Robotics; Robot; Combat; Materials.

1. INTRODUÇÃO

A robótica móvel é uma subárea da robótica que vem apresentando muitos avanços no seu campo de atuação. São robôs de menor tamanho e que podem conter sensores. Segundo Vieira (2005), um robô móvel é composto por uma arquitetura de hardware e software que é responsável por garantir a execução correta de sua navegação para uma determinada tarefa. Assim, justifica-se sua utilização na sociedade no uso de aplicações domésticas, industriais, urbanas e militares.

Conforme o exposto, o conteúdo sobre o desenvolvimento e construção de um robô de batalha irá envolver estudos sobre os materiais, análise de peso (considerando a categoria), definição de motores e baterias, que serão capazes de mover o robô e gerar energia para suas armas, desenvolvimento de software, para que possa controlar o robô através de um controle remoto e, também, definição de design, que concilie a parte técnica/ funcional com os objetivos estéticos. Tudo isso regido por um orçamento racional, com o objetivo geral de desenvolver um robô para a competição.

Os principais problemas que podem surgir durante o desenvolvimento do mesmo, são em relação aos: motores, transmissões, elétrica e, o principal problema, a arma rotativa, uma vez que, como observado em pesquisa, não há muito material de referência, sendo necessário que a equipe produza a arma, realizando ajustes necessários dos materiais (VIANNA, 2005). Outro problema que pode surgir é a programação dos controles, pois um único erro de programação pode causar distorções em todo o robô.

Os objetivos deste projeto, como um todo, são, principalmente, projetar, desenvolver e fabricar um robô de batalha, para o mesmo ter que se submeter a combates entre outros robôs. A experiência auxiliará na compreensão de todos os conceitos que envolvem a criação de um robô, servirá para a análise e compreensão da tecnologia utilizada e, também, ajudará no aprimoramento de habilidades interpessoais, por se tratar de um trabalho em equipe. Também um dos objetivos da equipe seria ter um auxílio para outros trabalhos em relação a criação de

robô. Em relação ao mesmo, o principal objetivo é vencer os combates com outros robôs, sendo que seu desenvolvimento deve levar em consideração, seus ataques, defesas e resistência para, no final, sagrar-se vencedor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto à metodologia, consiste, inicialmente, em uma pesquisa que visa gerar conhecimento sobre como projetar e executar a montagem de um robô de batalha. A abordagem é bibliográfica, onde são coletados dados que foram utilizados como apoio à parte teórica do trabalho. A pesquisa também terá cunho exploratório e explicativo.

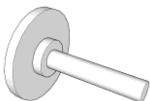
O material a ser produzido, portanto, ocorrerá de maneira mista, sendo a pesquisa formalizada em formato de trabalho científico e o robô de batalha executado conforme definições estabelecidas com o objetivo de combate.






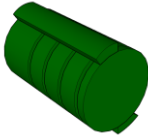
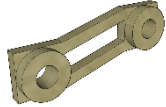
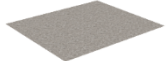
Como relato de experiência, descreve-se que o trabalho se iniciou com uma pesquisa em relação ao tema, sendo explorados documentos, livros e pesquisas científicas encontradas na plataforma “*Google Acadêmico*” e produções audiovisuais disponíveis na plataforma “*Youtube*”. A exploração desses conteúdos apresentou aos participantes da equipe os principais aspectos referentes ao robô de combate.


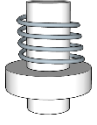
Em seguida, em continuidade com a pesquisa, foram definidos os aspectos técnicos que serão exigidos para a construção do robô de combate, sua categoria, definida pelo limite de peso total, suas proporções em relação aos principais sistemas e sua tipologia, a qual o grupo optou pela denominada “*Drums*”. Também, já foram exigidos os nomes da equipe e do robô sendo, respectivamente, “*Terminators*” e “*Hulk*”. Como resultado desta parte do trabalho, foi desenvolvida uma apresentação para os professores e a turma.

Na outra etapa, iniciou-se a pesquisa pelos materiais mais adequados para cada parte do robô. Esta etapa também resultou em uma apresentação para os professores e a turma. No Quadro 1 constam as partes e os materiais selecionados para o desenvolvimento do protótipo.

Quadro 1 – Partes do robô de combate e materiais selecionados.

Parte do Robô	Representação Gráfica	Material	Características
Eixos		Aço 1045	Os eixos são responsáveis por movimentar as rodas e a o tambor. O aço 1045 redondo possui uma boa relação entre resistência mecânica e resistência à fratura (resistência à tensão e razoável tenacidade ou resiliência) para a sua faixa de aplicação. É utilizado

			geralmente com durezas no intervalo de 180 a 300 HB em faixas de 30 a 40 HB.
Rodas		PU Maciço	Serão duas rodas que terão a função de locomover o robô de combate. O PU maciço foi escolhido devido ao custo-benefício (é um elemento encontrado em outros objetos, como carrinhos de mercado e máquinas de cortar grama) e, ao mesmo tempo, é um material já utilizado em outros robôs de batalha.
Estrutura		Aço Carbono ASI 1020	A estrutura faz o suporte para a armadura garantindo a segurança dos componentes internos. Na escolha do material da estrutura deve se levar em consideração a resistência e a rigidez do material, garantindo de deflexões excessivas e que a estrutura não quebrara. O aço AISI 1020 possui fácil soldabilidade, resistência e rigidez para a composição da estrutura.
Apoio Para Eletrônicos e Baterias		Aço Carbono ASI 1020	Sendo necessário onde fixar os componentes eletrônicos, manter organizado e garantir a integridade do mesmo. O uso do aço 1020 dará facilidade na construção dos apoios, dando excelente cobertura e resistência, evitando danos no mesmo.
Engrenagens		Aço 1045	As engrenagens são utilizadas para transmitir a força do motor para os eixos, movimentando as rodas e a arma. O aço 1045 foi escolhido por oferecer boa resistência à ruptura, por aumentar sua tenacidade e resiliência quando no recozimento e por ser um material já utilizado na produção de engrenagens.
Armadura		AISI 304 Austenítico	A armadura consiste em uma camada acima da estrutura, que permite um aumento de proteção na resistência do robô. Para isso, foi escolhido o aço AISI 304, pela sua excelente resistência à corrosão, conformabilidade, soldabilidade e excelente limite de escoamento. Além disso, é fácil encontrá-lo em vários tamanhos e formas diferentes. Apesar de ser um material com custo elevado, acreditamos sua utilização é essencial no aumento da resistência mecânica do robô.
Dentes do Tambor		Aço 4130	O tambor é a principal arma de um robô de combate do tipo “Drums”, com seu giro constante e seus “dentes” sendo extremamente eficazes no ataque. A escolha do material levou em consideração suas características físicas e valores. O aço 4130 foi escolhido pois apresenta como diferenciais o cromo e o molibdênio em sua liga. Esses elementos melhoram a resposta desse aço ao tratamento térmico e possibilitam um aumento de sua resistência mecânica. Também, apresenta alta rigidez e tenacidade, tornando a peça mais leve.
Tambor			
Mancais de Rolamento		Bronze	Os mancais de rolamento são, provavelmente, as peças mais importantes em robô do tipo “Drums”, uma vez que são responsáveis pelo funcionamento eficiente do tambor. Com isso, o material escolhido foi o bronze, pois é um material amplamente usado na indústria para essa função (suporte de objetos giratórios).
Revestimento o Térmico		Lã de Rocha	O revestimento térmico possui a funcionalidade de proteger os componentes elétricos e eletrônicos do robô de possíveis aumentos de temperatura provenientes dos ataques dos adversários.

			A lã de rocha é um material muito utilizado para esse fim, principalmente na construção civil, sendo eficiente no isolamento térmico e possuindo composição não tóxica.
11 - Espaçador		Nylon 6	Os espaçadores possuem a responsabilidade de delimitar uma distância adequada entre os diversos elementos internos do robô. O Nylon 6 consiste em um material leve e de grande maneabilidade para a formação de peças. Assim como o bronze, é resistente ao desgaste. No entanto, pouco resistente ao fogo, já que se trata de uma fibra.
12 – Amortecimento (Coxins)		PU (Poliuretano)	Os coxins são responsáveis por controlar a vibração de objetos, sendo muito utilizados na indústria para amortecimento. O PU é um material de alta elasticidade, mas com uma rigidez que permite uma baixa deformidade, com excelente resiliência.
Observação: A representação gráfica apresentada consiste apenas em ilustrações dos elementos/ materiais reais.			

Fonte: Os autores (2022).

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento do trabalho, espera-se:

- Que todos os membros da equipe consigam, proporcionalmente, contribuir com o trabalho, aperfeiçoando cada vez mais suas habilidades técnicas e interpessoais;
- Que o texto auxilie na compreensão da produção e leitura de publicações científicas;
- Que a pesquisa de materiais seja assertiva, considerando as limitações do projeto;
- Que os materiais escolhidos apresentem resultados positivos quanto às principais características necessárias a um robô de combate e seus principais sistemas;
- Que o conhecimento adquirido no desenvolvimento possa acrescentar tecnicamente à equipe na produção e entendimento de outras tecnologias.

REFERÊNCIAS

VIANNA, Mauro. **Construa seu robô de combate**. PUC-RIO, 2005. Disponível em: <http://meggi.usuarios.rdc.puc-rio.br/news/05_Mecatronica_Facil.pdf>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

VIEIRA, F. C. **Controle dinâmico de robôs móveis com acionamento diferencial**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.



PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE ROBÔ DE BATALHA DO TIPO

DRUMS: Equipe Zeus

Allan Victor Costa Viana¹
Alex Lacerda Murari Junior²
Elaine Borges de Lima³
Luana Viana Ferreira Jorge⁴
Leticia Cristina Carneiro Adriano⁵
Maria Eduarda Mogrão⁶
Mateus de Jesus Diniz de Sena⁷
Paulo Roberto Pereira Filho⁸
Harrison Andretta de Moraes⁹
Rodrigo Lima¹⁰

Resumo: Este trabalho trata-se de um projeto da disciplina de prototipagem InovaEng dos cursos de Engenharia do primeiro e segundo período de 2022. O projeto tem como objetivo projetar, dimensionar e construir um robô para combate. A classe escolhida de peso do robô foi a leve, onde o projeto deve ficar com o peso estimado de 27,0Kg (quilogramas). O projeto escolhido pelos autores foi o robô *Drums*. Possui um cilindro giratório montado na forma horizontal na parte frontal do robô, além de agilidade para se movimentar, também tem função de ataque ao adversário, uma vez que em contato durante o movimento, tem capacidade de levantar o seu oponente, ocasionando danos ou perda de estabilidade. Seu aspecto compacto e baixo, necessita de menor energia e possui maior estabilidade durante a batalha.

Palavras-chave: Batalha, Robô, Robótica, Combate.

Abstract: This work is a project of the InovaEng prototyping discipline of the Engineering courses of the first and second period of 2022. The project aims to design, dimension and build a robot for combat. The chosen robot weight class was light, where the project should have an estimated weight of 27.0 kg (kilograms). The project chosen by the authors was the Drums robot. The robot has a horizontal rotating function on the front of the assembler mounted horizontally, in addition to the agility to move, it also has the function of attacking the remote equipment, since in contact during the movement, it has the ability to lift your opponent, has the ability to lift your opponent, has damage or loss. of stability. Its compact and low appearance requires less energy and greater stability during battle.

Keywords: Battle, Robot, Robotics, Combat.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. victor0107tb@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. alexmurarijr@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. elaineborgesdelima0013@gmail.com

⁴Graduanda do curso de Engenharia de Química na UNIFATEB. luanaferrerajorge@gmail.com

⁵Graduanda de curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. carneiroleticia289@gmail.com

⁶Graduanda do curso de Engenharia Produção na UNIFATEB. madumograo@gmail.com

⁷Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. msena7528@gmail.com

⁸Graduando do curso de Engenharia Produção na UNIFATEB. paulorf2003@hotmail.com

⁹Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

¹⁰Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

A robótica é a ciência responsável pela tecnologia em máquinas, computadores, softwares e sistemas, com controle mecânico e automático. O termo foi criado pelo escritor Isaac Asimov, em seu livro “Eu, Robô”, publicado em 1950. No entanto, a palavra robô já era uma velha conhecida. O checo Karel Capek a usou pela primeira vez em sua peça chamada R.U.R, estreada em 1921, que retratava humanos artificiais.

O primeiro robô mecânico surgiu em 1924 e utilizava o sistema de telefonia. Ele podia ligar e desligar os equipamentos que estavam conectados a si. Anos mais tarde, precisamente em 1937, um novo robô, chamado de Elektro, foi criado e ganhou bastante evidência. No entanto, executava funções adicionais, como andar e mover a cabeça (PUC GOIAS, 2020).

Já em 1954 foi desenvolvido o primeiro robô automático. As bases usadas para criá-lo deram forma ao Unimate, o primeiro robô de uso industrial, que trabalhava na linha de produção da General Motors, em 1961. Cinco anos depois, nasceu o Eliza, o primeiro programa de Inteligência Artificial. Pelos anos seguintes, foram feitas novas descobertas e, atualmente, uma série de robôs, com funcionalidades distintas, estão disponíveis no mercado.

Conforme contemplado, o estudo sobre o desenvolvimento e construção de um robô de combate envolverá estudos detalhados e complexos sobre materiais e análise de falhas e erros, desde o desenvolvimento do software até a construção e seleção do material e balancear isso tudo em um orçamento mais enxuto e simples.

A UNIFATEB desenvolve e incentiva a pesquisa e iniciação científica com orientação docente, visando à iniciação em práticas de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. No segundo período dos cursos de Engenharias 2022, o projeto escolhido para na disciplina Prototipagem InovaEng, projeto e planejamento, é a batalha de robôs.

Este combate consiste na fabricação de um ou dois robôs por equipe, onde este deverá ser projetado o movimento, controle, energia e ataque. As equipes se enfrentam e o robô que conseguir finalizar o combate intacto ou danificar o adversário, vence a batalha. O objetivo deste trabalho é o projeto e fabricação de um robô de combate, economicamente viável, com resistência ao impacto e batidas e com movimentação flexível.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo utilizou-se o método de pesquisa exploratória. Segundo GIL (2017), pesquisas exploratórias mais comuns são os levantamentos bibliográficos, porém, em algum momento, a maioria das pesquisas científicas passam por uma etapa exploratória, visto que o pesquisador busca familiarizar-se com o fenômeno que pretende estudar.

No Quadro 1 constam os materiais que serão necessários para o projeto e construção do protótipo.

Quadro 1 – Materiais necessários para a construção do protótipo.

ESTRUTURA	MATERIAL	DESCRIÇÃO
Estrutura Principal (Consiste no arcabouço do robô).	Aço inox 304L	A estrutura do robô, consiste no material aço inox 304, pois são mais duráveis e podem segurar mais calor.
Armamento do Robô (Consiste no tambor do robô).	Aço Galvanizado 1030	O Armamento do robô, consiste no material aço galvanizado 1030 pois tem boa resistência mecânica e dureza.
Acessório Armamento (Consiste no dente do tambor)	Aço Ferramenta S1	Escolhemos o material aço s1 para o dente do tambor pois tem excelentes resultados em aplicações ao choque e impactos.
Bateria do Motor	Bateria de Lítio 12v com célula 18650	Escolhemos esse modelo de bateria pois são menores e mais leves e armazenam energia por mais tempo
Motor do Robô	Motor Dunkermotoren 12v GR 63x25	O motor do rolamento consiste no Dunkermotoren 12v GR 63x25 pois tem torque mais rápido e a força demasiadamente grande.
Motor do Rolamento	Motor Magmotor S28-400	O motor do rolamento, consiste no magmotor S28-400 pois é de custo viável, e de boa durabilidade de energia.
Movimento do Pneu	Correia dentada	O movimento a correia dentada pois tem mais força no giro.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A fabricação da proposta do robô para combate, decorrerá em quatro partes, sendo: estruturação, mecânica e elétrica.

- a) Estruturação:** a montagem da estrutura será fabricada com aço inox 304L, conforme descrito no Quadro 1. Este material foi escolhido devido as características de resistência à corrosão e soldabilidade, facilidade de limpeza, resistência das variações de temperatura e material reciclável (MAGALHÃES, 2022).

- b) Mecânica:** a parte mecânica contará com: aço Galvanizado 1030, que pertencerá a parte do armamento do robô. É caracterizado por possuir um alto teor de carbono, esta composição permite boa resistência mecânica e dureza. Possui também boa usinabilidade e soldabilidade. Como acessório de armamento, o Aço S1 foi escolhido devido a alta tenacidade e boas características de corte e resistência a choques e impacto.
- c) Elétrica:** A energia para movimento do robô contará com a bateria 12V, que possui a tecnologia de íons de lítio que armazena o dobro de energia, comparado a outras baterias (LUZ, 2017).

Para iniciar a montagem estrutural do robô foram definidos os materiais citados anteriormente, previamente planejado para suportar os impactos e ter movimentação precisa. Para isso, a estrutura vai ser fabricada de aço inox 304L, aço galvanizado e aço 4340, devido a característica de alta resistência mecânica.

Na parte frontal, onde é localizado o tambor rotativo, será utilizado o aço inox 304 e para fazer os dentes do tambor utilizaremos o aço S1. Para a mobilidade do robô, será empregado duas rodas de nylon. Para fazermos a rotação do cilindro do robô contará com uma correia dentada com limitador de torque.

Para a parte mecânica do projeto optou-se por dois motores tipo Dunkermotoren 12V GR63X25 e motor MagmotorS 28x400. Até a presente data, o total orçado para fabricação deste está em média de R\$1.493,00.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com a realização deste trabalho, espera-se:

- Que todos os materiais em que foram selecionados para o desenvolvimento do robô apresentem um resultado positivo;
- Que o trabalho escrito produzido seja de fácil entendimento e compreensão;
- Que o resultado seja positivo no combate em arena de batalha;
- Que o sistema elétrico de comando seja um “controle via *bluetooth*”;
- Que todos os integrantes da equipe participem igualmente, desenvolvendo assim suas habilidades e seus conhecimentos.

4. REFERÊNCIAS

GIL, C. A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

LUZ, G. **Aço SAE 1030**: Propriedades Mecânicas e Composição Química. Blog Materiais, [s.l], 2017. Disponível em: < <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-1030-propriedades-mecanicas.html>>. Acesso em: 26/08/2022

MAGALHÃES, L. **Aço Inox**. Toda Materia, 2022. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/aco-inox/>>. Acesso em: 26/08/2022.

MEGGIOLARO, Marco Antonio. **Tutorial em robôs de combate**. Equipa RioBotz, UFRL, 2006.

PUC GOIAS. 2020. **O que é robótica? Tendências, importância e áreas de atuação**. Puc Goiás, 2020, Disponível em: <<https://ead.pucgoias.edu.br/blog/o-que-robotica#:~:text=A%20rob%C3%B3tica%20%C3%A9%20a%20ci%C3%Aancia,j%C3%A1%20era%20uma%20velha%20conhecida.>> Acesso em: 26/08/2022.



PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE COMBATE DO TIPO *SPINNER*

João Carlos da Silva Junior¹
Kellinton Katione Vidal da Silva²
Luan Ferreira Pereira³
Lucas Rhyhan Lopes Subtil⁴
Mauricio Aparecido Camargo⁵
Rafael Bueno Valdevino⁶
Rayssa da Silva⁷
Sabrina da Costa⁸
Rodrigo Lima⁹
Harrison Andretta de Moraes¹⁰

Resumo: Esta pesquisa tem como principal objetivo o desenvolvimento de um protótipo de robô de combate, baseado em consultas bibliográficas. O modelo a ser desenvolvido é um *Spinner* de categoria *Featherweight* (Leve) - 30Ib (13,6 kg), sendo a sua função o combate entre outros robôs de mesma categoria. O método ativo para aprendizagem em robótica, baseada em uma experiência real aumentará a absorção das informações discutidas nesse trabalho para os envolvidos no desenvolvimento.

Palavras-chave: Robô, *Spinner*, Combate.

Abstract: This research has as main objective the development of a combat robot prototype, based on bibliographic consultations. The model to be developed is a *Spinner* of Featherweight (Light) - 30Ib (13.6 kg) category, its function being the combat between other robots of the same category. The active method for robotics learning, based on real experience, will increase the absorption of the information discussed in this work for those involved in the development.

Keywords: Robot, *Spinner*, Combat

1. INTRODUÇÃO

A batalha de robôs é uma iniciativa recente no Brasil, desde 2005 são organizados eventos com o propósito de incentivar as pessoas a desenvolverem novas tecnologias, além de tornar

¹Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. joao.carlossj@hotmail.com

²Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. kationevidal@gmail.com

³Graduando do curso de Engenharia de Mecânica na UNIFATEB. luanpereiraferreira745@gmail.com

⁴Graduando no curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. lucas.subtil10@icloud.com

⁵Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. mauricioerispimcamargo@gmail.com

⁶Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. rafaelbueno1911@gmail.com

⁷Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. silvrayssa55@gmail.com

⁸Graduando do curso de Engenharia de Produção na UNIFATEB. sabrinacosta.tec@gmail.com

⁹Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

¹⁰Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harisson.moraes@unifateb.edu.br

um espetáculo para quem assiste, porém, o ato de lutar é umas das práticas mais antigas, usadas para determinar poder, pois suas vitórias simbolizavam a superioridade em um confronto. Com o passar do tempo essas práticas se tornaram esportes, com suas regras, padrões e técnicas. Conforme a evolução humana acontecia a tecnologia se tornava mais avançada e, desenvolver máquinas (robôs) controlados por pessoas, os quais lutavam entre si, passou a se tornar uma realidade.

A ideia mencionada anteriormente foi retratada no filme “Gigantes de Aço” (2011). Ele se passa no futuro especificamente no ano de 2020, onde a luta por homens (humanos) deixaram de ser praticada e é substituída por robôs que são comandados por voz ou sensores de alta tecnologia. O seu protagonista é um ex-pugilista, que ganha sua vida promovendo lutas com robôs sucateados, quando em um ferro velho encontra o ATOM, um modelo construído para apanhar e não para bater, devido a resistência do modelo.

Baseado em aprendizado na prática, esse projeto de construção de um prototipo de robô trará experiências significativas aos envolvidos no processo, gerando resultados benéficos dentro de situações reais para o aprendizado em robótica, como diz o autor, “Toda teoria, que assume não se poder dar importância aos fatores objetivos sem impor controle externo e sem limitar a liberdade individual, baseia-se afinal na noção de que a experiência somente é verdadeiramente experiência, quando as condições objetivas se acham subordinadas ao que ocorre dentro dos indivíduos que passam pela experiência” (DEWEY, 1979).

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma proposta de concepção e desenvolvimento de um protótipo de robô da classe de peso *Featherweight* (Leve) - 30lb (13,6kg), utilizado para um combate em arena, o qual será controlado por um dos integrantes da equipe através de um joystick, até que uma das máquinas seja eliminada.

2. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta proposta de concepção de um protótipo de robô de combate foi a pesquisa bibliográfica, conforme descrito por Gil (2017), sendo desenvolvido e estudado em cima de conceitos tecnológicos, observação, experimentação proposto por autores que construíram modelos similares e compartilham de suas experiências acadêmicas e tecnológicas, como cita a equipe da Riobotz em seu tutorial de orientações na construção de um robô de combate “Acredito que esse tutorial ajudará não só aos construtores de robôs de combate, mas também a todos que quiserem construir robôs

robustos e resistentes, para participarem em qualquer tipo de competição. Espero também estimular novas equipes a serem criadas, que elas percebam o quanto podem aprender construindo esses robôs, e que é possível fazê-lo mesmo com pouca experiência”, (MEGGIOLARO, 2006)

O robô desenvolvido nesse projeto é como do boxeador ATOM, resistente a possíveis “pancadas” que possa vir a receber na arena, mas com armas de rotação e atrito para derrotar o adversário. O tipo de robô será um Spinner, o qual possui garras laterais na base giratória de alta velocidade acoplado com a base de deslocamento.

No Quadro 1 consta a relação dos principais materiais que serão utilizados para a construção do robô. A estimativa de peso do robô deverá considerar a regra 30-30-25-15, sendo 30% do peso do robô destinado ao sistema de locomoção (motores, transmissão e rodas), 30% nas armas (arma, motor e transmissão), 25% na estrutura e armadura, e 15% nas baterias e na eletrônica.

Quadro 1. Relação dos principais materiais para a construção do protótipo

ITEM	MATERIAL A SER UTILIZADO	ESPECIFICAÇÕES DO MATERIAL
Sistema de Locomoção	2 rodas de borracha vulcanizadas utilizadas na base do robô - Dureza do Pneu: 50 Shore-A	Diâmetro Externo: 100 mm / Largura: 45 mm / Furo Central do Cubo: 15 mm Peso: 415 g - Valor R\$ 99,00 cada
Motores e Transmissões	2 caixas de redução para as rodas do tipo Planetária Orbit700 9:1 - Relação de Redução: 27:1 (3 Estágios)	Comprimento Total com Motor: 197mm Bloco Frontal: Aço SAE1045 Bloco Motor/Corpo: Alumínio 6351-T6 Peso: 905g – Valor R\$ 599,00
	Motor DeWalt 18V 21000RPM 47mm	Corrente (máxima eficiência): 20,9 A Torque (máxima eficiência): 1,56kgf.cm Potência (máxima eficiência): 296 W Peso: 385g – Valor R\$ 99,00 cada
Estrutura Robô (Aços)	Garras Laterais	Aço 4130 – 110mX215mm Valor R\$ 260,00
	Estrutura Superior	Aço 1045 Tamanho: 150mx75mm – Valor R\$ 95,00
	Estrutura Lateral	Ferro fundido cinzento Tamanho 250mx75 mm R\$ 279,80
	Sistema de Engrenagens	Aço 1020 Tamanho 50x15cmx2mm - R\$ 160,00

Baterias	Bateria Lipo	Tensão 12V – 2200mAh, Peso 186g. Valor R\$ 229,00
	Carregador de Bateria	Modelo: B3 - Valor R\$ 52,00
Eletrônica	Rádio Controle Transmissor Flysky Fs-i6 6 Canais Aeromodelo 1 * FS-i6 transmissor 1 * iA6b 6CH Receptor 1 * Bind plug	Marca: Flysky Modelo: Fs-i6x 6ch 2.4g Valor: R\$ 500,00

Fonte: os autores (2022).

O robô ATOM deverá possuir agilidade, com um deslocamento rápido e alto torque de rotação para movimentação das garras laterais que serão utilizados como defesa. Para o sistema de locomoção 2 rodas posicionadas nas laterais perto do centro de gravidade do robô, o que tornará mais rápido para fazer as curvas e com menos gasto de energia, economizando. Para manter a estabilidade do robô será utilizado no centro frontal e traseiro dois rodízios para um apoio no chão com esferas deslizantes.

As rodas maciças fornecerão resistência e aderência, pois o modelo é desenvolvido para receber impactos e cortes diretos, resistir a rasgos e não se despedaçar durante o combate, mantendo a integridade do sistema de locomoção. Por serem macias, amortecem choques e auxiliam a salvar o conjunto de caixa de redução e motor de quebra. A arma de ataque tem a mesma função de defesa do robô, por ser mais “liso”, não favelando pontas de engate evita que o adversário consiga “agarrar-lo”.

A caixa redutora estará conectada ao motor através de engrenagens e na roda com relação de 27:1, este modelo é extremamente forte, indicado para protótipos que necessitem de torque e agilidade, assim como no motor que será o mesmo usado em ferramentas elétricas.

A estrutura do robô será formada por um conjunto de aços buscando a maior performance em cada parte da estrutura. As garras laterais usado como arma de ataque serão formadas por aço 4130, o qual é aplicado em peças que necessitam de boa resistência e tenacidade. A estrutura superior será composta pelo Aço 1045, o qual possui uma boa relação entre resistência mecânica e resistência à fratura.

Na estrutura lateral o ferro fundido cinzento possui um alto grau de dureza, resistência ao desgaste, de fácil usinagem, baixo custo de produção e grande capacidade de amortecer vibrações. No sistema de engrenagens a proposta é do aço 1020 que apesar de possuir baixa resistência, são facilmente conformáveis.

Para a bateria será utilizado um modelo pensando em sua capacidade, autonomia e tensão, pois o robô ATOM precisa de torque e velocidade para deslocamento e giro da parte superior, por isso a opção será os modelos utilizados em ferramentas elétricas. Para fornecimento de carga estaremos utilizando um carregador de modelo compatível com as baterias, que poderá fornecer a autonomia necessária para o combate.

O rádio transmissor irá enviar os comandos do piloto para um receptor instalado no robô de combate, para a batalha na arena.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento deste trabalho espera-se obter os seguintes resultados:

- Desenvolver um protótipo de robô de batalha *Spinner*, com o menor custo e maior desempenho ao entrar na arena de combate;
- Estimular as habilidades em mecânica, eletrônica, matemática, física e organizando os conhecimentos teóricos adquiridos em sala;
- Desenvolver habilidades dos alunos para trabalhar em equipe.

4. REFERÊNCIAS

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. 3a ed., São Paulo, Cia. Ed. Nacional, 1979.

GIGANTES de Aço. Direção de Shawn Levy. Michigan: DreamWorks Pictures Montford/DeSanto/Murphy Productions, 2011, 1 DVD (127min).

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

MEGGIOLARO, Marco Antonio. **Tutorial em robôs de combate**. Equipe RioBotz, UFRJ, 2006.

ROBOCORE Tecnologia Ltda, 2022. **Loja Virtual**. Disponível em: <https://www.robocore.net/>. Acesso em: 25/05/2022.

SEJAS, Pedro José Geromel; FELIX, Érico Pessoa. Proposta de metodologia para o projeto de um robô de combate. **In:** 11º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSP. 2020.



PROTOTIPAGEM INOVAENG: MONTAGEM DO ROBÔ DE COMBATE *DRUMS*

Gabriela Alves de Oliveira¹
João Batista Tomazini Sturiare²
Karoline Reis³
José Marcos Brito⁴
Maysa Pereira⁵
Raylan Rodrigues Rocha⁶
Sthemilin Silva⁷
Harrison Andretta de Moraes⁸
Rodrigo Lima⁹

Resumo: A educação contemporânea exige adequações pedagógicas que estejam relacionadas à estrutura organizacional da sociedade. Nessa perspectiva instituições de ensino vem incluindo novas metodologias e recursos, como é o caso da robótica. Foi proposto pelos professores a montagem de um robô de combate para um campeonato entre os estudantes seguindo as regras espelhadas na competição mundial de robótica *Winter Challenge*. Após pesquisas, foi escolhido pela equipe o modelo *Drums*, devido a sua boa estrutura e equilíbrio entre ataque e defesa. Desta forma, este estudo relata a proposta de desenvolvimento de um robô controlado remotamente para desafios em uma arena de batalha.

Palavras-chave: Robótica; Competição; *Winter Challenge*.

Abstract: Contemporary education requires pedagogical adjustments that reflect the organizational structure of society. From this perspective, educational institutions have been including new methodologies and resources, such as robotics. It was proposed by the teachers to assemble a combat robot for a championship among the students following the rules mirrored in the robotic competition Winter Challenge. After research, the Drums model was chosen by the team, due to its good structure and balance between attack and defense. Thus, this study reports the proposal to develop a battle engine for challenges in a battle arena.

Keywords: Robotics; Competition; Winter Challenge.

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em Revolução Industrial logo vem em mente termos como: Transformação, Inovação e Invenção. E é exatamente sobre isso. A Revolução Industrial trouxe

¹Graduanda do curso de Eng. Química na UNIFATEB. alvesdeogabriela@gmail.com

²Graduando do curso de Eng. Química na UNIFATEB. joaotomazinisturiale123@gmail.com

³Graduanda do curso de Eng. Mecânica na UNIFATEB. karollinereiss99@gmail.com

⁴Graduando do curso de Eng. Mecânica na UNIFATEB. josemarcos15789@gmail.com

⁵Graduanda do curso de Eng. Química na UNIFATEB. maysahdpp@gmail.com

⁶Graduando do curso de Eng. Química na UNIFATEB. raylanrodriguesjy@gmail.com

⁷Graduanda do curso de Eng. Química na UNIFATEB. silvasthemilin2gmail.com

⁸Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

⁹Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

inovações que transformaram vidas e estão presentes até hoje no dia a dia das pessoas. Pode-se dizer que existiram 4 revoluções industriais, sendo a última delas conhecida como a Indústria 4.0, que se refere às inovações atuais, pois trouxe a introdução a biotecnologia, robótica, telecomunicações, etc. E isso foi muito além do que transformar a produção, foi também uma transformação nas relações sociais.

Como citado anteriormente, uma das tecnologias da indústria 4.0 é a robótica, que se refere a dispositivos automatizados que interagem com as pessoas. A mesma, quando aplicada em instituições de ensino, estimula o raciocínio lógico dos estudantes através dos problemas apresentados, fortalece o espírito de equipe, e ajuda a desenvolver habilidades para demandas mais complexas.

Muitas instituições passaram a investir em pesquisas e tecnologias nesta área, pois além de trazer benefícios para a mesma por torná-la mais atraente pelo diferencial, traz benefícios para os futuros formandos, que irão ingressar no mercado de trabalho com um currículo mais atraente.

Tendo isso em vista, foi proposto pelos professores a montagem de um robô de combate para um campeonato entre os estudantes seguindo as regras espelhadas na competição mundial de robótica Winter Challenge.

Para que este projeto seja bem desenvolvido, é necessário trilhar objetivos, e um dos principais é a escolha dos materiais que se adequam ao protótipo final e que tenham um bom custo/benefício. A organização da equipe também influenciará diretamente na execução do trabalho, então um dos pontos que será necessário ter atenção será a distribuição de tarefas e a organização de ideias estimulando o trabalho em equipe. E além de tudo isso, desenvolver os conceitos de robótica e programação.

O projeto tem como finalidade a montagem de um robô de baixo custo para fins de batalha. Uma das limitações da equipe, será a questão financeira, então para que seja possível usar materiais da melhor qualidade, a equipe irá buscar possíveis investidores, ou até mesmo materiais descartados que possam ser reaproveitados.

Para a escolha do modelo do robô, a equipe se baseou no “Tutorial de robôs de combate”, de Meggiolaro (2006). O modelo escolhido é o *Drums*, que basicamente é composto por um cilindro giratório com dentes, onde os maiores adversários serão robôs blindados e inversíveis.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 PATROCÍNIO

A primeira escolha da equipe para buscar um patrocínio, foi ir ao ferro velho. Apesar de muitos pensarem que lá tem apenas lixo e restos de carro, também há muitas peças que podem ser reutilizadas sem nenhum custo. Foi encontrado uma chaparia para fazer a estrutura do robô, mas ainda resta encontrar peças para a movimentação, foi sugerido por um funcionario do local, o uso de motor de limpador de parabrisa ou motor de parafusadeira, que poderia ser usado para a movimentação do robô e para a arma.

Entretanto, isto dependerá do modelo do motor, pois será verificado a velocidade ideal. Também foi contatado o dono da empresa Bobig, em Telêmaco Borba, PR, que irá analisar a proposta e logo dará uma resposta sobre o patrocínio da equipe.

2.2 A ESCOLHA DO ROBÔ

Existem alguns modelos de protótipos, mas depois de fazer uma análise, a equipe optou pela escolha do modelo *Drums*. Este modelo foi escolhido por apresentar a melhor estrutura, quando comparado aos demais, com equilíbrio tanto na defesa quanto no ataque. Seu formato simples e quadrado permite uma defesa adicional em caso de tombamento, o robô mesmo de ponta cabeça pode se movimentar. Seu tambor giratório com dentes possibilita um ataque destrutivo. Estes pontos tornam o *drums* um robô com versatilidade de ataque e defesa, ideal para as necessidades da equipe.

O nome dado ao protótipo escolhido pelo grupo foi “Vecna”. O nome do robô foi baseado em um bruxo poderoso que deseja extinguir a raça humana por acreditar que são inferiores. O personagem busca constantemente por poder e tem o objetivo de se tornar a única divindade existente. E o motivo da escolha é por ser poderoso, e um vilão difícil de ser derrotado.

2.3 MATERIAL E MÉTODO

O trabalho será abordado de uma forma predominantemente quantitativa, que segundo Knechtel (2014), é baseada no teste de uma teoria com variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas, com o objetivo de determinar se as previsões da teoria se sustentam ou

não utilizando dados de diversos materiais. A primeira etapa consiste em uma modalidade teórica, que será voltada para pesquisa e coleta de dados utilizando artigos, trabalhos de conclusão de curso, monografias entre outros. Subsequentemente a isso será iniciada a fase de campo, onde serão aplicados e testados os dados das pesquisas anteriores. Por fim será iniciada a última etapa onde o robô será montado em laboratório.

O projeto se inicia a partir de um robô com dimensões de aproximadamente 60cm x 40cm x 12cm, composto por duas rodas e um cilindro central, o tornando defensivo e com uma boa agilidade. Sua estrutura será de aço SAE 1020, sendo montada em formato de um retângulo, bem reforçada e protegida com chapas de reforço e cruzetas nas interseções (ROMAN, 2021).

Em seus eixos e engrenagens será utilizado o aço carbono SAE 1035 para cementação nos internos do robô, como as engrenagens, cardan, ou algum outro tipo de componente interno já que é a região com maior impacto, e também por trata-se de um bom aço para modelar (ROMAN, 2021).

Para a transmissão do robô será usado o aço carbono SAE 4340, que após passar por certo tratamento térmico se torna um aço muito resistente, muito necessário num eixo de transmissão que liga o motor diretamente às rodas do robô.

Em questão de armadura será utilizado o aço inox 316 que apresenta um bom range de ruptura, e também é o material mais disponível no mercado, tornando-o mais desejável e acessível no projeto.

Como o robô terá um cilindro giratório, nele será adicionado dentes de aço que serão feitos com aço S1 ou aço ferramenta, que após um tratamento térmico é o que será necessário para essa função de levantar o adversário, tombando-o ou causando danos no impacto com a arma ou na queda no solo (ROMAN, 2021).

Para proteger os componentes internos do robô será utilizado o alumínio 7050 e lã de rocha, que terá a função de preencher os vazios do robô. Assim, quando o robô sofrer algum impacto a parte interna não será prejudicada. Além disso, para uma melhor absorção dos impactos utilizaremos algumas chapas de reforço no costado do projeto.

REFERÊNCIAS

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

MEGGIOLARO, Marco et al. Tutorial em robôs de combate. PUC- Rio, 2006. Pag.16.

ROMAN, Aços. **AISI S1 - Aço Ferramenta V-W-3 (Tungstênio-Cromo-Vanádio)**. Aços Roman, 2021. Disponível em: <<https://aco.com.br/aco/aisi1/#:~:text=A%C3%A7o%20Ferramenta%20AISI-S1%20%E2%80%93%20Aplica%C3%A7%C3%B5es,e%20ferramentas%20pneum%C3%A1ticas%20de%20impacto.>> Acesso em: 10 de ago de 2022.

ROMAN, Aços. **SAE 1020 | Aço Carbono Especial – Ligas para Cementação**. Aços Roman, 2021. Disponível em: < <https://aco.com.br/aco/sae-1020-aco-carbono-especial/> > Acesso em: 10 de ago de 2022.

ROMAN, Aços. **SAE 1035- Aço Carbono Especial – Ligas para Cementação**. Aços Roman, 2021. Disponível em: <<https://aco.com.br/aco/sae-1035-aco-carbono-especial/>>. Acesso em: 10 de ago de 2022.



PROTOTIPAGEM NA ENGENHARIA: ROJETO DE CONSTRUÇÃO DO ROBÔ PROTÓTIPO AUTOBOLTS

Kendrick Sautchuk de Barros¹
Tácito de Meneses Ferreira²
Pedro Augusto Sivers Barbosa³
Everson Pinheiro Souza⁴
Claudio Henrique Rodrigues Gonçalves⁵
Taylor da Silva Rosa⁶
Harrisson Andretta de Moraes⁷
Rodrigo Lima⁸

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de desenvolvimento de um robô protótipo de combate. Nele constam aspectos teóricos relacionados a prototipagem, eletrônica básica, automação, robótica, bem como os materiais, métodos e custos para planejamento e construção do robô protótipo. Esta é a fase inicial de planejamento do projeto, que será construído, validado e aperfeiçoado no segundo semestre de 2023. Com a realização do trabalho espera-se desenvolver soft skills necessárias para atuação no mercado de trabalho, mais especificamente na Indústria 4.0.

Palavras-chave: *Drums*; Batalha de robô protótipo; Robô protótipo; UNIFATEB.

Abstract: This work aims to present a proposal for the development of a combat robot. It contains theoretical aspects related to prototyping, basic electronics, automation, robotics, as well as materials, methods and costs for planning and building the robot. This is the initial planning phase of the project, which will be built, validated and improved in the second half of 2023. With the completion of the work, it is expected to develop soft skills necessary for working in the job market, more specifically in Industry 4.0.

Keywords: *Drums*; Robot Battle; Robot; UNIFATEB.

¹Acadêmico do curso de Eng. Civil na UNIFATEB. kendricksautchuk194@gmail.com

²Acadêmico do curso de Eng. Químico na UNIFATEB. tacitomf@gmail.com

³Acadêmico do curso de Eng. Mecânica na UNIFATEB. pedro.barbosa.sivers@gmail.com

⁴Acadêmico do curso de Eng. Mecânica na UNIFATEB. everson_souza18@hotmail.com

⁵Acadêmico do curso de Eng. Química na UNIFATEB. meuemail@paracontato.com

⁶Acadêmico do curso de Eng. Química na UNIFATEB. taylorosilvarosa@hotmail.com

⁷Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harri_moraes@hotmail.com

⁸Coordenador de Iniciação Científica na UNIFATEB. ictcc@unifateb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A cada dia mais populares no Brasil, as batalhas de robôs são competições em que duas ou mais máquinas se enfrentam em um campo de batalha, até restar apenas uma funcionando. E para isso, diversas técnicas envolvendo as mais diversas áreas da robótica são utilizadas. Na maior parte dos casos, essas competições envolvem veículos de controle remoto e não propriamente robôs autônomos.

Esses combates fazem tanto sucesso nos Estados Unidos que são televisionados e têm direito a campeonatos, patrocínio e até mesmo comentaristas profissionais. E o desenvolvimento desses robôs não é feito apenas por grandes engenheiros ou empresas especializadas: existem diversos campeonatos alternativos, que admitem a inscrição de pessoas das mais diversas idades e profissões. O mais interessante por trás das batalhas de robôs é a resolução de problemas, o pensamento lógico e a utilização inteligente de informações sobre os oponentes e a arena envolvida.

A primeira competição envolvendo confronto de robôs foi a “*Design2.007*”, evento que ocorre anualmente desde 1970 no Massachusetts Institute of Technology (MIT), porém foi no ano de 1997 com o televisionamento do “*RobotWars*” pela BBC que teve início a febre de combate de robôs nos EUA.

Em 2001, a primeira Guerra de Robôs brasileira foi disputada, inspirada nos moldes da *BattleBots*, em uma arena montada na Unicamp e em 2005 foi criada mais uma competição brasileira, o *Winter Challenge*, que tem sido realizado anualmente em julho.

O universo da robótica é incompreendido, seu range de atuação está em franco crescimento, mas ainda desconhecemos os seus limites. Dentro deste magnífico universo, estão as batalhas entre robô protótipo. E este trabalho visa aprofundar os acadêmicos aos conceitos de robótica, programação, engenharia e inovação tanto para a comunidade acadêmica quanto a comunidade em geral e também aprimorar o conceito de trabalhar em equipe, pois é um trabalho que tem um prazo de 2 anos para a conclusão. Esse trabalho também irá ajudar no desenvolvimento de software, programação, na parte de projetos e de colocar tudo isso tanto em prática quanto na parte teórica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A concepção do protótipo irá se desenvolver com o seu robô protótipo de base Drums, será um robô protótipo com um tambor cilíndrico giratório com dentes, seu peso enquadra-se na categoria *Feather Weight* com o máximo de 13,6 kg.

O projeto se inicia com princípio de um robô protótipo baixo com duas rodas e com mais um cilindro adicionado para ser um robô protótipo mais defensivo com sua dimensão de aproximadamente 50cm x 30cm x 10cm. Sua estrutura é de aço 4130 sendo usado em forma de cantoneiras e chapas soldadas e ou parafusadas, onde possibilitará uma estrutura bem reforçada e protegida.

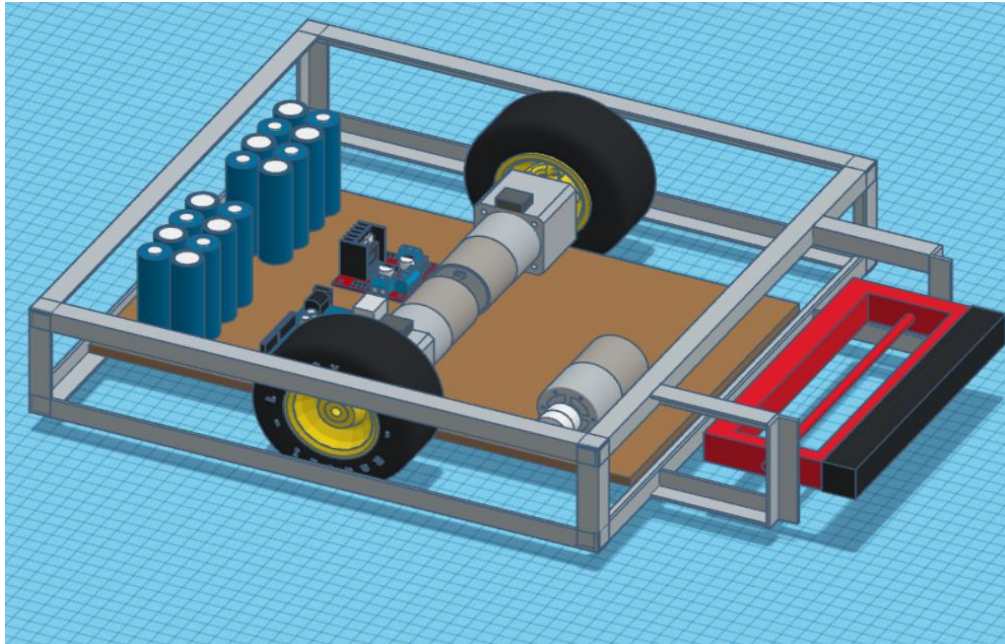
Para sua locomoção será utilizado dois kits Motion 700 Speed onde terá motor modelo RS775WC com tenção nominal de 18Vcc podendo atingir 21.000 rpm, rodas de combate de 100mm de diâmetro e motoredutor com relação 9:1 de dois estágios.

Em questão de armadura será utilizado o aço inox que é um aço de uma boa resistência e também pela questão de a armadura ser uma das partes maiores de todo o robô protótipo, e também a parte que mais sofrerá impacto pelo seu oponente.

Como o robô protótipo terá um cilindro giratório, nele será adicionado dentes de aço que irá ser feito com aço s7, cujo é um aço que se tem uma grande dureza que é o que será necessário para essa função de levantar o adversário, tombando-o ou causando danos no impacto com a arma ou na queda no solo. Para proteger os componentes internos do robô protótipo irá ser utilizado o alumínio 7050 que terá a função de preencher os vazios do robô protótipo e assim quando o robô protótipo sofrer algum impacto a parte interna dele não ser prejudicada, e suas paredes laterais também serão feitas de material resistente sendo difícil de ser perfurada.

A Figura 1 mostra como está o andamento do processo de construção em 3D do protótipo.

Figura 1. Protótipo do robô em 3D.



Fonte: Os autores (2022).

A etapa de montagem tem a conclusão prevista a para o final do primeiro semestre de 2023, para realização dos teste e ajustes que eventualmente apareçam nesse protótipo. A modelagem esta sendo feita através do software Tinkercad tanto o projeto 3D como o circuito Arduíno.

Esta sendo consolidada a lista de materiais projetando o custo e o peso total aproximado do protótipo, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das pesquisas dos principais componentes para a construção do robô

Quantidade	Componentes	Peso
1	Motor com Caixa de Redução 18V 770RPM	383
2	Roda COMBAT - 100x45x15	415
2	Motorreductor	877
2	Bateria Capacidade 2200mAh	176
2	Módulo Driver Ponter H – L298N	30

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento desse robô protótipo espera-se que seja um robô protótipo funcional e com bom equilíbrio. Espera-se que com o decorrer do trabalho esta atividade possa melhorar o trabalho em equipe e o desenvolvimento de cálculos relacionados ao dimensionamento do protótipo e a robótica.

Espera-se obter em equipe, o aperfeiçoamento das propriedades dos materiais que serão utilizados, aprendizagem da linguagem de programação, bem como o manuseio de ferramentas laboratoriais, como: máquina de solda, torno, fresa, Arduíno e componentes eletrônicos.

4. REFERÊNCIAS

CAMPOS, F. R. **A robótica para uso educacional**. 2019. SENAC, 208 p.

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. 2014. Editora Blucher, 368 p.

ODDBOTZ. **Página da Equipe ODDBotz**. 2022. Disponível em: <<https://www.facebook.com/oddbotz/>>. Acesso em: 23 Ago. de 2022

RIOBOTZ. **RioBotz, Touro Light**. 2022. Disponível em: <<https://www.riobotz.com/combate/>>. Acesso em: 23 Ago. de 2022

ROBOCORE. **Fórum de Notícias Robocore. Fórum > Geral> Motores de Lightweight**. 2022. Disponível em: <<https://www.robocore.net/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=4842>>. Acesso em: 23 de Ago. de 2022

THUNDERATZ. **ThundeRatz, K-Torze**. 2022. Disponível em <<https://thunderatz.org/projects/robots/ktorze>>. Acesso em: 23 de Ago. de 2022.

TROIA. **Página da Equipe TROIA**. 2022. Disponível em: <<https://www.facebook.com/EquipeTROIA/>>. Acesso em: 23 Ago. 2022

UAI!RRIOR. **Uai!rrior, 2022**. Disponível em <<https://uairrior.com.br/pt/pagina-inicial/>>. Acesso em: 23 de Ago. de 2022.

WARREN, J. D.; ADAMS, J.; MOLLE, H. **Arduino para robótica**. 2019. Editora Blucher, 578 p.

Outras Áreas

ANÁLISE SOBRE A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO EM MATEIROS, REGIÃO DO JALAPÃO/TOCANTINS

Alana Cristina Moreira de Santana¹
Dr. José Marcelo Martins Medeiros²

Resumo: Este artigo verificou se ocorre a participação social na elaboração de Políticas Públicas voltadas para o turismo na cidade de Mateiros, região do Jalapão/TO. Para isto, fez uma pesquisa bibliográfica nos Repositórios de Universidades nacionais e no site Google Acadêmico, acerca da temática. Na coleta de dados utilizou-se questionário com perguntas que pudessem esclarecer como ocorrem as tomadas de decisões na atividade do turismo no município, bem como o interesse da população em participar das reuniões que abordam o turismo. As perguntas foram enviadas à Secretaria de Turismo de Mateiros, e, posteriormente, foram descritos nos resultados. Constatou-se a existência de grupo em rede social, em que se discutem políticas públicas de turismo, mas apenas com membros do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Turismo – COMATUR. Na entrevista realizada, não se menciona que a população local é incluída para falar sobre assuntos voltados para a atividade turística no município. Nos achados nas fontes secundárias concluiu-se que a população não participa ativamente das tomadas de decisões voltadas para o Turismo no Jalapão.

Palavras-chave: Inclusão Social; Jalapão; Planejamento Turístico; Recursos Naturais.

Abstract: This article verified if there is social participation in the elaboration of Public Policies on tourism in the city of Mateiros, Jalapão/TO region. For this, bibliographic research was carried out in the Repositories of National Universities and on the Google Scholar site, on the subject. In data collection, a questionnaire was applied which were sent to the Mateiros Tourism Department, with questions that could clarify how decision-making takes place in tourism in the municipality, as well as the interest of the population in participating in meetings that address tourism. The answers were later described in the results. It was verified that there is a group in a social network, in which public tourism policies are discussed, but only with members of the Municipal Council for the Environment and Tourism – COMATUR. In the interview carried out, it is not mentioned that the local population is included to talk about topics related to tourism in the municipality. Finally, in the findings in the secondary sources, it was concluded that the population does not actively participate in decision-making aimed at tourism in Jalapão.

Keywords: Social Inclusion; Jalapão; Tourist Planning; Natural Resources.

¹Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente – (CIAMB), pela Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas. alanacristinasantana@gmail.com

²Professor no Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente – (CIAMB), na Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas. medeirosjose@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Todo lugar turístico precisa ter regras sobre seu modo de uso, sendo esta medida primordial para a conservação de lugares. Com base nisto, as populações dos locais turísticos devem participar das tomadas de decisões sobre o município em que habitam, pois elas podem dizer os problemas que veem relacionados à atividade do turismo, além de serem beneficiadas com os recursos provenientes do setor.

Porém, existem controvérsias sobre a participação da população na tomada de decisão do turismo no seu local. Sendo que alguns estudos revelam que a população do lugar turístico sequer é comunicada sobre as reuniões de tomadas de decisões, outros já mostram que a população não se interessa em saber sobre como é o andamento do turismo no seu município.

O turismo pode transformar todo o contexto das relações sociais, ambientais, econômicas e políticas de uma região de forma positiva ou negativa. Sobretudo, desenvolver o turismo precisa de planejamento, que abranja todos os atores envolvidos diretos e indiretos, nesse processo: governo local, comunidade, empresariado e turista, devido sua relação intrínseca com o meio ambiente (LOPES, 2018).

As políticas públicas no ramo do turismo, objetiva planejar e controlar a atividade turística para que haja total aproveitamento dos recursos turísticos administrados de modo que atraia muitos visitantes, beneficiando tanto os agentes e intermediários, quantos turistas, residentes locais, mas acima de tudo buscando o equilíbrio e sustentabilidade (HENZ, et al, 2010). Para Beni (2006, p. 91), sobre as políticas de turismo o autor afirma que: “as políticas são orientações específicas para a gestão diária do turismo, abrangendo os muitos aspectos operacionais da atividade”.

As políticas de turismo apresentam as diretrizes básicas da atividade no local onde se encontra, os objetivos gerais e as prioridades de ações dos governos para o setor. A política pode ser compreendida como um conjunto de ações elaboradas por entes governamentais, podendo conter parcerias com outros entes, visando melhorias para o meio econômico e social (LOPES, et al., 2011).

Este estudo pode contribuir no entendimento de que é primordial a participação da população durante a elaboração de Políticas Públicas sobre o turismo local e que esteja sempre ciente sobre as decisões relacionadas ao turismo no município, considerando que o planejamento turístico deve abarcar todos os atores sociais, sendo esta uma forma de ocorrer o desenvolvimento sustentável.

Ademais, este estudo parte da hipótese de que existe falta de interesse ou desinformação por parte da comunidade do Parque Estadual do Jalapão (PEJ), sobre as decisões tomadas relacionadas ao desenvolvimento do turismo local, especificamente no município de Mateiros. Tem-se como objetivo refletir sobre a participação social nas Políticas Públicas relacionadas ao turismo, no Jalapão, localizado no estado do Tocantins.

2. POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO E A PARTICIPAÇÃO SOCIAL

O documento “Conteúdo Fundamental - Ação Municipal para a Regionalização do Turismo” do Ministério do Turismo – MTUR, BRASIL (2007) afirma que o desenvolvimento do turismo local sustentável foi priorizado na agenda de políticas públicas nos anos 90 e, resultou que as comunidades estejam envolvidas nas fases de planejamento e de decisão pública. A partir de então, com o enfoque participativo, os municípios passaram a ter mais autonomia política, administrativa e financeira. Desta forma, eles assumiram mais responsabilidades nas execuções de programas, e, também, na formulação de políticas direcionadas à promoção do desenvolvimento econômico e social (MTUR/BRASIL, 2007).

O Programa Nacional de Municipalização do Turismo (PNMT), criado em 1994, foi fruto desse contexto, focado em dinamizar as oportunidades de trabalho, emprego e renda em âmbito municipal. A partir de sua concepção observou que o sucesso do turismo existiria se ocorresse participação comunitária, onde apresentassem soluções e caminhos para realizá-lo (MTUR/BRASIL, 2007).

O PNMT, possibilitou a ocorrência de parcerias entre os setores públicos e privados, entre governos municipais e estaduais ocorressem para o bom desenvolvimento da atividade turística no Brasil. Contudo, este programa prevaleceu até 2002, posteriormente, foram implementados os Planos Nacionais de Turismo (PNT).

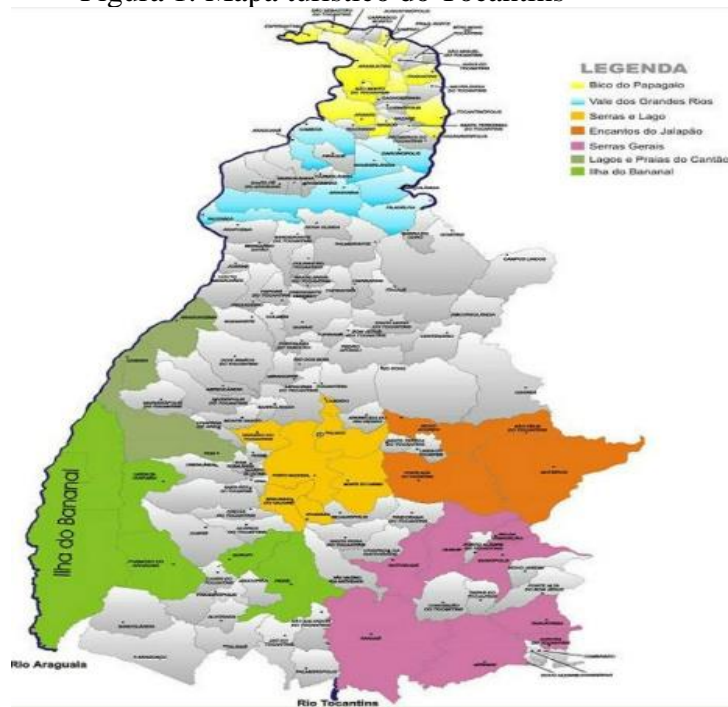
Em 2003, durante a presidência de Luís Inácio Lula da Silva, foi lançado o Plano Nacional de Turismo (PNT), composto pelo Programa de Regionalização do Turismo – Roteiros do Brasil (PRT), além de outros programas e foi criado o Ministério do Turismo (MTUR) composto pela Secretaria de Políticas de Turismo, a Secretaria de Programas de Desenvolvimento e o Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR) (SILVA, et al, 2013). Após o lançamento da primeira versão do PNT, novas versões foram criadas apresentando nos seus objetivos que deve haver a participação social, a promoção do desenvolvimento econômico e a geração de emprego e renda.

A inserção da população pode contribuir com a prática do turismo sustentável do local turístico, devido ao sentimento de pertencimento que faz as pessoas terem sobre o seu lugar de moradia. Se as belezas do seu lugar de residência for o seu meio de gerar renda, poderá entender que se poluídos ou degradados, terá diminuição na renda ou até mesmo acabar, já que um lugar com essas características deixa de ser atrativo. Com base nisto, a participação da comunidade turística pode se tornar uma aliada da conservação para as gerações vindouras contemplarem os mesmos recursos atuais.

3. METODOLOGIA

O Jalapão está localizado no leste do Estado do Tocantins (Figura 1), na parte de cor laranja), compreende uma área espacial de 53,3 mil km², faz divisa com os estados do Maranhão, Piauí e Bahia. Sendo que, 34,1 mil km² desta área total, encontram-se dentro do Estado do Tocantins. Possui uma baixa densidade populacional (entre 0,3 e 0,7 hab./km²) (SENNÁ, 2016). Esta região engloba os municípios de Mateiros, Ponte Alta do Tocantins, São Felix do Tocantins, Santa Tereza, Lizarda, Lagoa do Tocantins, Novo Acordo e Rio Sono.

Figura 1: Mapa turístico do Tocantins



Fonte: Disponível em: <https://turismonotocantins.com.br/pontos-turisticos-no-tocantins/>. Acesso em março de 2022.

A vegetação é composta de cerrado, campos e plantas de grande importância madeireira, medicinal e ornamental. Possui influências dos biomas caatinga, do cerrado e do clima da Amazônia. Possui espécies de animais ameaçados de extinção, como onças e lontras (DUTRA, 2016).

No município de Mateiros é onde se encontra a maior parte dos atrativos turísticos, como dunas de areia (figura 2), fervedouros (figura 3), cachoeiras, trilhas, comunidades quilombolas, que são considerados os mais visitados. Por este motivo, este estudo se limitou a discutir sobre a participação da população na elaboração de políticas públicas dessa região.

Figura 2: Dunas de areia localizadas a 50 km de Mateiros com turistas



Fonte: SANTANA, 2018.

Figura 3: Fervedouro localizado na região de Mateiros



Fonte: Disponível em: <https://turismo.to.gov.br/regioes-turisticas/encantos-do-jalapao/principais-atrativos/mateiros/fervedouro-do-mumbuca/>. Acesso em março de 2022.

Este trabalho consistiu numa pesquisa bibliográfica e descritiva. De acordo com Raupp e Beuren (2003), a pesquisa bibliográfica abrange referências já publicadas, seja em jornais, revistas, livros, monografias, dissertações, teses, por exemplo. Com base nisso, o pesquisador tem maior relação e conhecimento sobre o tema que está pesquisando.

A tipologia de pesquisa descritiva para Gil (1999) o objetivo principal é a descrição de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. O autor ainda destaca que uma de suas características mais importantes está na utilização de técnicas uniformizadas de coleta de dados.

Para a obtenção dos dados, elaborou-se questões a respeito da temática da pesquisa e, na sequência foram encaminhadas a Secretaria de Meio Ambiente e Turismo da cidade de Mateiros, Tocantins, para saber como o município convoca a população para as reuniões sobre as políticas públicas, e se a população participa das tomadas de decisão no turismo do município. Posteriormente, após as respostas, os resultados foram analisados e discutidos.

Como parte do estudo, também foram feitas verificações de estudos em repositórios e no Google Acadêmico, voltadas para este assunto em questão, pois assim permitiu uma maior discussão sobre a participação social da população de Mateiros no processo de elaboração de políticas públicas voltadas para o turismo e pôde concluir se ocorre ou não a participação dessa população nesse processo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este método de pesquisa realizou-se entrevista com a Secretária de Meio Ambiente e Turismo de Mateiros. Primeiramente, foram encaminhadas para o e-mail da secretaria, sete perguntas sobre o assunto em questão, porém, algumas perguntas que foram feitas, não foram respondidas pela secretária, mas eram fundamentais. Algumas das perguntas não respondidas são: como é o processo legal sobre políticas públicas de acordo com a legislação? Como é a organização social do turismo no município?

A Lei nº 11.771 de 17 de setembro de 2008, promulgada após a criação do MTUR, dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico, e dá outras providências. Em dois de seus objetivos, a lei pede o envolvimento das comunidades no setor e esses objetivos são:

- II - reduzir as disparidades sociais e econômicas de ordem regional, promovendo a inclusão social pelo crescimento da oferta de trabalho e melhor distribuição de renda;
- VI - promover, descentralizar e regionalizar o turismo, estimulando Estados, Distrito Federal e Municípios a planejar, em seus territórios, as atividades turísticas de forma sustentável e segura, inclusive entre si, com o envolvimento e a efetiva participação das comunidades receptoras nos benefícios advindos da atividade econômica;

Posteriormente, em um segundo e-mail, encaminhou novamente as mesmas perguntas pedindo complementação das respostas que foram dadas, pois surgiram novos questionamentos a partir das respostas das outras cinco perguntas respondidas pelo órgão público e foi pedido novamente que respondessem as perguntas retornadas sem respostas no primeiro e-mail, mas desta vez não obteve retorno. Os autores tentaram conversar pela rede social, WhatsApp, porém, não houve interesse do responsável pelo órgão.

Sobretudo, no primeiro e-mail, foi perguntado sobre a quantidade vezes que a prefeitura realiza reuniões por ano com a comunidade para falar sobre o turismo. Obteve-se a resposta de que a prefeitura realiza reuniões pelo menos uma vez por mês com os membros do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Turismo (COMATUR). Ainda foi perguntado se ocorresse reuniões, como eram feitas as convocações e, obteve a resposta de que as convocações para as reuniões eram feitas via WhatsApp, no grupo da COMATUR. Os autores perguntaram como era o conselho e a respondente disse que era formado por pessoas de vários setores do turismo, e da prefeitura. Os membros são nomeados através de Ata. A partir desta resposta, questionou-se a secretária sobre como funciona a Ata, porém, não foi respondida após algumas tentativas.

Os autores perguntaram também se foram aprovados conselhos que tratam sobre o turismo nos últimos anos, e se a resposta fosse positiva, quais eram os outros conselhos criados. A respondente disse que foi criado apenas o COMATUR.

4.1 PARTICIPAÇÃO SOCIAL EM POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO EM MATEIROS

O estudo analisou quatro publicações científicas encontradas no Google Acadêmico e em repositórios de universidades nacionais. Os achados estão descritos no quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Estudos analisados

Tipo de Estudo	Título	Autoria	Ano de Publicação
Dissertação	As pessoas e a conservação do cerrado: O caso do Parque Estadual do Jalapão	Flávia Rodrigues dos Santos	2007
Artigo	Avaliação do Processo de Implementação do PROECOTUR no Pólo Jalapão – TO	Janaina Maria Andrade Aires Fonseca e Waldecy Rodrigues	2012
Tese	Monitoramento de Indicadores-Chave do Turismo Sustentável em	Veruska Chemet Dutra	2016

	Unidades de Conservação: um estudo de caso no Parque Estadual do Jalapão		
Artigo	Reflexões sobre o turismo como estratégia de desenvolvimento: a comunidade Mumbuca (TO) e a possibilidade de etnodesenvolvimento	Rayssa Carneiro Santos, Rejane Pinheiro da Silva e Pedro Paulo Valadão Coelho	2019

Fonte: Elaborada pelos autores.

Santos (2007) em seu estudo analisou a relação dos grupos de interessados no PEJ com a conservação do cerrado a partir da implantação do parque. A autora restringiu sua pesquisa ao município de Mateiros. Na sua pesquisa concluiu que as pessoas não participam de processos decisórios.

Nos estudos de Fonseca e Rodrigues (2012) sobre a avaliação do Processo de Implementação do Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo na Amazônia Legal (PROECOTUR)³ no Pólo Jalapão-TO, onde a gestão do PROECOTUR no Tocantins foi atribuída a Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN), órgão responsável na época pelas questões preponderantes ao Ecoturismo no Estado, apontou que os gestores verificaram a falta de interesse das pessoas em participar das reuniões e capacitações promovidas pelo programa.

Sobre esta falta de interesse, Silva (2017, p. 14) *apud* Schafer (1973) diz que: a falta de interesse da população em estar à parte dos assuntos políticos – denominado de incompetência e indiferença da massa – como um produto da sociedade elitista, e não como a causa. “O autor indagou sobre como a população poderia desenvolver competência política e por qual razão ela deveria se interessar por assuntos políticos, se o poder político é o monopólio efetivo das elites”. Desta forma, ao se envolver, a população pode identificar problemas não vistos pelas autoridades.

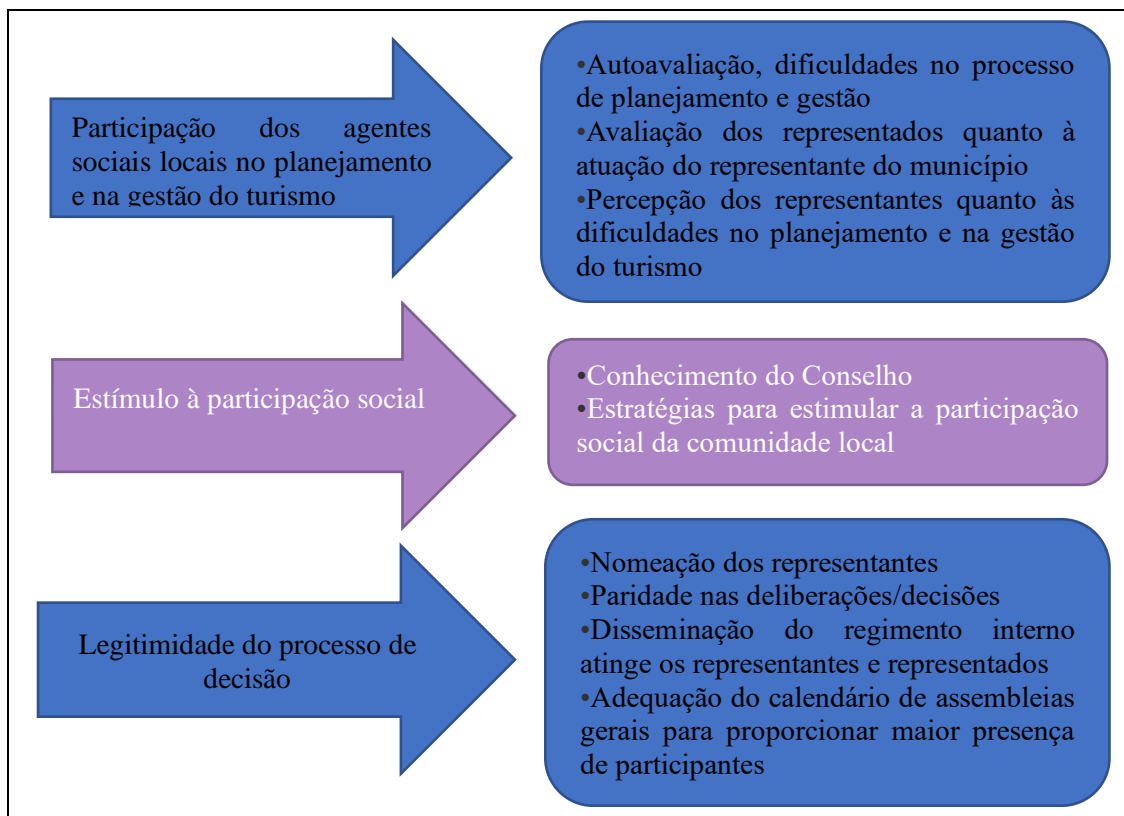
No estudo de Dutra (2016) onde fez monitoramento dos indicadores chave do turismo sustentável em Unidades de Conservação, realizado no Parque Estadual do Jalapão (PEJ), já destacou que 94% dos entrevistados disseram não participar do processo de planejamento da atividade do turismo junto aos gestores responsáveis.

Neste sentido, com este tipo de resultado leva a pensar que decisões são tomadas sem o consentimento da população. Ainda, pode-se pensar que a população é ou não informada sobre

³ O PROECOTUR é uma política pública voltada para o desenvolvimento de municípios estaduais, onde prevê benefícios para a população local.

o planejamento do turismo local. Pinheiro *et al* (2020) ressaltam que é primordial a participação social quando se trata de planos de criação e condução de lugares turísticos. As autoras ainda destacam elementos de análise que tangenciam diretamente a participação social, como apresenta a figura 4.

Figura 4: Categorias e elementos de análise da participação social no planejamento e gestão do turismo



Fonte: Adaptado (PINHEIRO, et al, (2020).

A comunidade quilombola Mumbuca (figura 5, A), é um atrativo turístico situado há 40 Km de Mateiros. No artigo elaborado por Santos et al. (2019) onde refletiram sobre o turismo como estratégia de desenvolvimento, tendo como foco a comunidade Mumbuca, menciona que o modelo de desenvolvimento pautado na exploração turística, ocorre sem a participação das famílias residentes da região. O modelo de desenvolvimento é decidido a partir de grandes empresários.

A comunidade Mumbuca é a responsável pela fabricação de artesanatos feitos com capim dourado. Esta matéria-prima é fácil de ser encontrada nas veredas da região e chama atenção devido a sua cor parecer com ouro e brilhar. Muitas famílias da comunidade ganham seu sustento com as vendas desses artesanatos (Figura 5, B).

Ainda, os autores Santos et al. (2019) também citam que Jalapão, é controlado por empresas que não são da região. As empresas fecham pacotes com turistas, mas sem realizar nenhum tipo de negociação com fornecedores locais. Desta forma, percebe-se uma marginalização da população local, pois fica de fora das negociações e das divisas geradas.

Figura 5: Comunidade Quilombola Mumbuca



Fonte: https://www.tripadvisor.com.br/Attraction_Review-g2429531-d8357747-Reviews-Povoado_de_Mumbuca-Mateiros_State_of_Tocantins.html. Acesso em setembro de 2022.

Segundo noticiado no portal de notícias G1 Tocantins, o governo do Estado do Tocantins criou projeto de lei para conceder Unidades de Conservação – UCs de titularidade estadual, a iniciativa privada sem consultar a comunidade local sobre tal ação, já que muitos povos deste lugar tem o turismo como fonte de renda e quais prejuízos teriam sobre esta concessão. A UC Parque Estadual do Jalapão é de titularidade do estado do Tocantins e seria uma das que teria a concessão repassada à iniciativa privada (G1 TOCANTINS, 2021).

A iniciativa de concessão do PEJ para a iniciativa privada, se deu no governo de Mauro Carlesse (governador do estado do Tocantins na época), porém, o mesmo teve sua gestão paralisada por seis meses por determinação da justiça para apurar atos ilícitos cometidos na sua gestão. Enquanto isto, a gestão do estado passou a ser exercida pelo então vice-governador até o período de possível retorno do governador afastado naquele momento.

Ademais, o então governador decidiu por cancelar o projeto que visava a concessão do PEJ em audiência pública, pois justificou que percebeu a insatisfação da comunidade do local sobre o projeto (G1 TOCANTINS, 2021).

O PEJ recebe muitos turistas anualmente. Dutra (2016), evidenciou no seu estudo que o PEJ desperta muito interesse em turistas de várias regiões, mostrando no resultado de sua pesquisa que mais da metade dos turistas que vão ao PEJ, são de outros estados, porém destacou que o Estado do Tocantins é o que possui maior procura pela região. De acordo com o Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), órgão responsável pela gestão do parque, de 2015 a

2021, recebeu quase duzentos mil visitantes, no entanto, durante este período a quantidade de visitas aconteceu de forma crescente até 2019 diminuindo em 2020, voltando a crescer em 2021, como exhibe o quadro 1.

Quadro1: Quantidade de visitantes no PEJ

Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Visitantes	10.062	14.493	20.212	34.572	38.470	19.948	55.579

Fonte: Elaborada pelos autores de acordo com dados do Naturatins.

A baixa procura no ano de 2020 pode ter ocorrido em virtude da pandemia do novo coronavírus, pois não fazer aglomerações e contatos físicos eram umas das principais recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMT) naquele ano. Por este motivo, normas públicas no estado foram criadas para evitar a disseminação do vírus, entre elas a proibição da atividade turística no Jalapão.

Em 2019, surgiram em Wuhan, China, casos de pneumonia com causas desconhecidas. Posteriormente, foi descoberto que a doença estava sendo causado por um novo tipo de Coronavírus, nomeado cientificamente como 2019-nCov, com grande capacidade de causar doenças respiratórias, entéricas, hepáticas e neurológicas em humanos (BELASCO; FONSECA, 2020).

Portanto, no ano de 2021, já existiam vacinas contra o vírus e as pessoas começaram a serem imunizadas. Após isto, ocorreu a flexibilização das medidas restritivas e a atividade turística no PEJ, já estava sendo permitida, mas os atrativos geridos pelo NATURATINS, apresentaram restrições e limitações na quantidade de pessoas em cada atrativo. As atrações localizadas em áreas particulares ficaram controladas por seus donos. Ademais, nos dias atuais ainda é possível ver nas notícias divulgadas na mídia nacional, muitos casos da doença, desta forma, medidas de higiene pessoal por parte de prestadores de serviço, de turista e o uso de máscaras entre outras medidas, auxiliam na prevenção da doença.

CONCLUSÃO

No que se refere à entrevista realizada junto com o órgão público de turismo do município de Mateiros, percebeu-se que ocorreu dificuldade na obtenção de respostas para algumas perguntas que foram feitas e, sobre as reuniões para falar sobre o turismo, são feitas mensalmente, mas apenas com membros da COMATUR. Desta forma, com as respostas

adquiridas junto com a Secretária de Meio Ambiente e Turismo de Mateiros, pode-se concluir que a população em geral, realmente, não participa das reuniões que tratam de assuntos para a elaboração de Políticas Públicas, pois apenas membros do conselho existente no local participa das reuniões e nem toda a população do município faz parte do grupo do COMATUR, mas isto não pode excluí-los das tomadas de decisão sobre as Políticas Públicas.

Quantos aos achados nas fontes secundárias, concluiu-se que há controvérsias sobre o que diz os representantes dos setores públicos nas publicações científicas dos autores citados acima e o que diz a população, pois de um lado os representantes dos setores públicos relatam que a população de Mateiros não se interessa sobre os assuntos relacionados ao turismo, de outro lado, uma quantidade quase absoluta, informa não participar das tomadas de decisões das atividades relacionadas ao turismo.

Ainda com base nos achados pode-se também concluir que o poder público não considera a população de Mateiros nas decisões políticas, e nem possibilita o fortalecimento do trade turístico do município. Desta forma, como a própria legislação brasileira informa que deve haver a participação social na elaboração de políticas públicas, então os representantes políticos devem incluir os membros da região nas decisões que são de interesses turísticos.

Diante do exposto, fica a necessidade de mudanças no modelo de política atual, que busque estratégias para fortalecer a participação social nas decisões que são de interesse de todos.

REFERÊNCIAS

BELASCO, A.G.S.; FONSECA, C.D. Coronavírus 2020. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, n. 2, p. 1-2 mar. 2020.

BENI, M. C. **Política e planejamento de turismo no Brasil**. São Paulo: Aleph, 2006.

BRASIL. 2008. **Lei nº 11.771 de 17 de setembro de 2008**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111771.htm>. Acesso em 07 de setembro de 2022.

BRASIL. **Programa de Regionalização do Turismo - Roteiros do Brasil: Ação Municipal para a Regionalização do Turismo**. Ministério do Turismo, Brasília, 2007.

CIRINO, T. L. **Abastecimento de água e esgotamento sanitário nas aldeias indígenas Paquiçamba e Guary-Duan, na área de influência da Usina Hidrelétrica Belo Monte, Pará**. 2019. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

DUTRA, V. C. **Monitoramento de Indicadores-chave do Turismo Sustentável em Unidades de Conservação: Um Estudo de caso no Parque Estadual do Jalapão – Tocantins**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) – Ipen, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

FONSECA, J. M. A. A.; RODRIGUES, W. Avaliação do Processo de Implementação do PROECOTUR no Pólo Jalapão – TO. In: IX Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo, 2012, São Paulo. **Anais do IX Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo**, 2012.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6º Ed, São Paulo, 2008.

G1 TOCANTINS. **Governador em exercício paralisa audiência pública e cancela concessão do Jalapão**. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2021/11/30/governador-em-exercicio-paralisa-audiencia-publica-e-cancela-concessao-do-jalapao.ghtml>. Acesso em: 07 de dezembro de 2021.

G1 TOCANTINS. **Um dia após aprovação, Carlesse sanciona lei que libera concessão do Jalapão e outros parques estaduais**. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2021/08/25/um-dia-aposaprovacao-carlesse-sanciona-lei-que-libera-concessao-do-jalapao-e-outros-parquesestaduais.ghtml>. Acesso em: 05 de setembro de 2021.

HENZ, A. P.; LEITE, F. C.; ANJOS, F. A. Refletindo políticas públicas para turismo: uma retrospectiva brasileira desde a década de 60. **Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul: saberes e fazeres do turismo interfaces**, 2010, Caxias do Sul-RS, Brasil.

LOPES, A. O. B; TINÔNIO, D. S.; SOUZA, L. M. Avaliação de Políticas Públicas de Turismo: uma análise bibliométrica dos periódicos de turismo. **Turismo em Análise**, v.22, n.03, 2011.

LOPES, D. P. **Aurora do Tocantins – TO: turismo e sustentabilidade**. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Turismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PINHEIRO, I. F. S.; MARACAJÁ, K. F. B.; CHIM-MIKI, A. F. Política pública de regionalização do turismo: um estudo sobre a participação social no polo de turismo Seridó. **Turismo Visão e Ação**, v. 22, n. 1, p. 162-184, 2020.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREM, I. M. (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**, São Paulo: Atlas, 2003. p. 76-97.

SANTOS, F. R. **As pessoas e conservação do cerrado: o caso do Parque Estadual do Jalapão**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

SANTOS, R. C.; SILVA, R. P.; COELHO, P. P. V. Reflexões sobre o turismo como estratégia de desenvolvimento: a comunidade Mumbuca (TO) e a possibilidade do

etnodesenvolvimento. **Revista Brasileira De Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 12, n. 4, p. 353-374, 2019.

SENNA, M. L. G. S. **A aplicabilidade do índice de qualidade de vida, da pegada ecológica do turismo e dos indicadores de sustentabilidade da organização das nações unidas para destinos turísticos de pequeno porte: um estudo de caso no Jalapão –TO**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) – Ipen, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, F. S; COSTA, S. R.; CARVALHO, C. M. B. **POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO NO BRASIL: estratégias para administração da atividade no país. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2013.



EPIC 2022

IX Encontro de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica



BIOENERGY: Transformando resíduos em independência energética

Cauany Silva Campos¹
Eziel Fabricio de Almeida²
Harrisson Andretta de Moraes³
Lilia da Silva Melo⁴
Rodrigo Lima⁵
Ruliam de Jesus Carneiro⁶

Resumo: Nos últimos anos se intensificou a necessidade de desenvolvimento de novas alternativas energéticas limpas e sustentáveis, assim, a destinação de resíduos orgânicos requer maior atenção, uma vez que os gases de efeito estufa (GEE) gerados no processo de decomposição, tem efeito direto no aquecimento global e no direcionamento de rejeitos. Neste contexto, resíduos orgânicos de frutas e verduras são ideais no processo de decomposição anaeróbica, transformando características poluentes em biogás e adubo rico em nutrientes NPK. Essa pesquisa objetivou caracterizar o potencial do gás e biofertilizante produzidos em um biodigestor com 0,01125 m³ de biomassa, em tempo de retenção hidráulica de 20-30 dias. O biofertilizante terá sua eficiência avaliada através do cultivo de mudas de alface, alternando a quantidade em ml de composto utilizado. A aplicabilidade do biogás será analisada através da queima do mesmo.

Palavras-chave: Biodigestor; Biogás; Biofertilizante.

Abstract: In recent years, the need to develop new clean and sustainable energy alternatives has intensified, thus, the disposal of organic waste requires greater attention, since the greenhouse gases (GHG) generated in the decomposition process, have a direct effect on the global warming and waste disposal. In this context, organic residues from fruits and vegetables are ideal in the anaerobic decomposition process, transforming polluting characteristics into biogas and NPK nutrient-rich fertilizer. This research aimed to characterize the potential of the gas and biofertilizer produced in a biodigester with 0.01125 m³ of biomass, in a hydraulic retention time of 20-30 days. The biofertilizer will have its efficiency evaluated through the cultivation of lettuce seedlings, alternating the amount in ml of compost used. The applicability of biogas will be analyzed by burning it.

Keywords: Biodigester; biogas; Biofertilizer.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduando do curso de Engenharia Civil na UNIFATEB. cauanysc1@gmail.com

²Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. eziel.fabricio@yahoo.com.br

³Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. harrisson.moraes@fatebteb.edu.br

⁴Graduando do curso de Engenharia Química na UNIFATEB. lilia_mellotb@hotmail.com

⁵Coordenador de Iniciação Científica/Professor dos cursos de Engenharia na UNIFATEB. ictcc@fatebteb.edu.br

⁶Graduando do curso de Engenharia Mecânica na UNIFATEB. ruliamcarneiro6@gmail.com

A biodigestão anaeróbica é um processo de tratamento de resíduos orgânicos, englobando etapas como hidrólise, fermentação, acetanogênese e a formação de fases metanogênicas. De forma clara, esse processo visa a transformação de compostos orgânicos poluidores em compostos de Metano (CH₄) e Dióxido de Carbono (CO₂) (PALERMO, 1991). A decomposição de dejetos orgânicos gera dois produtos úteis, o biogás e biofertilizante, sendo compostos favoráveis à economia de energia em forma de aproveitamento térmico e utilização como adubo em plantações.

Segundo VGR (2021) os equipamentos de fermentação anaeróbica possibilitam o gerenciamento adequado dos resíduos poluentes, sendo assim, proporcionam a obtenção de gás limpo, biofertilizante rico em nutrientes NPK e melhoria significativa da saúde pública.

Em pesquisa realizada, o Departamento de Economia do Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (Selurb), apontou que cerca de 6 milhões de toneladas de gás são emitidos por ano através da utilização de lixões à céu aberto, portanto, os biodigestores anaeróbicos se tornam uma opção favorável em relação à preservação do meio ambiente (MACIEL, 2019).

Além disso, a implantação de biodigestores faz com que a redução dos lixões à céu aberto propicie menor contribuição com o efeito estufa, uma vez que o Metano é o segundo gás com maior parcela de contribuição em relação à problemática, assim, é denominado um gás de efeito estufa (GEE).

Diante do contexto, este artigo objetiva detalhar a construção de um protótipo de biodigestor anaeróbico. Além disso, espera-se analisar os critérios sociais, ambientais e econômicos associados ao projeto.

2. DESENVOLVIMENTO

O projeto em questão foi desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário UNIFATEB, na cidade de Telêmaco Borba – PR. O protótipo foi estudado e planejado durante os meses 03 e 12 de 2021. A construção do mesmo ocorreu entre os meses 03 e 05 de 2022. Já os testes funcionais e as análises de resultados ocorreram entre os meses 05 e 06 de 2022.

2.1 PLANEJAMENTO

Durante o planejamento do protótipo foram consideradas e estudadas algumas questões importantes, dentre elas estão o dimensionamento (tipo de biodigestor, volume do biodigestor e volume de carga diária), os produtos gerados (biogás e biofertilizante) e os parâmetros do processo (tempo de retenção hidráulica, energia térmica, temperatura e pressão).

2.1.1 Dimensionamento

2.1.1.1 Tipo de biodigestor

O biodigestor desenvolvido trata-se de um equipamento com regime de alimentação por batelada, ou seja, é realizada a alimentação uma vez e espera-se a decomposição completa dos resíduos para realizar uma nova alimentação. A forma de alimentação é descendente, uma vez que a dosagem escoar de cima para baixo dentro do biodigestor. A digestão ocorre com 25% de concentração de sólidos (Equação 1).

$$Cs = \frac{Vr}{Vt} \cdot 100$$

(Equação 1)

Onde:

Cs = concentração de sólidos;

Vr = volume de resíduo (0,01125m³);

Vt = volume total de dosagem (0,045m³).

2.1.1.2 Volume do biodigestor

O volume aproximado do biodigestor é 60 l, ou seja, 0,06 m³ (Equação 2). A determinação desse valor é de extrema importância para o controle e dimensionamento de dosagem e produção.

$$\frac{Vb}{1000} = x$$

(Equação 2)

Onde:

V_b = volume do biodigestor (l);

x = volume do biodigestor (m^3).

2.1.1.3 Volume de carga diária

O volume de carga foi calculado considerando as informações ditas pela empresa VGR, sendo assim, estima-se que a dosagem de água e resíduos segue as seguintes proporções: 25% de espaço livre para a produção de biogás e 75% de água + resíduos (dentre esses 75% de dosagem, 75% correspondem a água e apenas 25% correspondem aos resíduos orgânicos).

2.1.1.3.1 Volume livre para a disposição de biogás

Para a definição do volume destinado a disposição do biogás utilizou-se a Equação 3. Para realizar a conversão de litros para m^3 utilizou-se a Equação 4. Portanto, cerca de $0,015 m^3$ foram mantidos livres para a disposição do biogás.

$$V_{pdl} = \frac{V_b \cdot \%b}{100}$$

(Equação 3)

$$V_{pd} = \frac{V_{pdl}}{1000}$$

(Equação 4)

Onde:

V_{pdl} = volume para disposição de biogás (l);

V_{pd} = volume para a disposição de biogás (m^3);

V_b = volume do biodigestor (60 l);

$\%b$ = porcentagem livre para disposição de biogás (25%).

2.1.1.3.2 Volume de resíduo utilizado

O espaço disponível para a disposição da dosagem (água + resíduos) se trata de 75% (45 l), dessa forma, utilizou-se 25% para determinar quantos litros de resíduos (sem água) deveriam ser utilizados no preparo. A Equação 5 foi utilizada para obter o valor de resíduo em litros, já a Equação 6 foi utilizada para realizar a conversão de litros para m³. Por fim, considerando 1 m³ cerca de 1 dm³, utilizou-se a Equação 7 para converter a quantidade de resíduos em dm³ para kg, facilitando assim o preparo da dosagem. Sendo assim, foram utilizados cerca de 11,25 kg de resíduos no preparo da dosagem.

$$V_{rl} = \frac{V_{dd} \cdot \%r}{100}$$

(Equação 5)

$$V_r = \frac{V_{rl}}{1000}$$

(Equação 6)

$$V_r(kg) = V_r/1$$

(Equação 7)

Onde:

V_{rl} = volume de resíduos (l);

V_r = volume de resíduos (m³);

V_{dd} = volume livre para disposição da dosagem (45 l);

$\%r$ = porcentagem máxima de resíduos a ser utilizada (25%);

$V_r(kg)$ = volume de resíduos (kg).

2.1.1.3.3 Volume de água utilizada

O espaço disponível para a disposição da dosagem (água + resíduos) se trata de 75% (45 l), dessa forma, utilizou-se 75% para determinar quantos litros de água deveriam ser utilizados no preparo. A Equação 8 foi utilizada para obter o valor de água em litros, já a Equação 9 foi utilizada para realizar a conversão de litros para m³. Assim, foram utilizados cerca de 0,03375 m³ de água no preparo da dosagem.

$$Val = \frac{Vdd \cdot \%a}{100}$$

(Equação 8)

$$Va = \frac{Val}{1000}$$

(Equação 9)

Onde:

Val = volume de água (l);

Va = volume de água (m³);

Vdd = volume livre para disposição da dosagem (45 l);

%a = porcentagem máxima de água a ser utilizada (75%).

2.1.2 Produtos gerados

2.1.2.1 Biogás

O biogás é uma mistura gasosa derivada da decomposição anaeróbica, processo de degradação de resíduos orgânicos sob ausência de oxigênio em biodigestores. Sua composição gasosa inclui: 55-70% de Metano (CH₄), 30-40% de Dióxido de Carbono (CO₂), além de pequenas quantidades de Ácido Sulfídrico (H₂S), Amônia (NH₃), Hidrogênio (H₂), Nitrogênio (N₂), Monóxido de Carbono (CO) e Oxigênio (O₂).

O processo de decomposição anaeróbica se divide em 4 fases principais, a hidrólise, a fermentação, a oxidação e a formação de Metano. No processo de hidrólise, compostos de alta massa molecular são reduzidos a compostos mais simples e solúveis, portanto, o tempo de hidrólise varia de acordo com a biomassa utilizada (bactérias hidrolíticas).

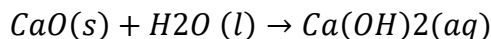
Na fase de fermentação as substâncias resultantes da hidrólise são convertidas em hidrogênio, gás carbônico e ácidos (bactérias anaeróbicas e facultativas). Na fase de oxidação os materiais obtidos durante a fermentação são transformados em ácido etanoico, gás carbônico e hidrogênio (bactérias acetogênicas). A última fase desse processo é a formação de Metano, assim, os compostos formados na etapa passada são convertidos em Metano e gás carbônico (bactérias arqueas metanogênicas).

2.1.2.1.1 Tratamento e purificação do biogás

O biogás produzido durante esse processo deve ser tratado e purificado visando a efetividade no uso do gás como fonte de energia térmica, assim, os principais objetivos desse tratamento são: melhora do potencial energético, aumento da qualidade do gás, aumento da vida útil dos objetos associados ao processo e a remoção de contaminantes.

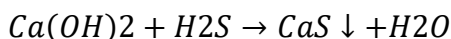
Os principais contaminantes a serem removidos da mistura gasosa são Sulfeto de Hidrogênio, mais conhecido como Gás Sulfídrico (H₂S) e água (H₂O). O H₂S necessita ser removido da mistura pois apresenta comportamento corrosivo e tóxico, além disso, é responsável por conferir odor ruim ao biogás. A água também deve ser retirada pois possibilita a formação de ácidos, a corrosão dos equipamentos associados ao processo, condensação e acumulação de material nos encanamentos.

A remoção de H₂O e parte pequena de H₂S realizada nesse projeto ocorre em um filtro de água e cal virgem (H₂O + CaO), ou seja, Hidróxido de Cálcio. A mistura entre água e cal gera uma base de coloração branca e turva, denominando-se Cal Hidratada. A seguir observar-se a reação da solução contida no filtro 1 (Equação 10):



(Equação 10)

O contato do H₂O e o H₂S presentes no biogás com a solução de Hidróxido de Cálcio resultam nos produtos Sulfeto de Cálcio (CaS) e água (H₂O). Observa-se essa reação na Equação 11:

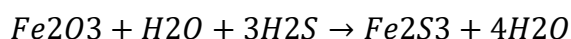


(Equação 11)

Outra reação que pode ocorrer posteriormente a Equação 11 é a oxidação do Sulfeto de Cálcio (CaS) à Sulfato de Cálcio (CaSO₄), sendo esse um produto que pode ser utilizado na agricultura, apresentando benefícios relevantes em relação ao equilíbrio de nutrientes do solo, ou seja, até mesmo o “rejeito” da reação pode ser reaproveitado a favor do meio ambiente.

A remoção de H₂S empregada nesse projeto trata-se de uma dessulfurização pós biodigestão anaeróbica, incluindo como tratamento a adsorção utilizando lã de aço,

popularmente conhecida como “palha de aço”. A lâ de aço possui em sua composição química aço carbono, da qual é uma liga metálica composta por 98,5% de Ferro (Fe), 0,5 a 1,7% de Carbono (C) e pequenas porcentagens de Silício (Si), Enxofre (S) e Fósforo (P). Quando o H₂S e pequena porcentagem de H₂O entram em contato com os compostos químicos da lâ de aço, todas as moléculas de H₂S residuais do filtro 1 são removidas e obtemos como produtos Sulfeto de Ferro (Fe₂S₃) e H₂O, assim, observa-se a Equação 12:



(Equação 12)

Ou seja, o H₂S pode ser removido por completo, gerando um gás purificado.

2.1.2.2 *Biofertilizante*

O biofertilizante derivado da digestão anaeróbica tem como característica riqueza em nutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), sendo esses os principais nutrientes para a parametrização de adubos utilizados em plantações. Esses três nutrientes são os compostos básicos para o crescimento adequado das plantas, sendo assim, a ausência dos mesmos causa deficiência de nutrientes, baixo potencial de crescimento e maior facilidade de desenvolvimento de doenças. Os nutrientes em questão não estão sempre presentes no solo em proporção ideal, além disso, a plantação em sequência retira cada vez mais os nutrientes da terra, portanto, a reposição dos mesmos é de suma importância para que as plantas alcancem o desenvolvimento ideal.

Os testes de eficiência do biofertilizante serão realizados a partir de cerca de 5 dias após a dosagem, dessa forma, a equipe irá comparar a eficiência do mesmo se baseando em artigos similares. Mudanças de alface serão utilizadas e o crescimento das mudas serão documentados em uma tabela.

2.1.3 **Parâmetros do processo**

2.1.3.1 *Tempo de retenção hidráulica (TRH)*

O tempo de retenção hidráulica (TRH) está entre 20 e 30 dias, sendo assim, próximo desse período a produção de gás decai e perde a força. Dessa forma, a carga orgânica reduz e uma nova dosagem é necessária após o cessar da produção de gás. Após esse período o biodigestor é esvaziado, limpo e realimentado com material orgânico que reiniciará a produção de biogás.

2.1.3.2 *Energia térmica*

A energia térmica é determinada entre a relação de Potencial Máximo de Metano (PM CH₄) e Potencial Calorífico Inferior de Metano (PCI CH₄), assim, já existem valores tabelados para os mesmos. Segundo BARTOLOMEU e PECCI (2021), o poder calorífico inferior do biogás é 6572,84 kcal/Nm³ (média de valores). Já o potencial máximo está tabelado com valor de 0,488 Nm³CH₄. Dessa forma, a energia térmica é aproximadamente 3207,54 kcal/Nm³.

$$En. térmica = PM\ ch4 \times PCI\ ch4$$

(Equação 13)

$$En. térmica = 0,488 \times 6572,84 = 3207,54\ kcal/Nm^3$$

(Equação 14)

Onde:

En. Térmica = Energia Térmica;

PM ch₄= Potencial máximo de Metano;

PCI ch₄ = Potencial Calorífico Inferior de Metano.

2.1.3.3 *Temperatura*

A temperatura é um dos principais fatores para que a decomposição anaeróbica ocorra de maneira efetiva, desse modo, é de extrema necessidade que a temperatura seja mantida entre 20 e 60 °C, uma vez que bactérias mesofílicas e termofílicas estão presentes no processo. Esse é um parâmetro necessário para que certas espécies de bactérias se proliferem no meio orgânico, portanto, temperaturas inferiores à 15°C podem reduzir ou até mesmo cessar a produção de biogás.

A temperatura na região de Telêmaco Borba – PR entre os meses de finalização e teste do biodigestor se manteve entre 5 e 26 °C, ou seja, foi necessária atenção redobrada em relação à essa variável.

2.1.3.5 Pressão

A pressão é um parâmetro dos gases do qual depende exclusivamente da colisão entre suas partículas e as paredes do recipiente em que está contido, portanto, quanto maior for o volume conseqüentemente maior será a sua pressão. Para quantificar a pressão exercida sobre o biodigestor, foi utilizado um equipamento denominado manômetro.

2.2 CONSTRUÇÃO

Em sua maioria, os materiais utilizados na construção do biodigestor foram adquiridos através do apoio de patrocinadores, englobando os seguintes parceiros: C.S Vidal, Mamal materiais de construção, MadSilva materiais de construção e Santos materiais de construção, sendo estas empresas localizadas na cidade de Telêmaco Borba – PR. Apesar do projeto ter sido de baixo custo para a equipe, estimou-se um valor de construção de R\$577,11 para a construção sem apoio de patrocinadores.

Utilizando os materiais cedidos pelos patrocinadores construiu-se um equipamento com 3 perfurações, sendo elas responsáveis pelas funções de entrada de resíduos (abertura superior direita), saída de biogás (abertura superior esquerda) e saída de biofertilizante (abertura frontal). Na abertura superior direita adicionou-se uma tubulação que segue até o fundo do equipamento, além disso, adicionou-se uma tampa na parte superior do encanamento para evitar vazamento de gás.

Na abertura superior esquerda uma mangueira foi acoplada, fazendo uma interligação entre o biodigestor e os filtros 1 e 2. Além disso, na abertura frontal adicionou-se um encanamento que interliga o fundo do biodigestor e uma torneira que controla o fluxo de saída de biofertilizante. Os filtros 1 e 2 foram interligados com mangueiras flexíveis, após o filtro 2 desenvolveu-se um “T” interligando o filtro, a câmara de armazenamento de gás e a saída para utilização do mesmo.

Um dos principais materiais utilizados durante a construção foi o adesivo vedador de calha, material do qual foi utilizado para a vedação do equipamento, evitando assim o

vazamento do biogás e a entrada de oxigênio no interior do equipamento. Portanto, após a finalização da montagem, algumas partes do protótipo foram pintadas com spray preto, bem como adesivos dos patrocinadores foram colados no equipamento e os testes funcionais se iniciaram, afim de comprovar a eficiência do projeto.

2.3 TESTES FUNCIONAIS E ANÁLISE DE RESULTADOS

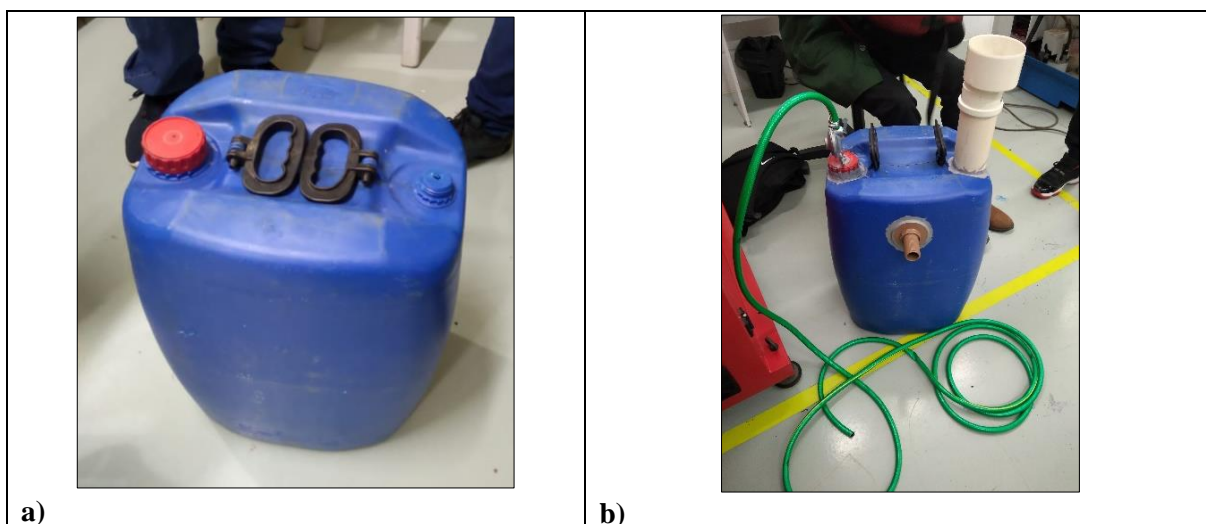
2.3.1 Teste com ar comprimido

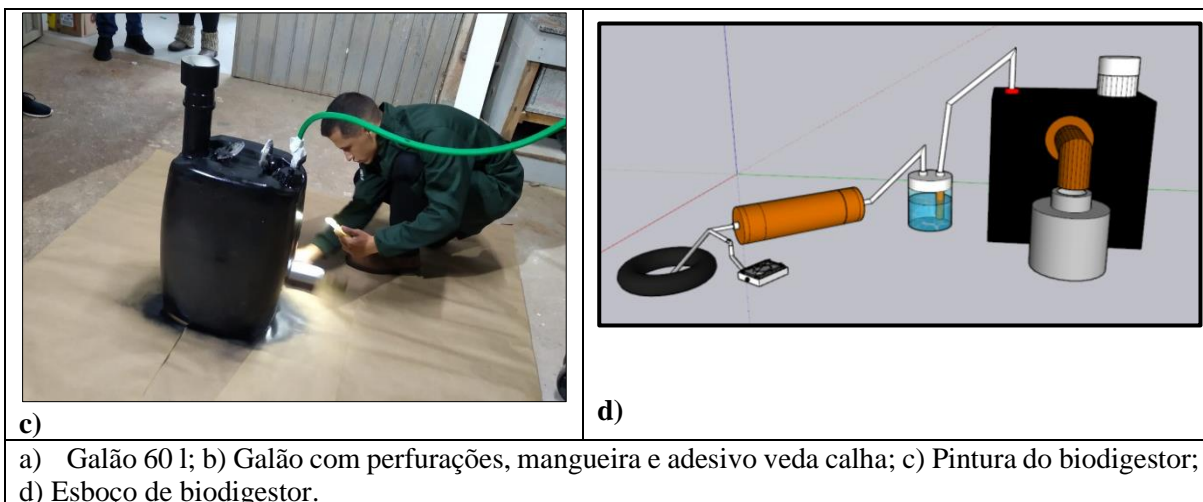
Durante o processo de testes funcionais, todos os objetos que compõe o biodigestor foram testados visando identificar possíveis pontos de vazamento de biogás. Desta forma, ar comprimido foi injetado no interior dos objetos, dos quais foram submersos em tanques de água, objetivando assinalar pontos de vazamento. Os pontos de vazamento identificados através desse teste se estabeleceram na região das interligações de entrada e saída de biogás, assim, os pontos foram vedados e testados novamente para garantir a efetividade do equipamento.

2.3.2 Teste de efetividade do biofertilizante

Como está especificado no tópico 2.1.1.2, testes em diferentes proporções do biofertilizante serão realizados a partir do quinto dia de retenção, sendo esse um processo desenvolvido entre os meses 07 e 08 de 2022. No Quadro 1 constam algumas etapas do processo de montagem do protótipo de biodigestor.

Quadro 1. Montagem do protótipo de biodigestor.





c)

d)

a) Galão 60 l; b) Galão com perfurações, mangueira e adesivo veda calha; c) Pintura do biodigestor; d) Esboço de biodigestor.

Fonte: adaptado pelos autores (2022).

CONCLUSÃO

Perante a conquista de melhoria econômica e produção de energia ambientalmente sustentável, a produção de biogás como combustível representa um potencial de desempenho efetivo, principalmente devido ao alto poder calorífico do gás produzido. Considerando a produção de biogás estimada neste estudo, é possível verificar a viabilidade energética da produção deste gás, dado o baixo custo de aquisição. Assim, isso valida a implementação potencial da proposta, com base nos requisitos econômicos e sustentáveis do processo anaeróbio abordado.

De acordo com a montagem do protótipo, referente ao desenvolvimento de um biodigestor em pequena escala, obteve-se um resultado satisfatório, entregando cerca de 3207,54 kcal/Nm³ de energia térmica. Dessa forma, concluiu-se que a técnica utilizada neste trabalho reduziu o custo de instalação de biodigestores em propriedades comuns, uma vez que foram utilizados materiais simples visando o acesso à todos.

Por fim, demonstra-se que o biodigestor desenvolvido e analisado é classificado como uma tecnologia sustentável, alcançando os parâmetros sociais e ambientais desejados e almejados desde o início do planejamento do mesmo. Portanto, o projeto possibilita autonomia energética, sendo uma proposta voltada a residências comuns para aqueles que almejam estabilidade energética, economia e cuidado ambiental.

REFERÊNCIAS

BARTOLOMEU, L. S. de.; PECCI, L. **Projeto de implantação de um biodigestor modelo fluxo tubular para a produção de biogás a partir de resíduos sólidos orgânicos do restaurante Universitário da UTFPR – Campus de Ponta Grossa.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Química. Ponta Grossa: UTFPR, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26603/1/projetointplantacaobiodigestortubular.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

EDUARDO, C. F. S. de.; KARLA, A. S. A. de. Acompanhamento do tempo de retenção hidráulico (TRH) na biodigestão de vinhaça e utilização de seu biofertilizante em sementes de feijão. Maceio: **Scientia Plena**, 2014. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1383>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

FOGAÇA, J. R. V. **Aço.** Brasil Escola. Disponível em: [https://brasilescola.uol.com.br/quimica/aco.htm#:~:text=O%20a%C3%A7o%20%C3%A9%20uma%20liga%20met%C3%A1lica%20composta%20por%20aproximadamente%2098,%20e%20P%20\(f%C3%B3sforo\)](https://brasilescola.uol.com.br/quimica/aco.htm#:~:text=O%20a%C3%A7o%20%C3%A9%20uma%20liga%20met%C3%A1lica%20composta%20por%20aproximadamente%2098,%20e%20P%20(f%C3%B3sforo).). Acesso em: 15 de maio de 2022.

MACIEL, C. Agência Brasil. **Lixões liberam 6 milhões de toneladas de gás de efeito estufa ao ano.** Cidade: Agência Brasil, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-06/lixoes-liberam-6-milhoes-de-toneladas-de-gas-de-efeito-estufa-ao-ano>. Acesso em: 05 maio 2022.

MARIA, C. C. A. do.; AUGUSTO, L. A. do.; LUCAS, J. J. de.; ANTÔNIO, A. N. do.; SOUZA, D. F. de.; RITA, M. F. M. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica.** Santa Maria: SciELO, 2004. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600035. Acesso em: 11 de maio de 2022.

PALERMO, M. M. SciELO. **Biodigestão anaeróbica: uma alternativa para usinas de laticínios.** Cidade: SciELO, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781991000100015>. Acesso em: 05 maio 2022.

PAULA, A. C. A. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

PIGOSSO, A.; KUNZ, A.; CESTONARO, A. A. do.; ROSANA, C. W.; CARLOS, E. B.; GOLDSCHMIDT, F. A.; BORTOLI, M.; LUIZ, M. B. S. da.; CELANT, M. P. de.; PAOLA, M. M.; LUIS, R. R. S.; SILVEIRA, R. N. da. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato.** Concórdia: Embrapa Suínos e aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108617/fundamentos-da-digestao-anaerobia-purificacao-do-biogas-uso-e-tratamento-do-digestato>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

VIEIRA, L. M. **Implantação de biodigestores de baixos custos como tecnologias sociais em propriedades da agricultura familiar na Amazônia.** Universidade Federal do Sul e Sudeste

do Pará. Marabá: Instituto de estudos em desenvolvimento agrário e regional, 2021. Disponível em:

<http://repositorio.unifesspa.edu.br/bitstream/123456789/1762/1/Implanta%C3%A7%C3%A3o%20de%20biodigestores%20de%20baixo%20custo%20como%20tecnologias%20sociais%20em%20propriedades%20da%20agricultura%20familiar%20na%20Amaz%C3%B4nia.pdf>.

Acesso em: 28 de maio de 2022.

VGR. Biodigestor: para que serve, tipos, vantagens, desvantagens. Cidade: VGR, 2021. Disponível em:

<https://www.vgresiduos.com.br/blog/biodigestor/#:~:text=As%20vantagens%20da%20biodigest%C3%A3o%20atrav%C3%A9s,variabilidade%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s.> . Acesso em: 05 maio 2022.



MODELO INTEGRA-E-DISPARA EXPONENCIAL COM ADAPTAÇÃO EM REDE NEURONAL HETEROGÊNEA ALEATÓRIA

Diogo Leonai Marques de Souza¹

Gabriel Luiz Batista²

Fátima Elis Cruziniani³

Evandro Giovane Seifert⁴

Enrique Chipicoski Gabrick⁵

José Trobia⁶

Kelly Cristiane Iarosz⁷

Antonio Marcos Batista⁸

Resumo: Neurônios são células estimuláveis do sistema nervoso, a resposta a estímulos elétricos ou químicos causa uma mudança em seu potencial interno, ou conhecido como potencial de ação. Esses potenciais são mudanças abruptas no potencial interno da membrana, devido aos canais e bombas iônicos na membrana. Os neurônios trabalham em conjunto, em uma forma de rede. A comunicação entre os neurônios é denominada sinapse. A sinapse é a responsável pelas diferentes atividades neuronais complexas presentes nos seres humanos e animais, tais como, habilidade motora, raciocínio, entre outras. Diferentes modelos matemáticos foram propostos para a descrição deste fenômeno ao longo do século XX. Alguns modelos são complexos, pois descrevem a dinâmica dos canais iônicos da membrana. E outros modelos mais simples, são capazes de descrever os fenômenos elétricos básicos que ocorrem no neurônio. Neste trabalho é estudado o modelo integra-dispara exponencial com adaptação em uma rede neuronal aleatória, composta por neurônios excitatórios e inibitórios. Analisamos a sincronização e dessincronização dos neurônios com a variação das condutâncias sinápticas excitatórias. Mostramos que a sincronização ocorre para diferentes valores da condutância sináptica relativa, porém para diferentes valores da condutância sináptica excitatória.

Palavras-chave: Neurônios, rede neuronal, equação diferencial, sincronização.

¹ Graduando do curso Bacharelado em Física, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. diogoleonaisouza@gmail.com

² Graduando do curso Bacharelado em Física, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. gabriellbatista03@gmail.com

³ Graduando do curso Bacharelado em Física, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. fatimaeliscruziniani@gmail.com

⁴ Mestrando em Ciências/Física, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. evandrogiovaneseifert@gmail.com

⁵ Doutorando em Ciências/Física, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. ecgabrick@gmail.com

⁶ Professor do departamento de Matemática e Estatística, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. jtobia@gmail.com

⁷ Coordenação da Área de Ciências exatas, Naturais e engenharias, pelo Centro universitário UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. kiarosz@gmail.com

⁸ Professor do departamento de Matemática e Estatística, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas. antoniomarcosbatista@gmail.com

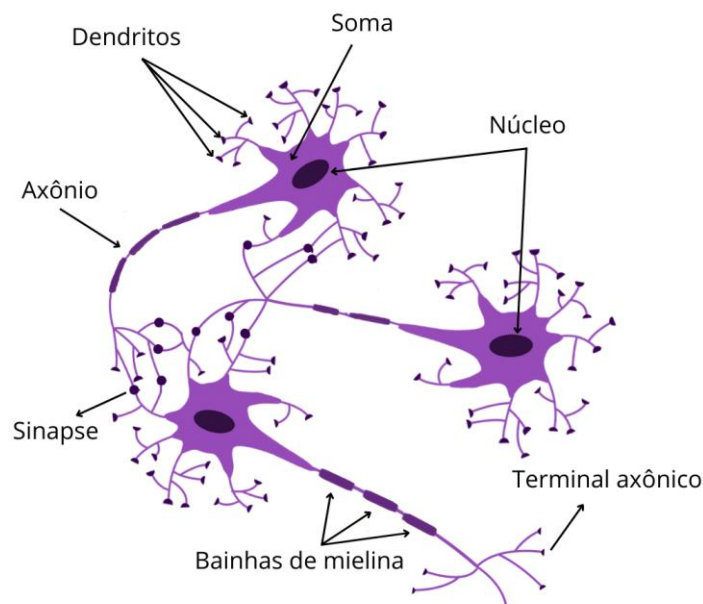
Abstract: Neurons are stimulatory cells of the nervous system, the response to electrical or chemical stimuli causes a change in their internal potential, known as an action potential. These potentials are sudden changes in the internal membrane potential, due to ion channels and pumps in the membrane. A neuron does not work by itself, they work together, as a network. The communication between neurons is called a synapse. The synapse is responsible for the different complex neuronal activities present in humans and animals, such as motor skills, logic, among others. Different mathematical models were proposed to describe this phenomenon throughout the 20th century. Some models are complex, due to the description of the dynamics of membrane's ion channels. And others models are simpler, they are capable of describing the basic electrical phenomena that occur in the neuron. In this work, the adaptative exponential fire-and-integrate model was studied in a random neuronal network, composed by excitatory and inhibitory neurons. The synchronization and desynchronization of neurons were verified with the variation of excitatory synaptic conductance. As well as the influence of relative synaptic conductance on the action potential. The synchronization occurs for different values of relative synaptic conductance, although for different values of excitatory synaptic conductance.

Keywords: Neurons, neural network, differential equation, synchronization.

1. INTRODUÇÃO

O cérebro é um sistema complexo, composto por bilhões de neurônios [1], que trabalham em conjunto formando uma rede. Cada neurônio é conectado com outros milhares de neurônios. Essas células nervosas são responsáveis pelo recebimento, integração e transmissão dos impulsos nervosos, que é o modo como o neurônio se comunica. Deste modo, funções cognitivas e motoras, tais como: processamento de informações, armazenamento de informação (memória), pensamentos, sentidos, locomoção e emoções são realizadas pelos neurônios [2]. As principais partes do neurônio são: corpo celular ou soma, dendritos e axônio, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Modelo básico de neurônio



Fonte: O autor.

Os dendritos são prolongamentos semelhantes a galhos de árvores, que recebem estímulos nervosos de outros neurônios. Estes estímulos são transmitidos para o corpo celular (soma). No soma encontra-se o núcleo, onde o ácido desoxirribonucléico (DNA) do neurônio está alojado. O soma é principalmente responsável pela integração das informações [1] que chegam até o neurônio. A partir do soma, surgem as extensões dos dendritos e do axônio. O axônio é uma extensão que transmite impulsos elétricos de um neurônio para outro. Nas extremidades do axônio, têm-se os terminais axônicos [2].

O neurônio é uma célula composta de lipídios e proteínas. A bicamada lipídica, forma uma camada fina de lipídios, que percorre toda a superfície da célula [2],[3]. A membrana é impermeável aos íons [1]. Sendo assim, a única forma de os íons transporem o meio lipídico é por meio de canais específicos, que são formados por proteínas que atravessam completamente a membrana. Os íons são átomos ou moléculas que apresentam uma carga elétrica [3]. Esses canais específicos podem ser canais de cátions [1], que são íons de carga positiva, como sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio (Ca^{2+}) e canais de ânions [1], que são íons de carga negativa [4], como o cloreto (Cl^-). Desta forma, as proteínas que desempenham um importante papel e constituem uma grande parte da membrana [3].

As proteínas de cada canal reagem de maneira distinta a substâncias diferentes. Isso resulta em uma passagem seletiva quanto ao tipo de íons que pode atravessar por um determinado canal. A passagem pode, ainda, se dar de modo contínuo ou em resposta a estímulos elétricos [2]. Os canais em que ocorrem a passagem dos íons de forma contínua são chamados de canais abertos, já os canais que precisam de um estímulo são chamados de canais controlados por comportas [1]. O estímulo pode ser uma alteração da voltagem, então são dependentes de voltagem. Alguns podem ser abertos por substâncias, como neurotransmissores, que são os dependentes de ligantes [5].

A movimentação dos íons de um lado para o outro da membrana é feita por uma força eletroquímica [1]. A concentração de íons entre o meio extracelular e intracelular são diferentes [3]. O lado externo da célula apresenta uma concentração maior de íons sódio e cloreto, dentro da célula a concentração maior é de íons de potássio. Essa diferença de concentração forma gradientes químicos [1], que fornecem a energia potencial que movimenta os íons do meio mais concentrado para o menos concentrado.

Devido à diferença de concentração de íons, quando os canais se abrem, os íons de Na^+ e Cl^- do lado externo da célula tendem a entrar, enquanto que os íons de K^+ do lado interno da célula tendem a sair. Entretanto, a abertura de canais pode ser específica, fazendo com que os canais de sódio não se abram, impedindo esses íons de entrar na célula, enquanto os canais de potássio se abrem, fazendo com que esses íons saiam. Logo, a movimentação de íons é desigual, levando a uma aglomeração de cátions na superfície externa da membrana.

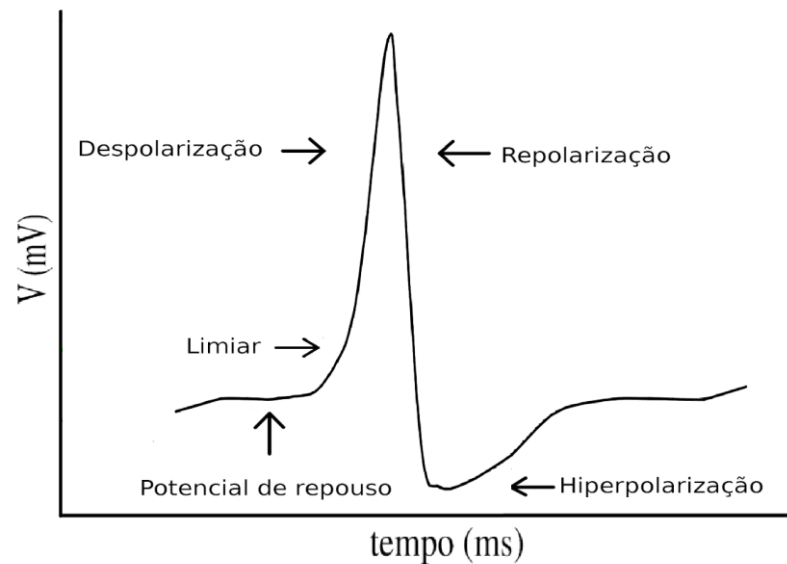
Isso, por sua vez, resulta no aparecimento de uma diferença de potencial elétrico através da membrana, gerando um gradiente elétrico [1]. O gradiente elétrico se opõe à saída de íons de potássio da célula, causada pela repulsão das cargas positivas acumuladas no lado externo da membrana. Assim, o fluxo de íons de potássio para fora da célula vai reduzindo até ocorrer o equilíbrio. Portanto, o potencial de equilíbrio. Então o potencial de equilíbrio de um íon é a diferença de potencial na qual as forças de difusão e as forças elétricas exercidas sobre o íon são iguais e opostas, e o movimento de íon através da membrana celular cessa [4].

A diferença na concentração de íons gera uma diferença de potencial entre o interior e o exterior da membrana, denominada potencial da membrana [4]. A alteração repentina no potencial elétrico da membrana gera um sinal elétrico, chamado de potencial de ação (PA). Para que ocorra uma mudança na diferença de potencial o neurônio precisa estar em uma condição de repouso, que é quando o neurônio não dispara. No repouso os canais estão fechados, a concentração de potássio no interior da célula é maior e o potencial é negativo [1]. O valor do potencial de repouso, que é quando ocorre um equilíbrio no potencial, e os valores desse potencial fica em torno de -70 milivolts (mV) [2]. Isso quer dizer que o potencial no interior é 70 mV menor do que o potencial no fluido extracelular [3]. O valor exato do potencial oscila em torno de -70 mV, pois a todo momento ocorrem pequenas perturbações formando um meio ruidoso.

Para que ocorra um disparo é necessário atingir um valor específico de potencial, esse nível de potencial é chamado de limiar (como mostra a Figura 3). Quando ocorre injeção de cargas positivas para dentro da célula (entrada de íons de sódio), ocorre uma despolarização, que é quando acontece uma redução de carga negativa dentro da membrana, por exemplo saindo de -70 mV para -60 mV. Caso aconteça injeção de cargas negativas por um certo tempo, ocorre a hiperpolarização, que é quando ocorre o acréscimo de íons negativos dentro da célula [2], o valor do potencial de membrana muda de -70 mV para -75 mV. A formação de um PA acontece quando o estímulo gera uma despolarização, atingindo o limiar, como mostra a Figura 2.

Ao atingir um limiar os canais dependentes de voltagem se abrem [4]. A célula torna-se mais permeável a íons de sódio a medida que o fluxo aumenta e mais canais se abrem. Como consequência, o fluxo de íons aumenta e gera o potencial de ação [5]. A despolarização ocorre quando o potencial de membrana se aproxima do potencial de equilíbrio dos íons de sódio, em torno de +60 mV [4]. No pico do disparo, o interior da membrana é positivo e o exterior é negativo, então os canais de sódio se fecham e o fluxo de íons é interrompido.

Figura 3. Etapas de um potencial de ação.



Fonte : Autor.

A propagação do potencial de ação inicia no axônio e vai até a suas ramificações (terminais axônicos). O contato entre dois neurônios é chamado de sinapse [1]. Existem dois tipos de sinapses, as químicas e as elétricas. As sinapses elétricas, são feitas através de junções comunicantes, essa conexão faz com que o sinal passe diretamente [2]. Quando as células estão juntas, elas estão acopladas, mas essa junção pode estar aberta ou fechada, controlando a passagem do sinal. Nessa situação quando a primeira célula entra em atividade, gerando um potencial, o sinal passa diretamente pela junção até a outra célula. Como não é utilizada nenhuma substância química entre as células, a transmissão é mais rápida e bidirecional.

Em uma sinapse química o espaço entre dois neurônios é conhecido como fenda sináptica [1]. A diferença entre a sinapse elétrica é que a transmissão é unidirecional. A primeira célula é chamada célula pré-sináptica, geralmente sendo os terminais axônicos [1], e a região da segunda célula é chamada de pós-sináptica, sendo os dendritos, que recebem o PA [6]. Para a informação chegar do outro lado da fenda sináptica é necessário converter a informação de forma elétrica em forma química. A conversão é por meio de uma liberação de substâncias, que ficam presentes no terminal pré-sináptico em vesículas. A substância é chamada de neurotransmissor [6] e que atravessa a fenda chegando na membrana pós-sináptica. A ordem de um sinal químico é a chegada do potencial de ação ao terminal pré-sináptico. Os canais dependentes de voltagem de Ca^{2+} se abrem e acontece um fluxo de Ca^{2+} para dentro do terminal neuronal. As vesículas com neurotransmissores se deslocam para o local de liberação na membrana, acontecendo a liberação de neurotransmissores na fenda. Os neurotransmissores que chegam do outro lado da fenda encontram receptores na

membrana pós-sináptica. Os neurotransmissores unem aos receptores e alteram a forma dos canais de íons. Isto ocasiona a abertura e o fluxo de íons, gerando uma despolarização ou uma hiperpolarização. A despolarização gera um potencial excitatório (PE) e uma hiperpolarização gera um potencial inibitório (PI) [6]. O PE acontece quando o neurotransmissor abre os canais de Na^+ ou Ca^{2+} , assim o fluxo de íons positivamente carregados aumenta, despolarizando a membrana. O valor do potencial aproxima-se do valor do limiar. Já o PI é quando acontece uma hiperpolarização, reduzindo as chances de um potencial de ação. O neurotransmissor abre canais de Cl^- , ocorrendo o influxo desses íons ou abertura de canais de K^+ . O fluxo é para fora da célula [6] e torna o potencial mais negativo, afastando do valor do limiar.

O neurônio recebe milhares de sinais e o número de neurotransmissores nas sinapses químicas são grandes. A soma desses sinais excitatórios e inibitórios faz com que o neurônio atinja o limiar ou não. Essa grande quantidade de estímulos gera um ambiente altamente ruidoso para o neurônio. Uma das características do potencial de ação é o chamado “tudo ou nada”. Se o valor do potencial não passar do limiar não ocorre disparo. Contudo, se o valor do potencial for acima do limiar, o disparo ocorre [3]. O limiar é necessário por causa da oscilação do potencial, assim o neurônio só dispara quando o estímulo recebido nos dendritos tem um valor significativo [5].

2. MODELOS MATEMÁTICOS

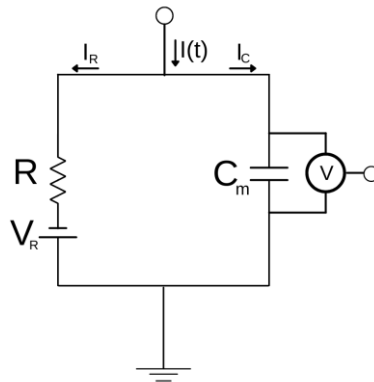
Há uma vasta gama de modelos matemáticos capazes de descrever o comportamento neuronal, que podem ser classificados pelo seu grau de detalhes na descrição do comportamento da membrana neuronal. O modelo de Hodgkin-Huxley [7] é um exemplo de modelo com grande riqueza de detalhes do comportamento da membrana, onde o processo dos canais iônicos é descrito no modelo por meio de diferentes parâmetros [8]. Enquanto modelos do tipo integra-e-dispara focam na simplicidade da descrição dos processos elétricos neuronais, deixando de lado a complexidade dos processos iônicos advindo dos canais iônicos da membrana [9]. Esses modelos se utilizam do fato que a forma do potencial de ação é, em geral, a mesma. A forma do potencial não transmite informação relevante, mas sim a presença ou, a ausência de disparos [10].

Modelos mais detalhados exigem um processamento computacional maior, de modo que se torna inviável para simulações de redes neuronais. Sendo preferível, modelos mais simplificados devido a baixa exigência computacional, sem perda significativa dos fenômenos elétricos básicos dos neurônios.

2.1 MODELO INTEGRA-E-DISPARA COM VAZAMENTO (IDV)

Em 1907, Louis Lapicque descreveu o comportamento da membrana neuronal a partir de um circuito com um capacitor (C) e uma resistência (R) em paralelo [11], os valores de R e C são equivalentes ao da membrana neuronal. Como o circuito não é capaz de produzir potenciais de ação sem ação externa, Lapicque definiu uma corrente despolarizante $I(t)$ no circuito e, na falta dessa corrente, o potencial V do circuito é o potencial de repouso V_R . Entretanto, durante a aplicação da corrente, V aumenta devido ao carregamento do capacitor. Quando V atinge um valor máximo, um potencial de ação é disparado e V retorna ao potencial de repouso. O circuito descreve a diferença de potencial entre os meios intra e extra celular ($V = V_{intra} - V_{extra}$) [12].

Figura 2 - Representação do circuito equivalente ao modelo integra-e-dispara com vazamento. A corrente injetada $I(t)$ se divide em I_R e I_C . O valor de saída é o valor do potencial limiar de disparos.



Fonte: O autor.

Pela lei da conservação da carga é possível escrever:

$$I(t) = I_R + I_C. \quad (2.1)$$

A carga no capacitor é $Q = C_m V$, calculando a derivada temporal de Q , é obtido a corrente no capacitor:

$$I_C = C_m \frac{dV}{dt}, \quad (2.2)$$

a diferença de potencial elétrico no segmento do resistor e da fonte é $V = U_R + V_R$. Pela lei de Ohm $U_R = R I_R$, isolando I_R :

$$I_R = \frac{(V - V_R)}{R}. \quad (2.3)$$

Substituindo a Equação (2.2) e (2.3) na Equação (2.1), obtemos:

$$C_m \frac{dV}{dt} = \frac{-V - V_R}{R} + I(t). \quad (2.4)$$

Podemos expressar a condutância de vazamento em termos da resistência, $g_l = 1/R$, reescrevendo a Equação (2.4):

$$C_m \frac{dV}{dt} = -g_l(V - V_R) + I(t), \quad (2.5)$$

a equação (2.5) junto da condição de reinício para quando o potencial atinge o valor limiar, $V \rightarrow V_R$, descrevem o modelo integra-e-dispara com vazamento (IDV).

É possível determinar a solução analítica da equação diferencial ordinária (2.5) utilizando o método do fator integrante, $\mu = \exp(\int a(t)dt)$. Primeiramente vamos reescrever a Equação (2.5), em seguida determinar o fator integrante:

$$\frac{dV}{dt} + \frac{g_l}{C_m} V = \frac{1}{C_m} (I(t) + g_l V_R), \quad (2.6)$$

o fator integrante:

$$\mu = \exp\left(\int \frac{g_l}{C_m} dt\right) = \exp\left(\frac{g_l}{C_m} t\right), \quad (2.7)$$

multiplicando a Equação (2.6) por μ , e rearranjando os termos:

$$\frac{d}{dt} \left[V \exp\left(\frac{g_l}{C_m} t\right) \right] = \frac{1}{C_m} \exp\left(\frac{g_l}{C_m} t\right) [I(t) + g_l V_R], \quad (2.8)$$

integrando a equação (2.8) em relação ao tempo, é obtido a seguinte solução:

$$V(t) = V_R + K \exp\left(\frac{-g_l}{C_m} t\right) + \frac{1}{C_m} \exp\left(\frac{-g_l}{C_m} t\right) \int I(t) \exp\left(\frac{g_l}{C_m} t\right) dt, \quad (2.9)$$

onde K é a constante de integração. A Equação (2.9) é a solução geral da Equação (2.5), para qualquer corrente despolarizante aplicada. Quando a corrente aplicada é constante, $I(t) = I$:

$$V(t) = V_R + K \exp\left(\frac{-g_l}{C_m} t\right) + \frac{I}{g_l}, \quad (2.10)$$

para $V_m(0) = V_R$, logo a constante de integração é $K = \frac{-I}{g_l}$, substituindo na Equação (2.10) temos a Equação (2.11), que descreve o comportamento elétrico da membrana neuronal quando aplicado uma corrente constante no neurônio:

$$V(t) = V_R + \frac{I}{g_l} \left[1 - \exp\left(\frac{-g_l}{C_m} t\right) \right]. \quad (2.11)$$

Com esse modelo, Lapique estudou o comportamento dos disparos em uma fibra nervosa, com o estímulo de uma corrente constante [12, 13]. Ele comparou os resultados do modelo com os dados obtidos a partir de um nervo ciático de um sapo, estimulado por pulsos de corrente [12]. Seus estudos foram de grande importância para o avanço do entendimento do comportamento neuronal, mas é importante realçar que Lapique não estava estudando modelos integra-e-dispara, pois na época pouco se sabia sobre o comportamento elétrico da membrana neuronal. Ele realizou a comparação dos dados obtidos experimentalmente com os da-

dos obtidos de um circuito RC [13], apenas mais tarde que modelos integra-e-dispara começaram a ser introduzidos por diferentes pesquisadores da época [11, 13].

2.2 MODELO INTEGRA-E-DISPORA EXPONENCIAL COM ADAPTAÇÃO

O modelo integra-e-dispara exponencial com adaptação (IDEA), proposto por Romain Brette e Wulfram Gerstner [14], é um aprimoramento do modelo IDV, devido a inclusão de um mecanismo de adaptação neuronal e de um termo exponencial para descrever o início do disparo [15]. O termo exponencial é capaz de descrever com maior detalhe o aumento do potencial quando atingido o valor limiar de disparo, enquanto a corrente de adaptação descreve a ativação das correntes iônicas de K^+ e a desativação das correntes Na^+ [16]. O modelo IDEA é composto por duas equações diferenciais não-lineares acopladas (2.12), uma descrevendo a evolução temporal do potencial (V) da membrana e a outra descreve o comportamento temporal da corrente de adaptação (w).

$$\begin{aligned} C_m \frac{dV}{dt} &= -g_l(V - V_R) + g_l \Delta_t \exp\left(\frac{V - V_L}{\Delta_t}\right) - w + I \\ \tau_w \frac{dw}{dt} &= a(V - V_R) - w \end{aligned} \quad (2.12)$$

onde C_m é a capacitância da membrana, g_l é a condutância de vazamento, V_R é o potencial de repouso da membrana, Δ_t é o fator de inclinação, V_L é o potencial limiar, I intensidade da corrente aplicada, τ_w é a constante temporal da corrente de adaptação, a é intensidade de adaptação sublimiar. Como no modelo IDV, quando o potencial da membrana atinge um valor máximo $V_{m\acute{a}x}$, uma condição de reinício é imposta nas variáveis:

$$\begin{aligned} V &\rightarrow V_{reinício} \\ w &\rightarrow w + b \end{aligned} \quad (2.13)$$

onde $V_{reinício}$ é o potencial de reinício da membrana e b é um acréscimo na corrente de adaptação. Este modelo é capaz de reproduzir diferentes padrões de disparos presentes no córtex [14].

O termo $-g_l(V - V_R)$ descreve a repolarização da membrana, ele conduz o potencial até ao potencial de equilíbrio, esse termo pode ser associado as bombas iônicas sódio-potássio presente na membrana. O início mais realístico dos disparos ocorre devido ao termo $-g_l \Delta_t \exp\left(\frac{V - V_L}{\Delta_t}\right)$, quando V ultrapassa o valor limiar de disparo este termo cresce rapidamente, conseguindo descrever com grande precisão o comportamento inicial da membrana quando disparos ocorrem. Este termo é uma aproximação da rápida ativação dos canais de sódio da membrana [8, 17]. A corrente de adaptação w , representa a dinâmica de ativação e desativação de diferentes canais iônicos mais lentos [8, 16, 18], desse modo realizando uma mudança de excitabilidade na membrana [18]. Os parâmetros a e b presentes nas Equações

2.12 e 2.13 são mecanismos de adaptações, a é proporcional a sensibilidade dos canais a uma mudança do potencial da membrana, enquanto b é uma adaptação engatilhada quando um potencial é disparado [8].

Quando nenhuma corrente é aplicada, $I = 0$, o neurônio permanece em seu potencial de repouso V_R . Para o neurônio apresentar disparos é necessário aplicar uma corrente mínima, para que o potencial ultrapasse o limiar, esta corrente mínima é denominada corrente reobase [10, 18]. No modelo IDEA a corrente reobase I_{reob} depende de diferentes parâmetros do neurônio, sendo descrita pela Equação 2.14 quando $\frac{a}{g_l} > \frac{\tau_m}{\tau_w}$:

$$I_{AH} = (g_l + a) \left[V_L - V_R - \Delta_t + \Delta_t \ln \left(1 + \frac{\tau_m}{\tau_w} \right) \right] + \Delta_t g_l \left(\frac{a}{g_l} - \frac{\tau_m}{\tau_w} \right), \quad (2.14)$$

onde $\tau_m = \frac{C}{g_l}$. Para $\frac{a}{g_l} < \frac{\tau_m}{\tau_w}$ [19]:

$$I_S N = (g_l + a) [V_L - V_R - \Delta_t + \Delta_t \ln(1 + a/g_l)]. \quad (2.15)$$

Com a variação dos parâmetros de reinício, $V_{reinício}$ e b , é possível encontrar diferentes padrões de atividades neuronais. Os valores fixos utilizados nas simulações do modelo são apresentados na tabela 1. Δ_t

Tabela 1 - Parâmetros fixos utilizados nas simulações do modelo IDEA.

C_m	g_l	V_R	Δ_{inc}	V_L	I	τ_w	a	$V_{máx}$
200,0pF	12,0nS	-70,0mV	2,0mV	-50,0mV	$2I_{reob}$	300,0ms	2,0nS	-40,0mV

Fonte: Adaptado de: Firing patterns in the adaptive exponential integrate-and-fire model. [19]

A Tabela 2, mostra possíveis valores de $V_{reinício}$ e b , para gerar cinco padrões de disparos diferentes: disparos com adaptação, disparos tônicos, rajada de disparos inicial, rajadas de disparos regulares e irregulares.

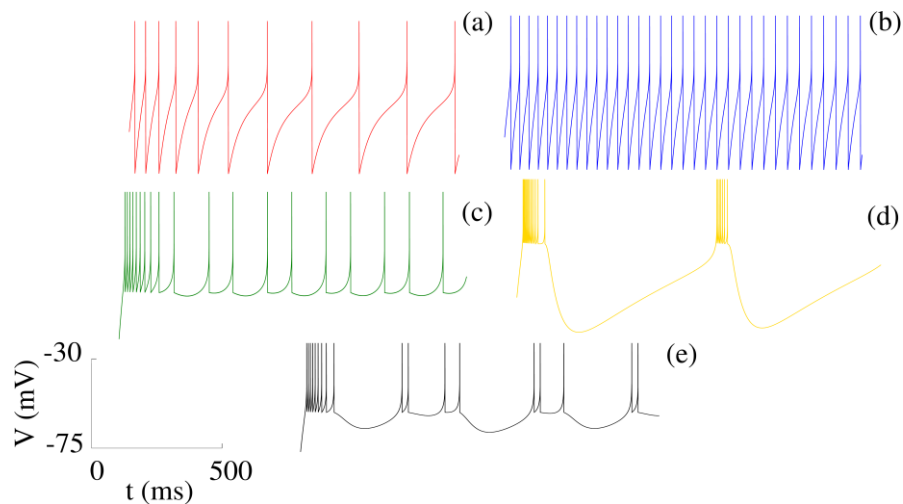
Tabela 2 - Valores do potencial de reinício e do acréscimo na corrente de adaptação para a reprodução de diferentes padrões de disparos, como mostra a figura 3.

Padrão de disparos	$V_{reinício}(mV)$	$b(pA)$	Figura	Cor
Disparos com adaptação	-68,0	60,0	4 (a)	Vermelho
Disparos tônicos	-65,0	5,0	4 (b)	Azul
Rajada de disparos inicial	-48,8	35,0	4 (c)	Verde
Rajadas de disparos regulares	-45,0	40,0	4 (d)	Amarelo
Rajadas de disparos irregulares	-47,4	41,2	4 (e)	Preto

Fonte: Adaptado de: Synchronised firing patterns in a random network of adaptive exponential integrate-and-fire neuron model [20].

A Figura 3 apresenta diferentes padrões de disparos que o modelo IDEA é capaz de reproduzir, sendo: (a) disparos com adaptação, a frequência de disparos é maior logo em seguida quando uma corrente é injetada no neurônio, mas a cada disparo essa frequência diminui até ficar constante. (b) disparos tônicos, o formato dos disparos é muito semelhante aos disparos com adaptação, mas nos disparos tônicos a frequência de disparos é constante ao longo do tempo. (c) Rajada de disparos inicial, a frequência de disparos quando uma corrente é inserida no neurônio é muito alta compara a sua fase estacionária. (d) Rajada de disparos regulares, o intervalo entre os disparos é alternado regularmente enquanto a rajada de disparo irregular (e) não.

Figura 3 - Diferentes padrões de disparos do modelo IDEA. Evolução temporal do potencial de diferentes padrões de disparos: (a) disparos com adaptação. (b) disparos tônicos. (c) rajada de disparos inicial. (d) Rajada de disparos regulares. (e) Rajada de disparos irregulares. A escala do potencial e do tempo é mostrado no canto inferior direito.



Fonte: O autor.

3 . REDE NEURONAL COM MODELO IDEA

3.1 REDE NEURAL

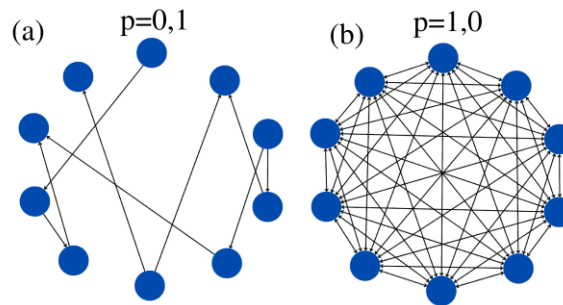
Rede neural é um conjunto de vários neurônios capazes de se comunicarem entre si devido ao acoplamento entre eles. Podemos definir dois tipos de redes: global ou aleatória. Neste trabalho a probabilidade de conexão entre neurônios é dada pela Equação 3.1.

$$p = \frac{N_T}{N(N-1)}, \quad (3.1)$$

onde N_T é o número total de conexões na rede, $N(N - 1)$ é o número máximo de conexões em uma rede com N elementos [21]. Quando $p = 0$ não há conexão entre nenhum neurônio da rede. Neste trabalho foi utilizado uma probabilidade de conexão maior que zero, cada

neurônio possui minimamente uma conexão e não há efeitos de autosinapse (o neurônio se conectar a si mesmo). A Figura 5 ilustra os dois tipos de redes neuronais, Figura 5 (a) rede aleatória, a conexão entre os neurônios é distribuída de modo aleatório ($p = 0,1$). Figura 5 (b) rede global, todos os neurônios estão conectados um com o outro ($p = 1,0$).

Figura 4 - Representação da probabilidade de conexão em uma rede de 10 elementos. (a) probabilidade de conexão igual a $p = 0,1$. (b) probabilidade de conexão igual a $1,0$.



Fonte: O autor.

Em uma rede composta de apenas neurônios excitatórios haverá apenas sinapses excitatórias vindo do neurônio pré-sináptico. Caso a rede seja heterogênea (presença de neurônios excitatórios e inibitórios na rede), o tipo de sinapse depende do tipo do neurônio pré-sináptico. Nas simulações realizadas, a sinapse depende estritamente do tipo do neurônio pré-sináptico, a rede era composta de 80% neurônios excitatórios e 20% inibitórios [20].

A atividade elétrica do neurônio i , de uma rede onde apenas sinapses químicas acontecem, pode ser descrita por três equações diferenciais, descrevendo o potencial elétrico (V_i), a corrente de adaptação (w_i) e a condutância sináptica (g_i):

$$\begin{aligned} C_m \frac{dV_i}{dt} &= -g_l(V_i - V_R) + g_l \Delta_t \exp\left(\frac{V_i - V_L}{\Delta_t}\right) - w_i + I + \sum_{j=0, j \neq i}^N (V_{rev}^j - V_i) M_{ij} g_j \\ \tau_w \frac{dw_i}{dt} &= a(V_i - V_R) - w_i \\ \tau_g \frac{dg_i}{dt} &= -g_i \end{aligned} \quad , \quad (3.2)$$

sendo g_l a condutância de vazamento, V_R o potencial de repouso, Δ_t o fator de inclinação, V_L é o potencial limiar de disparo, I a corrente aplicada no neurônio, V_{rev}^j é o potencial reverso da sinapse química do neurônio pré-sináptico j , M_{ij} é a matriz de conexões dos neurônios (para

neurônios aclopados $M_{ij} = 1$, quando os neurônios estão desaclopados $M_{ij} = 0$), g_j é a condutância sináptica do neurônio j e τ_g é a constante temporal da condutância sináptica. As Equações 3.2 são em suma o modelo IDEA (Equação 2.12), com adição do termo somatório, responsável pelas interações sinápticas químicas entre os neurônios e a inclusão da terceira equação diferencial, referente a condutância sináptica.

Em uma rede neuronal, é somado a contribuição das correntes sinápticas dos neurônios pré-sinápticos conectados com o neurônio i , representado pelo termo $\sum_{j=0, j \neq i}^N (V_{rev}^j - V_i) M_{ij} g_j$. O potencial reverso representa o potencial de equilíbrio dos canais iônicos, seu nome é devido a transição do fluxo de corrente quando o potencial (V_i) atinge esse valor [22]. O valor do potencial reverso depende do tipo do neurônio pré-sináptico, $V_{rev}^j = V_{rev}^{inib} = -80,0mV$ para sinapses inibitórias e $V_{rev}^j = V_{rev}^{exc} = 0mV$ para sinapses excitatórias [18]. Os valores diferentes entre os potenciais reversos determina um fluxo positivo (sinapse excitatória) ou fluxo negativo (sinapse inibitória). Em uma rede neuronal temos que adicionar uma condição de reinício para a condutância sináptica g_i , fora as condições de reinício de V_i e w_i .

$$\begin{aligned} V_i &\rightarrow V_{reinício} \\ w_i &\rightarrow w_i + b, \\ g_i &\rightarrow g_i + g_s \end{aligned} \quad (3.3)$$

onde g_s corresponde ao acréscimo na condutância sináptica, podendo assumir diferentes valores, $g_s = g_{exc}$ ou $g_s = g_{inib}$, depende se o neurônio é excitatório ou inibitório. Neste trabalho, o acréscimo da condutância sináptica inibitória foi descrita pela condutância sináptica relativa g , sendo descrita como $g = \frac{g_{inib}}{g_{exc}}$.

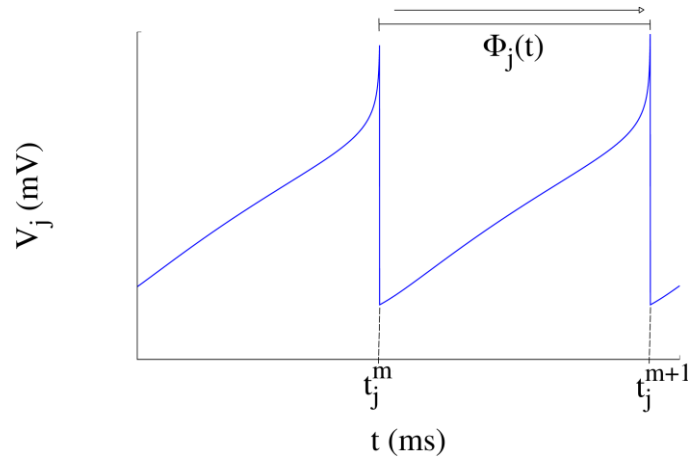
3.2 PARÂMETRO DE KURAMOTO

O parâmetro de Kuramoto [23], é uma ferramenta matemática muito útil para estimar a dinâmica de sincronização de uma rede. Para fazer uso do parâmetro de Kuramoto, é definido a fase de cada neurônio j ao longo do tempo, $\Phi_j(t)$, descrito com o instante de cada disparo:

$$\Phi_j(t) = 2\pi m + 2\pi \frac{t - t_j^m}{t_j^{m+1} - t_j^m}, \quad (3.4)$$

onde t_j^m representa o tempo do m -ésimo disparo do neurônio j , com t pertencente ao intervalo $t_j^{m+1} < t < t_j^m$. Para cada intervalo entre os disparos, é definido a fase do neurônio em função do instante de tempo do disparo. No modelo, o disparo do potencial de ação ocorre quando o potencial da membrana é maior que um certo potencial máximo ($V_j > V_{máx}$). A Figura 6 representa a fase entre os instantes de tempo dos disparos.

Figura 5 - Representação da fase $V_j > V_{máx}$ entre os instantes de tempo t_j^{m+1} e t_j^m .



Fonte: O autor.

Com a fase de cada neurônio é possível calcular o parâmetro de Kuramoto, $Z(t)$, pela Equação 3.5:

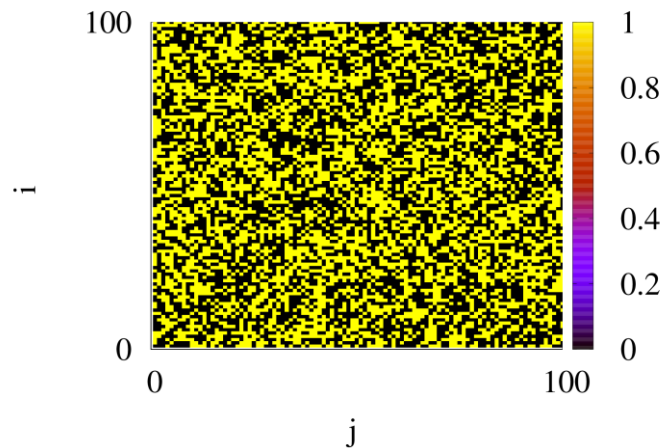
$$Z(t) = \left| \frac{1}{N} \sum_j^N \exp(i\Phi_j(t)) \right|, \quad (3.5)$$

onde N é o número de neurônios na rede. Para $Z(t) < 0,5$ o sistema está dessincronizado, $Z(t) > 0,5$ parcialmente sincronizado e $Z(t) \approx 1,0$ o sistema está completamente sincronizado.

4. REDE ALEATÓRIA

Para as simulações da rede, foi utilizado os parâmetros apresentados na Tabela 1. A Figura 6 apresenta a matriz de conexão dos neurônios da nossa rede, M_{ij} . A diagonal secundária da matriz é nula, pois é desconsiderado o fenômeno de auto-sinapse.

Figura 6 – Matriz de conexão dos neurônios. Pixeis amarelo, neurônios i e j conectados. Pixeis pretos, neurônios i e j desconectados.

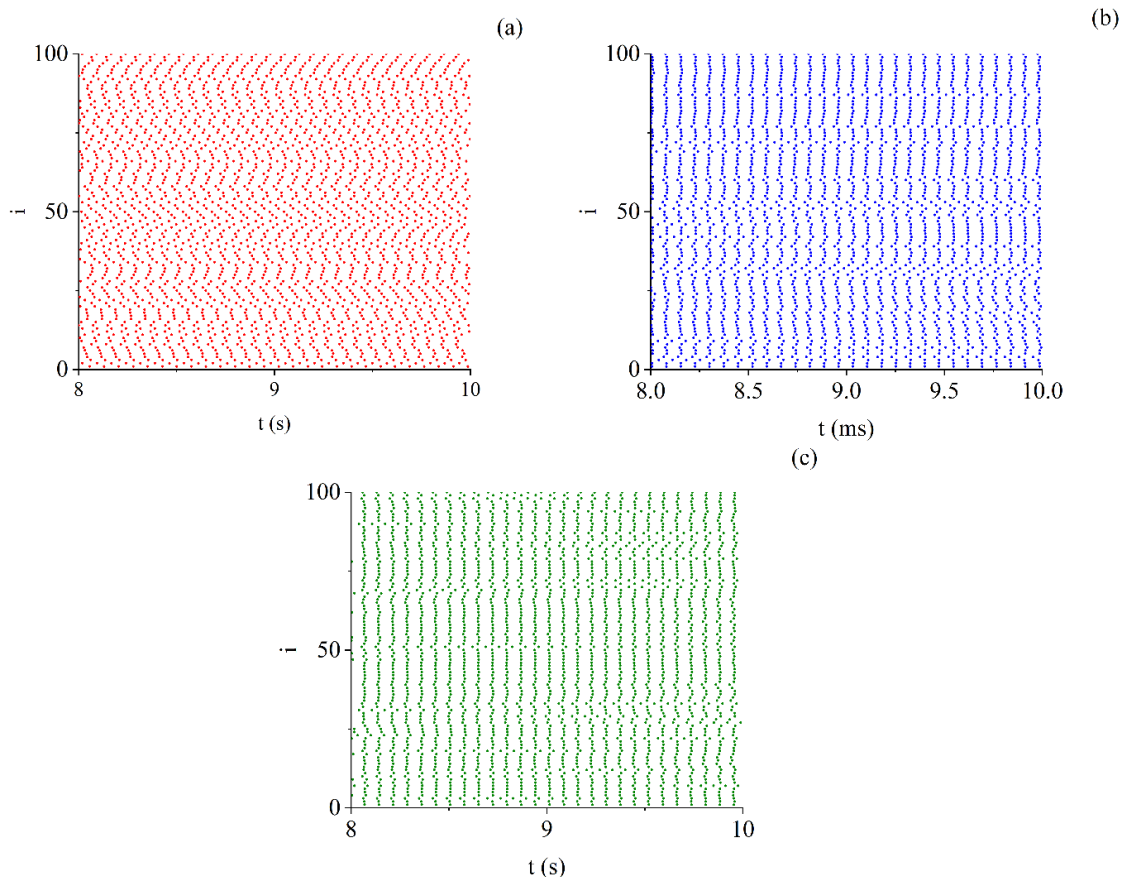


Fonte: O autor.

As condições iniciais do potencial e da corrente de adaptação, foram distribuídas aleatoriamente nos respectivos intervalos, $[-58,0; -48,0]mV$ e $[0; 20]pA$. A condutância sináptica inicial considerada foi zero para todos os neurônios da rede.

A Figura 7 apresenta o comportamento dos disparos da rede, para diferentes valores de g_{exc} , foi utilizado $g = 2,0$. As Figuras 7 (a), (b) e (c), são denominados rasterplots. Cada ponto representa um disparo do neurônio i , a partir deles é possível verificar qualitativamente a sincronização dos disparos da rede. (a) os disparos dos neurônios não apresenta nenhuma atividade de sincronização. (b) os disparos estão sincronizados, é possível visualizar uma linha vertical, formada pelos disparos. (c) os disparos estão levemente mais sincronizados que o caso (b).

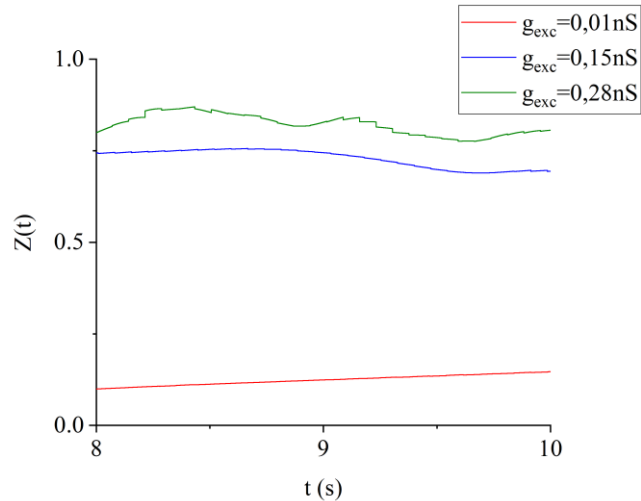
Figura 7 – Rasterplot para diferentes valores de g_{exc} . (a) $g_{exc} = 0,01nS$, disparos dessincronizados. (b) $g_{exc} = 0,15nS$, disparos sincronizados. (c) $g_{exc} = 0,28nS$, disparos sincronizados.



Fonte: O autor.

O parâmetro de Kuramoto referente a figura 7, é apresentado na Figura 8. A rede apresenta comportamento de sincronização com o aumento de g_{exc} .

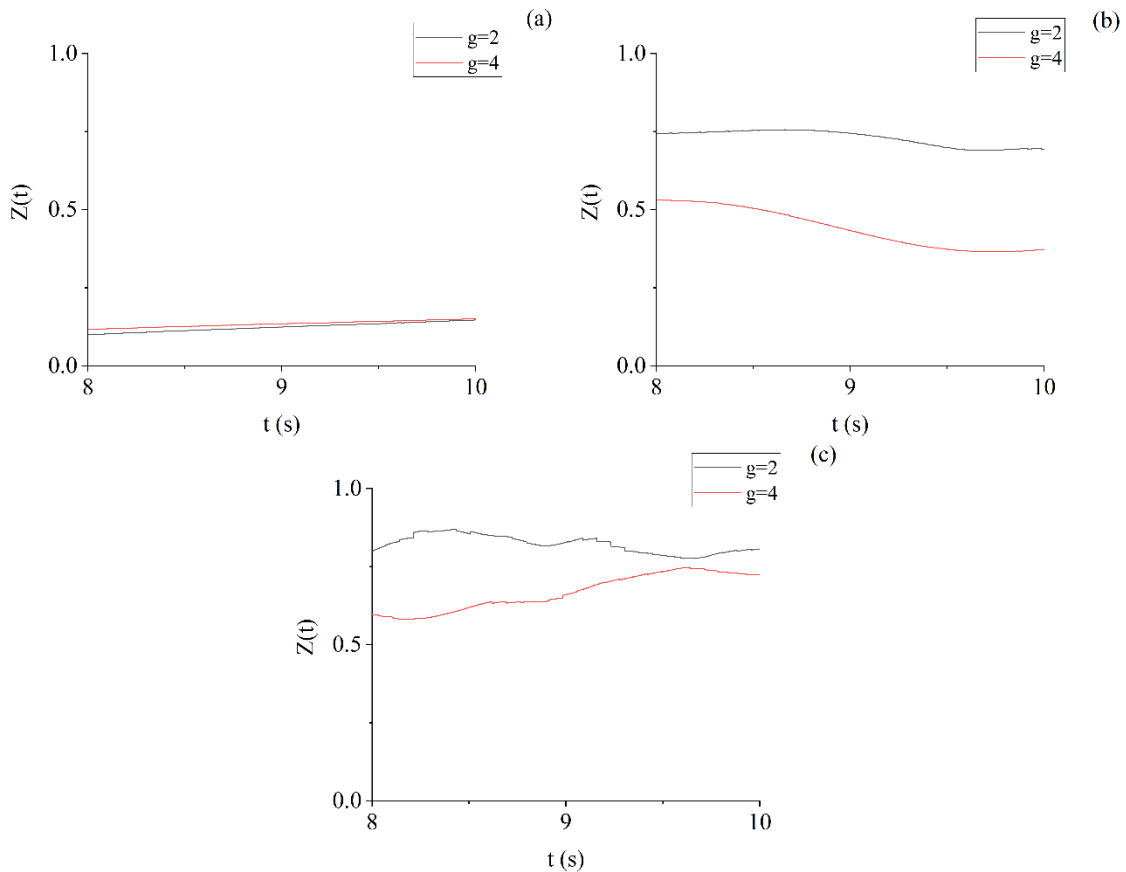
Figura 8- Parâmetro de Kuramoto para diferentes valores de g_{exc} , com $g = 2$. Os parâmetros de Kuramoto são referentes aos rasterplots da figura 7.



Fonte: O autor.

Mudando o valor de g , o comportamento da sincronização se altera, figura 9.

Figura 9- Comparação do parâmetro de Kuramoto para dois valores distintos de g . (a) $g_{exc} = 0,01nS$. (b) $g_{exc} = 0,15nS$. (c) $g_{exc} = 0,28nS$.



Fonte: O autor.

Com o aumento da condutância inibitória, os disparos dessincronizam. A Figura 9, mostra a comparação entre o parâmetro de Kuramoto para $g = 2$ e $g = 4$. (a) ambas redes apresentam disparos dessincronizados, neste caso, o parâmetro de Kuramoto para os dois

valores de g são muito similares. (b) a rede com $g = 2$ apresenta comportamento sincronizado (Figura 7 (a), mostra o comportamento do rasterplot), enquanto $g = 4$ dessincronizado. (c) para $g = 2$, os disparos estão sincronizados. Enquanto $g = 4$, os disparos estão parcialmente sincronizados.

CONCLUSÃO

As atividades neuronais vêm sendo estudadas desde o século passado, e modelos são propostos para conseguir reproduzir tais atividades. Um maior entendimento desses fenômenos é devido aos estudos de Hodgkin-Huxley e de Lapique. Durante seus estudos, Lapique, não tinha conhecimento do funcionamento dos canais iônicos e bombas iônicas dependentes da voltagem, presentes na membrana. Mas conseguindo modelar o comportamento básico dos potenciais de ação emitidos por uma fibra nervosa de sapo.

O potencial de ação é a informação transmitida ao longo do neurônio. Também conhecido como, “tudo-ou-nada”, pois caso o estímulo não seja suficientemente forte, nada acontece no neurônio. O potencial de ação é uma mudança muito rápida na polaridade da membrana neuronal, no geral, os potenciais de ação possuem todas as mesmas formas. Portanto, o formato não carrega informação relevante, mas a presença ou ausência de disparos, como também a frequência dos disparos.

O modelo IDEA utilizado neste trabalho, é uma evolução direta do modelo IDV. Com a adição do termo exponencial, responsável por descrever a abertura rápida de alguns canais da membrana, deixando o início dos disparos mais realísticos. E também, adicionando um termo de adaptação, que descreve os canais que sofrem um certo atraso para fecharem. O modelo IDV consegue descrever de maneira simples os potenciais de ação, ele não considera diferentes fatores biológicos presentes no neurônio. Mas ele carrega com ele, uma maneira simples e prática de representar o comportamento neuronal a partir de um circuito RC. Diferentes padrões de disparos não são possíveis de reproduzir utilizando o modelo IDV, mas vimos que o modelo IDEA conseguir reproduzir diferentes padrões, com a variação de suas condições de reinício. Como o modelo IDEA precisa de poucos parâmetros e duas equações diferenciais para ser descrito, ele é muito utilizado para simulações de redes neuronais. Sendo necessário adicionar um termo responsável pelas sinapses na rede.

As sinapses são as grandes responsáveis pelas diferentes atividades cognitivas que apresentamos. Podendo ser químicas ou elétricas. Em nosso trabalho, foi estudado as sincronizações da rede quando há sinapses excitatórias e inibitórias em uma rede neuronal. Para as simulações foi utilizado o modelo IDEA, com a adição do termo das sinapses

proveniente das conexões do neurônio. As sinapses elétricas não foram consideradas, pois elas representam uma porcentagem muito pequena em nosso sistema nervoso.

O modelo IDEA é capaz de simular o comportamento de uma rede neuronal heterogênea, mostramos que a condutância sináptica excitatória, atua como um termo de acoplamento dos neurônios. Intensificando seu valor, os neurônios tendem a disparar juntos, de modo sincronizado. Enquanto a condutância sináptica inibitória, fazia o contrário. Com o aumento da condutância inibitória a rede começava a apresentar uma certa resistência a sincronização, onde é necessário um acoplamento intenso para começar a apresentar comportamento sincronizado.

REFERÊNCIAS

- [1] LENT, R. **Cem bilhões de neurônios?:** Conceitos fundamentais de neurociência. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu.
- [2] BERNE, R. M.; LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M. **Berne & levy physiology.** 6. ed. New York, NY: Elsevier Brasil, 2009.
- [3] GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Medical Physiology.** 11. ed. Filadélfia, Pensilvânia: Eleventh, 2006.
- [4] SIEGEL, A.; SAPRU, H. N. **Essential neuroscience.** 3. ed. Filadélfia, Pensilvânia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015.
- [5] HUDSPETH, A. J. et al. **Principles of neural science.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, Health Professions Division, 2013.
- [6] LUNDY-EKMAN, L. **Neurociência:** Fundamentos para a reabilitação. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2004.
- [7] HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.; KATZ, B. Measurement of current-voltage relations in the membrane of the giant axon of loligo. *The Journal of Physiology*, v. 116, n. 4, p. 424-448,1952.
- [8] RIGATOS, G. **Advanced models of neural networks: Nonlinear dynamics and stochasticity in biological neurons.** 1. ed. New York: Springer, 2013.
- [9] SHIMURA, R. O. et al. Modelos de redes de neurônios para o neocórtex e fenômenos emergentes observados. *Revista Brasileira de Ensino de Física online*, v. 43, n. Suppl 1, 2021.
- [10] GERSTNER, W. et al. **Neuronal Dynamics: From Single Neurons to Networks and models of Cognition.** 1. ed. New York: Cambridge, 2014.
- [11] ABBOTT, L. Llapicque’s introduction of the integrate-and-fire model neuron (1907). *Brain Research Bulletin*, v. 50, p. 303-304, 1999.
- [12] BRUNEL, N.; ROSSUM, M. V. Quantitative investigations of electrical nerve excitation treated as polarization. *Biol Cybern.*, v. 97, p. 341-349, 2007.
- [13] BRUNEL, N.; ROSSUM, M. V. Llapicque’s 1907 paper: from frogs to integrate-and-fire. *Biol Cybern.*, v. 97, p. 337-339, 2007.
- [14] BRETTE, R.; GERSTNER, W. Adaptive exponential integrate-and-fire model as an effective description of neuronal activity. *J. Neurophysiol*, v. 94, p. 3637-3642, 2005.
- [15] LADENBAUER, J. et al. Adaptation controls synchrony and cluster states of coupled threshold-model neurons. *Phys. Rev. E*, v. 88, p. 042713, 2013.
- [16] IZHIKEVICH, E. M. Simple model of spiking neurons. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v. 14, p. 1569-1572, 2003.
- [17] BRETTE, R. What is the most realistic single-compartment model of spike

initiation?

Plos computational Biology, v. 11, p. e1004114, 2015.

[18] PROTACHEVICZ, P. R. *Padrões de disparos em redes neuronais*. Tese (Doutorado)

—

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2020.

[19] NAUD, R. et al. Firing patterns in the adaptive exponential integrate-and-fire model.

Biol. Cybern., v. 99, p. 335-347 2008.

[20] BORGES, F. et al. Synchronised firing patterns in a random network of adaptive exponential integrate-and-fire neuron model. *Elsevier*, v. 90, p. 1-7 2017.

[21] FERRARI, F. et al. Phase synchronization of coupled bursting neurons and the generalized kuramoto model. *Elsevier*, v. 66, p; 107-118 2015.

[22] BURKITT, A. A review of the integrate-and-fire neuron model: I. homogeneous synaptic

input. *Biol Cybern*, v. 95, p. 1-19 2006.

[23] KURAMOTO, A. *Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence*. Berlin: SpringerVerlag, 1984.



PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM TOTEM PARA CARREGAMENTO DE APARELHOS ELETRÔNICOS

Gisele Alves da Silva¹
Guilherme Souza Oliveira²
Henrique Rodrigues da Silva³
Vinícius Depetriz⁴
Harrisson Andreatta de Moraes⁵
Rodrigo Lima⁶

Resumo: Atualmente os assuntos mais discutidos pela sociedade, são os avanços tecnológicos e utilização das energias renováveis no cotidiano da população. Analisando esses aspectos foi desenvolvido este artigo, onde relatou-se o uso da energia renovável em favor da tecnologia, no qual foi desenvolvido um Totem de carregamento de Aparelhos Eletrônicos, que com a utilização de uma placa fotovoltaica, é possível converter a energia solar em elétrica e armazena-la em uma bateria, sendo posteriormente utilizada pela sociedade em lugares de fácil acesso, para carregarem seus aparelhos.

Palavras-chave: Energia; Energias Renováveis; Energia Solar; Elétrica.

Abstract: Currently, the most discussed issues by society are technological advances and the use of renewable energy in the daily life of the population. Analyzing these aspects, this article was developed, where the use of renewable energy in favor of technology was reported, in which an Electronic Devices charging Totem was developed, which with the use of a photovoltaic plate, it is possible to convert solar energy into electricity and stores it in a battery, which is later used by society in easily accessible places to charge their devices.

Keywords: Energy; Renewable energy; Solar energy; Electricity.

1. INTRODUÇÃO

1Acadêmica do curso de Engenharia Química da UNIFATEB – e-mail: <giselealves3010@gmail.com>.

2Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIFATEB – e-mail: <souzaguilherme3661@gmail.com>.

3Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIFATEB – e-mail: <henrique.tec@yahoo.com>.

4Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIFATEB – e-mail: <vinidepetriz2021@gmail.com>.

5Professor dos cursos de Engenharias da UNIFATEB – e-mail: <harrisson.moraes@fatebtb.edu.br>.

6Professor dos cursos de Engenharias da UNIFATEB – e-mail: <ictcc@fatebtb.edu.br>.

Ao longo da história da humanidade, o uso da energia tem sido cada vez mais presente e essencial na vida de todos, atualmente estamos vivenciando um amplo debate sobre sustentabilidade ambiental, onde manifesta-se a convicção que os recursos da Terra podem ser utilizados de forma correta para evitar-se o seu esgotamento, partindo desse princípio sabemos que a energia renovável é um dos assuntos mais discutidos pela sociedade.

Segundo GOLDEMBERG (2015), a busca pela sustentabilidade na matriz energética, na maioria das vezes estão focadas em energias renováveis, tais como, energia eólica, solar térmica, eletricidade solar com células fotovoltaicas e energia de biomassa, a energia renovável é obtida através dos recursos naturais, ou seja, recursos esses que não precisam da intervenção humana para existir e obtém um ciclo contínuo de renovação.

Além disso, segundo INPE (2017), é de suma importância inovar e desenvolver tecnologias, de maneira que se utilize e converta-se os recursos energéticos naturais disponíveis, afim de que haja desenvolvimento e, conseqüentemente, redução em impactos socioambientais.

É de conhecimento geral que a tecnologia é outro assunto que está no cotidiano da sociedade, e a mesma pode ser aplicada de diversas formas e em vários setores, pode-se afirmar também que nos últimos anos se tornou algo indispensável.

Analisando esses dois aspectos foi desenvolvido algo que através da utilização da energia solar, pudesse também conectar a tecnologia, portanto, foi realizado um projeto para disponibilizar a sociedade um meio de não ficarem desconectados por falta de bateria nos seus aparelhos eletrônicos, tendo em vista que isso é um grande problema para várias pessoas, e a finalidade é utilizar um totem de carregamento, para oferecer comodidade e facilidade para os usuários em momentos de imprevistos.

O objetivo do projeto é gerar energia utilizando uma placa solar e armazenando-a em uma bateria, a princípio o propósito é instalar os totens em lugares acessíveis a população.

Neste artigo serão apresentados o enquadramento do projeto, a definição de sistema de geração de energia solar, a conversão dessa energia em elétrica, a armazenagem em baterias e a conversão para os carregadores de aparelhos eletrônicos, apresentaremos também os objetivos, os fundamentos teóricos, os materiais utilizados, bem como os resultados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Energia renovável é aquela que vem de recursos naturais, sem prejudicar o meio ambiente, também são chamadas de energia alternativa, pelo fato de poder ser utilizada no presente e no futuro. Tais fontes são inesgotáveis, ou seja, conseguem se renovar. Também, são consideradas limpas por emitir menos gases de efeito estufa.

Segundo PACHECO (2006):

As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta e se configuram como um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não-convencionais, ou seja, aquelas não baseadas nos combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas. Atualmente, tem-se procurado mais apropriadamente usar as denominações Energias Renováveis e Novas Energias, para delimitar o conceito naquelas com ciclos de renovação natural, que, em última análise, se originam da energia solar como fonte primária. Incluindo-se nesta categoria a energia eólica, de biomassa e a solar, estas são formas de energia que se regeneram de uma forma cíclica em uma escala de tempo reduzida.

De acordo com CEMIG (2012) o Brasil possui grande potencial de geração de energia e tem certa vantagem em relação aos outros países no que se refere a geração de energias renováveis, no entanto quando se trata da implementação das tecnologias dessas fontes encontramos diversas dificuldades. Essas dificuldades geralmente são as mesmas em todas as novas tecnologias de implantação dessas fontes, pois as mesmas estão em desenvolvimento no nosso país.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2020), o Brasil, conta atualmente com 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis, a participação é liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida de eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%).

2.2. ENERGIA FOTOVOLTAICA - SOLAR

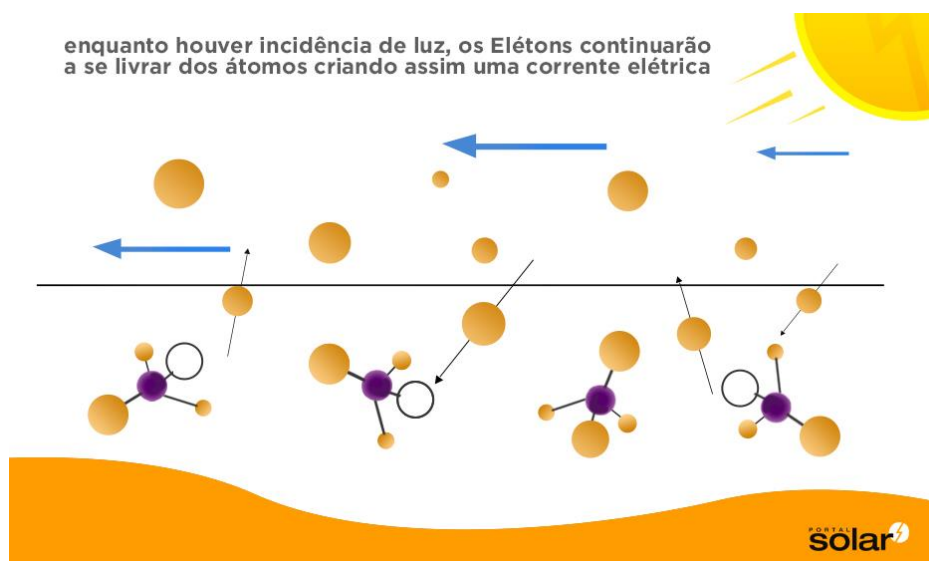
Energia fotovoltaica é aquela captada por meio de placas solares construídas com silício ou outro material semicondutor, conectadas umas às outras, instaladas geralmente em telhados. Essa luz solar recebida pelas placas solares percorre um caminho até o microinversor

solar, que é o responsável direto por converter essa corrente em energia elétrica comum. (SOLARITIMA, 2020).

Segundo OLIVEIRA (2007) o sistema fotovoltaico é classificado em três categorias distintas, sendo o sistema híbridos, conectados à rede e isolado. Geralmente os sistemas híbridos são empregados para os sistemas de médio a grande porte vindo a atender um número maior de usuários, enquanto os sistemas interligados à rede utiliza um grande número de painéis fotovoltaicas e não utiliza armazenagem de energia. Já o sistema utilizado no projeto é o sistema isolado que utiliza alguma forma de armazenagem na sua geração de energia, tal armazenamento pode ser feito através de baterias, quando a armazenagem utiliza-se baterias é necessário que o sistema disponha de baterias e controlador de carga.

De acordo com PORTAL SOLAR (2022), a placa solar funciona quando os fótons atingem as células fotovoltaicas, fazendo com que alguns dos elétrons que circundam os átomos se desprendam e migrem para a parte da célula de silício que está com ausência de elétrons, criando uma corrente elétrica, chamada de energia solar fotovoltaica.

Figura 1. Efeito fotovoltaico

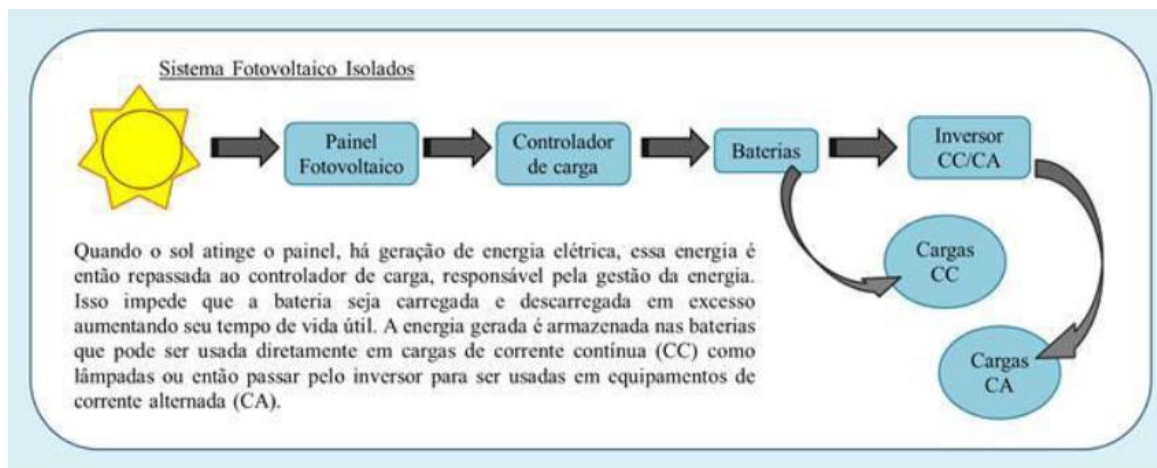


Fonte: Portal solar (2022).

Segundo MACHADO e MIRANDA (2015), o sistema fotovoltaico pode ser conectados a dois tipos de sistemas, são eles, rede de energias elétricas e sistemas isolados que funcionam de forma independentes.

Na Figura 2 é possível verificar o funcionamento do sistema utilizado no protótipo, e como funciona o processo de armazenagem da energia convertida na bateria, que é o sistema isolado.

Figura 2. Sistema fotovoltaico isolado



Fonte: Revista Virtual de Química (2015).

De acordo com FADIGAS (2015), a determinação da energia gerada pelo painel solar no sistema fotovoltaico isolado, pode ser representado pela Equação 1:

$$Eg = \frac{Con}{N_b \cdot N_i \cdot N_f} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

Eg: energia gerada pelo painel (kWh);

Con: consumo diário de energia (kWh);

N_i: eficiência do inversor;

N_f: perdas na fiação;

N_b: rendimento da bateria;

3. PRÁTICA LABORATORIAL

Para desenvolver o protótipo para testes e análises, foi utilizados os seguintes materiais e ferramentas, conforme descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Materiais e ferramentas utilizados para desenvolver o protótipo

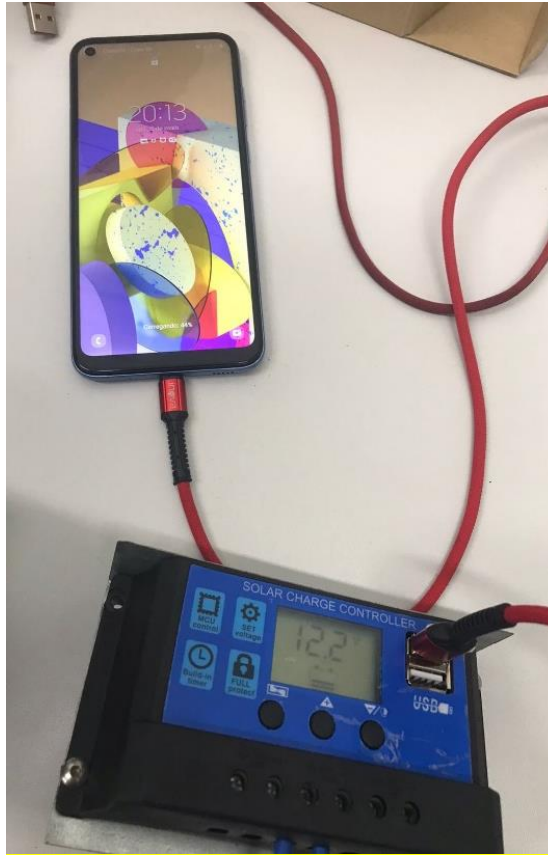
Material		Quantidade (Unitário)
1	Chapa de madeira 50 cm x 50 cm	5
2	Haste de alumínio 5 mm c/ 1,5 m altura	1
3	Parafusos 6 mm	14
4	Parafusos 10 mm c/ porca	4
5	Suporte de antena	1
6	Placa solar 35 cm x 25 cm	1
7	Controlador de carga	1
8	Bateria 12 Ah	1
9	Fio 5 mm - 1 m	1
10	Fio 2 mm - 50 cm	1
11	Tinta Spray Preta e Azul	1
12	Bieleta Suspensão	1
Ferramentas Utilizadas		
1	Máquina de solda	
2	Esmerilhadeira – Lixadeira	
3	Furadeira	
4	Serra Fita	
5	Serra Tico Tico	
6	Chaves de boca, chave philips, fenda, martelo e esquadro	

Fonte: Os autores (2022)

3.1. TESTES PRELIMINARES

O primeiro passo para dar início no desenvolvimento do protótipo, foi realizar o teste de funcionamento do controlador, conforme indicado no manual. Para isso foi ligado o mesmo na bateria, com o controlador já em funcionamento, em seguida conectou-se o celular ao controlador via cabo USB, verificando assim que o carregamento ocorreu normalmente, conforme Figura 3.

Figura 3. Teste do controlador.



Fonte: Autores (2022)

O teste da placa, foi realizado ligando a mesma na luz do laboratório e com o auxílio do multímetro mediu-se a voltagem gerada pela placa, sendo possível analisar assim que quanto mais luz era colocada sobre a placa mais energia ela gerava. Com todos os testes preliminares realizados, foi dado início a elaboração do protótipo.

3.2. MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Para realizar a montagem do protótipo, foi dado início separando os materiais e organizando as etapas da montagem. Em seguida iniciou-se a montagem da base utilizando a chapa de madeira já perfurada nos locais adequados para a fixação da haste, onde posteriormente foi fixado o controlador e placa.

No momento de soldar a bieleta para fixar a placa, com o objetivo que a mesma tivesse uma movimentação de 180° para ambos os lados, a peça acabou sendo danificada devido a alta temperatura, tendo em vista que a parte interna era composta de plástico, graxa e rolamentos a

mesma não teve como ser utilizada, sendo substituída pelo suporte de antena, conforme Figura 4.

Figura 4. Fixação da placa com suporte de antena.



Fonte: Autores (2022)

Após o desenvolvimento estrutural estar em estágio final de montagem, analisou-se que seria viável que a bateria, por ser pesada, deveria ficar na parte inferior do protótipo, onde foi usado as outras chapas de madeira para fazer a caixa para armazenar a bateria e apoiar os aparelhos eletrônicos que serão carregados, conforme a Figura 5.

Figura 5. Caixa para armazenar a bateria.



Fonte: Autores (2022)

Para finalizar a parte elétrica, foi conectado o fio de 5mm no controlador de carga e em seguida na bateria. (Obs.: O fio que vai da placa para o controlador já veio juntamente com a placa).

Na Figura 6 consta o totem finalizado tendo a visão frontal.

Figura 6. Totem finalizado (frente).



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 6 consta o totem finalizado tendo a visão lateral.

Figura 7. Totem finalizado (lado).



Fonte: Autores (2022)

3.3. TESTES SUBSEQUENTES A MONTAGEM

Com o protótipo finalizado, foram realizados os testes apontados no Quadro 2.

Quadro 2. Testes subsequentes realizados no protótipo.

Variável	Bateria	Celular	Placa
Tempo de Exposição	X	X	10 segundos
Tempo para carregar	5 horas	1 h e 30 min	X
Duração da Carga	2 a 5 dias	X	X

Fonte: Autores (2022).

Segundo dados contidos no Quadro 2, com os testes realizados em laboratório, a placa precisa de 10 (dez) segundos de exposição ao sol e/ou a luz para começar a gerar energia. Por vez a bateria necessita de 5 (cinco) horas para estar com carga completa, tendo em vista se a mesma estiver com a carga zerada, e o tempo de duração da carga da mesma pode varia

conforme a utilização de 2 a 5 dias, mas como a mesma vai estar conectada a placa, sempre vai estar em constante carregamento, exceto em dias nublados.

O tempo de carregamento dos aparelhos de celular, foi analisado que vai variar para cada modelo, pode-se explicar isso devido ao controlador servir como base para carregamento, pois, cada aparelho quando carregado a energia elétrica convencional utiliza o carregador recomendado pelo fabricante, facilitando a rapidez.

4. CRONOGRAMA

Na Figura 8 consta o cronograma de atividades, desde o planejamento até a finalização do projeto de construção do protótipo de tótem para carregamento de aparelhos eletrônicos.

Figura 8. Cronograma de execução das atividades do projeto.

PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM TOTEM PARA CARREGAMENTO DE APARELHOS ELETRÔNICOS												
CRONOGRAMA BÁSICO DE PROJETO INTEGRADOR 2022												
ETAPAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Planejamento e gastos			x	x								
Seleção e compra dos Materiais necessários			x	x	x							
Construção e montagem do Protótipo			x	x	x	x	x	x	x			
Elaboração e desenvolvimento do artigo científico	X	X	x	x	x	x	x	x	x			
Elaboração dos slides referente ao Projeto			x	x	x	X	X	X				
Testes e finalização					x	x	x	x	x	x	x	
Preparação para apresentação no Epic			x	x	x	x	x	x	x	x		

Fonte: Autores (2022).

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no projeto, conclui-se que:

Transformar a luz do sol em energia útil pode ser prático e eficaz. Além do objetivo com o projeto de carregar aparelhos eletrônicos utilizando energia renovável, o desenvolvimento do projeto possibilitou também descobrir outras maneiras de utilizá-las no dia-dia, outro fator veemente do projeto é a sua viabilidade, com um baixo investimento e grande parte de seu inventário sendo reutilizado de materiais recicláveis, obtendo ainda mais vantagem.

Tendo em vista os dias de hoje, uma família com 4 pessoas gasta em média R\$250,00 por mês com energia fornecida das concessionárias, sendo nosso investimento na placa de mesmo valor, e ainda gerando energia vitalícia dependendo apenas do sol, abrindo assim um leque de ideias e inovações na qual ele pode ser implantado em nossas casas, ambiente de trabalho, lugares públicos etc. Olhando o clima de forma geral em nosso país e região (sul), colabora muito para o correto funcionamento da placa.

Concluindo alguns testes junto a prototipagem foram obtidos resultados empolgantes, com todos os componentes exercendo suas funções em todo sistema, pendente apenas alguns testes de eficiência para uma conclusão do trabalho ainda mais técnica.

REFERÊNCIAS

BARROS, Reive. **Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira.** GOV.BR, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FADIGAS, Eliane. A. F. A. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica.** GEPEA, 2015. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2022.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. **Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão.** Revista virtual de química. Disponível em: <<https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>>>. Acesso em: 16 ago. 2022.

NASCIMENTO, Raphael; ALVES, Geziele. **Fontes Alternativas e Renováveis de Energia no Brasil: Métodos e Benefícios Ambientais.** Educação e Ciência para a Cidadania Global. Disponível em: <<http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf>>. Acesso em 06 mai. 2022.

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis: breves conceitos.** Economia em Destaque. Disponível em: <<https://pet-quimica.webnode.com/_files/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2022

PORTAL SOLAR. **Energia fotovoltaica.** Disponível em: <<<https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

PORTAL SOLAR. **Totem Solar Carregador.** Disponível em: <<<https://www.neosolar.com.br/loja/totemsolar-carregador-neosolar.html>>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

SOLARITMA. Disponível em: <<[https://solaritima.com.br/.](https://solaritima.com.br/)>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

PROPOSTA DO USO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA INTERPRETAÇÃO DE GRANDEZAS

Gabriel Luiz Batista¹
Leandro Machado Brizola²
Fátima Elis Cruziniani³
Evandro Seifert⁴
Enrique Gabrick⁵
José Trobia⁶
Antonio Marcos Batista⁷
Kelly Cristiane Iarosz⁸

Resumo: As diretrizes curriculares nacionais mostram caminhos para que a formação em nível superior seja uniforme e contemple todos os itens necessários para formar profissionais completos. A abordagem em uma disciplina é de extrema importância, neste trabalho mostra-se uma proposta para estudo de grandezas utilizando um software do tipo *Computer Aided Design*.

Palavras-chave: AutoCad; Desenho Universal; Normas.

Abstract: The national curriculum guidelines show ways to ensure that higher education training is uniform and includes all the necessary items to form complete professionals. The approach in a discipline is extremely important, this work shows a proposal for the study of magnitudes using a software such as Computer Aided Design.

Keywords: AutoCad; Universal ; Standards.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduando em Engenharia Elétrica, Universidade do Norte do Paraná, campus Ponta Grossa. Graduação em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas – Ponta Grossa. gabriellbatista03@gmail.com

²Tutor do curso de Engenharia Elétrica, Universidade do Norte do Paraná, campus Ponta Grossa. eng.leandrobrizola@gmail.com

³Graduação em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas – Ponta Grossa. fatimaeliscruziniani@gmail.com

⁴Mestrando em Ciências/Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Ponta Grossa. evandrogiovaneseifert@gmail.com

⁵Doutorando em Ciências/Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Ponta Grossa. ecgrabrick@gmail.com

⁶Professor do Departamento de Matemática e Estatística, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas – Ponta Grossa. jtrobja@gmail.com

⁷Professor do Departamento de Matemática e Estatística, Universidade Estadual de Ponta Grossa, campus Uvaranas – Ponta Grossa. antoniomarcosbatista@gmail.com

⁸Coordenação da Área de Ciências Exatas, Naturais e Engenharias, Centro Universitário UNIFATEB, campus Telêmaco Borba. kiarosz@gmail.com

Um dos norteadores dos cursos de graduação brasileiros é conhecido como “Diretrizes Curriculares Nacionais”. As DCNs como são conhecidas, são normas obrigatórias para a Educação Básica que orientam o planejamento curricular do sistemas de ensino. Todos os cursos do ensino superior são calçados pelas DCNs e no portal do Ministério da Educação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1997) é possível encontrar todos os documentos de orientações gerais, bem como de orientações específicas¹.

Para os cursos de engenharias, uma das disciplinas que atrela grandezas e projeções tem grande possibilidade de ser um norteador para aumentar o interesse dos acadêmicos por ciências e tecnologias, bem como induz ao estudo das grandezas trabalhadas em outras disciplinas.

As laudas que seguem tem cunho educacional e desejam apresentar uma alternativa para que docentes ministrarem suas aulas relacionadas ao sistema internacional de medidas vinculando algumas bases de “Desenho Universal” e despertando o gosto por plantas desde o início do curso escolhido.

As grandezas comprimento, tempo, massa, temperatura, pressão e corrente elétrica são abordados logo no início dos cursos de graduação, quando trata-se dos cursos de Ciências Exatas, Naturais e Engenharias. As principais bibliografias utilizadas no Ensino Superior trazem os seus primeiros capítulos ou em forma de tabelas complementares a abordagem sobre tais assuntos. Em consequência, surgem as unidades que acompanham tais grandezas. No sistema internacional de unidades (S.I.) o comprimento é dado em “metros”, representado pelo símbolo “m”. O tempo é dado em “segundos” e é representando por “s” e a massa é dada em quilogramas, representada por “kg” (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2009), (NUSSENZVEIG, 2013).

Uma forma de fixar as grandezas é encontrá-las em sistemas reais e tentar traduzir a realidade para situações simuladas. Neste trabalho, trabalhamos uma possibilidade de aplicação das grandezas auxiliados por um software do tipo CAD (*Computer Aided Design*).

No item desenvolvimento abordaremos como o trabalho foi estruturado, os dados coletados e nossa percepção com a aplicação. Na sequencia traremos conclusões em relação ao trabalho executado.

2. DESENVOLVIMENTO

¹ A lista de orientações é ampla. Uma coleção de mais de 100 documentos disponíveis, entre pareceres e resoluções. Orientações gerais DCNs - http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12986
Orientações específicas DCNs - <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>

Em geral os conteúdos são trabalhados em sala de aula com possibilidade de diferentes metodologias. Neste trabalho propõem-se a experimentação com instrumentos de medidas e na sequência a proposta de transcrição espacial com uso de software de expressão gráfica computacional (AutoCAD®, 2022). A abordagem começa com uma questão simples, em instituições de ensino superior e repartições públicas ou privadas, é muito comum que estruturas prediais sofram transformações ao longo do tempo.

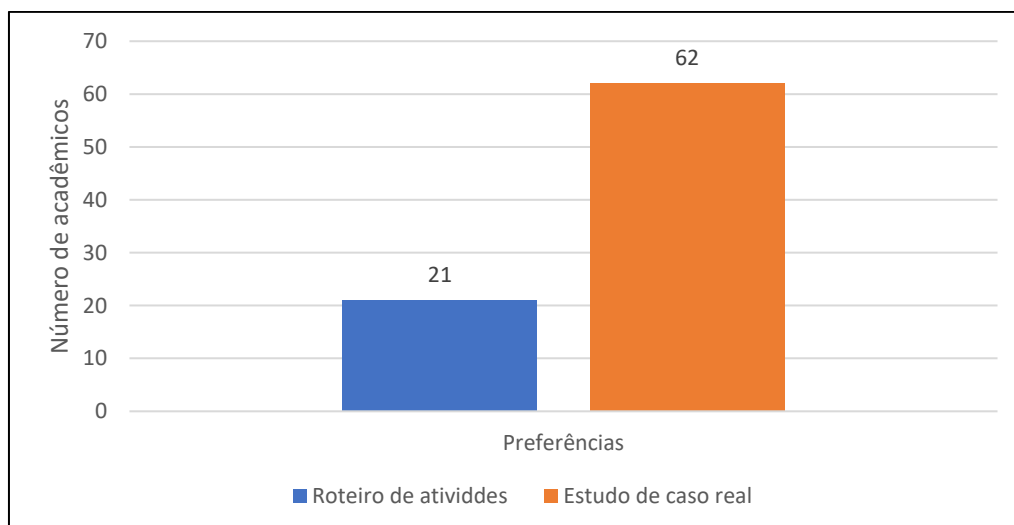
O primeiro passo deste trabalho foi aplicar três questionários para uma turma de 83 estudantes (presentes) de graduação de cursos de Engenharias (Civil, Mecânica, Produção e Química). Os acadêmicos votaram, em tempo real (em sala), via mentimeter (<https://www.mentimeter.com/>) (NUNES, de PAULA, SILVA de PAULA, 2021). O primeiro questionário abordou as preferências dos(as) acadêmicos(as) para o tipo de atividade. As questões aplicadas foram:

Você prefere:

- (a) Fazer uma atividade com algumas ferramentas e/ou softwares de expressão gráfica computadorizada com problemas baseados em roteiros.
- (b) Fazer uma atividade com algumas ferramentas e/ou softwares de expressão gráfica computadorizada com problemas baseados em caso real.

Com os dados coletados foi possível a plotagem de uma figura gráfica (**Gráfico 1**) que nos permite interpretar a preferência dos acadêmicos em relação a aprendizagem utilizando um estudo de caso real. Neste caso, 75% da amostragem gostaria de aprender sobre unidades de medida e como usá-las por meio de um estudo de caso real.

Gráfico 1 – Estatística de preferência



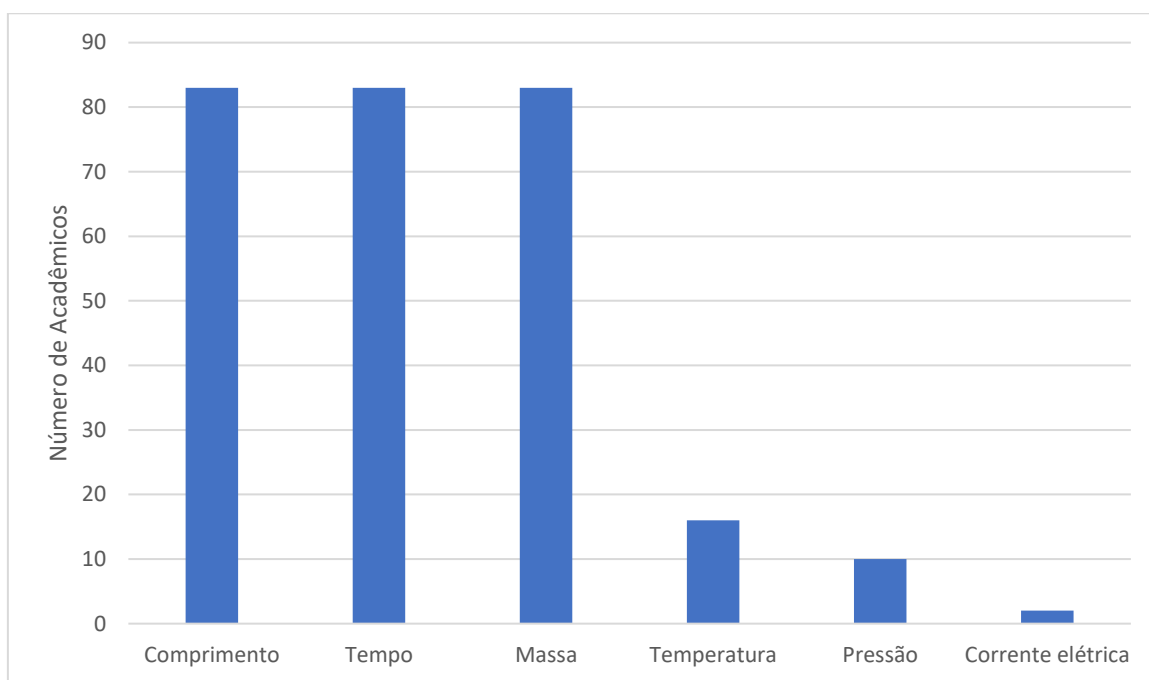
Fonte: os autores.

O segundo questionário foi relacionado as grandezas, com o seguinte questionamento:
Assinale as grandezas você conhece:

comprimento tempo massa temperatura pressão corrente elétrica

O **Gráfico 2** nos mostra os resultados para o questionamento. É interessante ressaltar que os acadêmicos entrevistados são de primeiros semestres, logo tiveram contato inicial com teorias de física mecânica, um dos possíveis fatores para o conhecimento em relação as grandezas comprimento, tempo e massa, enquanto as demais não tem votação expressiva.

Gráfico 2 – Estatística de conhecimento das grandezas.



Fonte: os autores.

O terceiro questionário, mas não mesmo importante, faz uma abordagem aos conhecimentos em relação ao software do tipo CAD.

A questão é a seguinte:

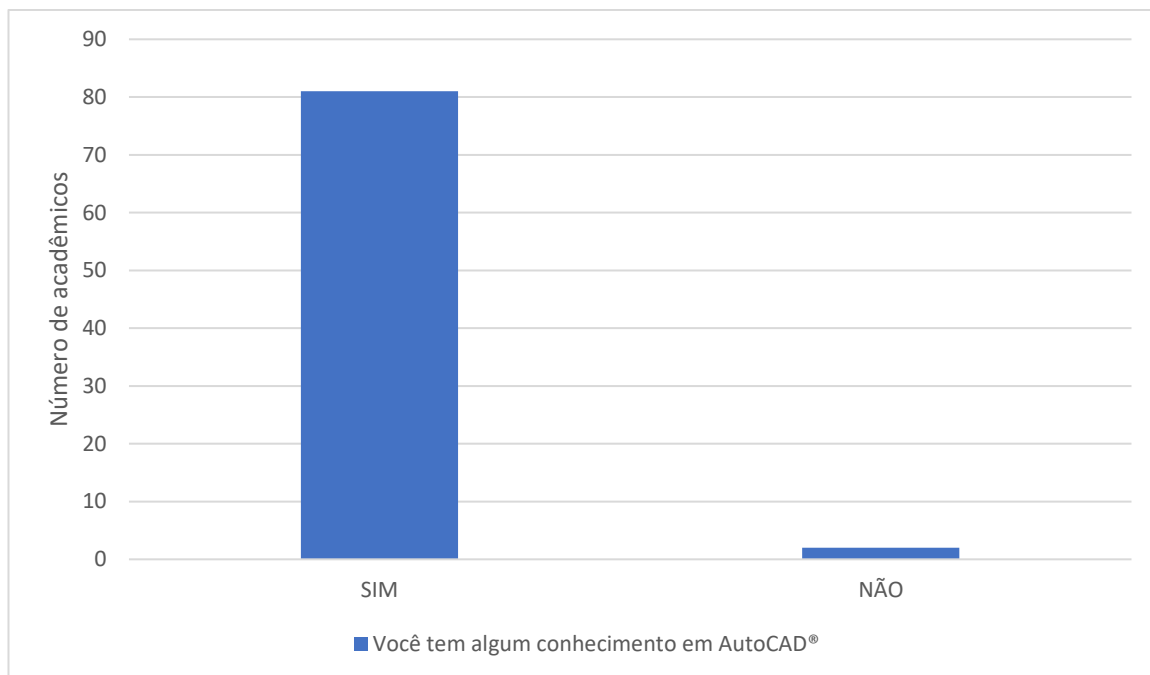
Você tem algum conhecimento sobre o software AutoCAD®?

SIM NÃO

No **Gráfico 3** é possível verificar que a turma tem grau relevante de conhecimento básico em softwares do tipo *Computer Aided Design*. Esse fator é atribuído ao fato da turma ter cursado

desenho universal com pequenas explicações sobre a tipologia durante o semestre. É importante deixar claro que o fator de conhecer uma interface ou um nome de software não caracteriza saber operar as ferramentas e entender os resultados.

Gráfico 3 – Levantamento sobre acesso a softwares do tipo *Computer Aided Design*.



Fonte: os autores

Após aplicados os questionários tivemos a primeira tomada de decisão, utilizar um caso real para desenvolver atividades. Pensamos na seguinte situação: “estruturas prediais que originalmente foram projetadas como salas de aula, transformam-se em laboratórios. Estruturas que inicialmente apresentavam-se com um quadro de giz e dois ou três pontos de conexão que fornecem eletricidade, carteiras e cadeiras agora dão lugar para inter-salas e nestas encontram-se computadores, aparelhos eletro e eletrônicos diversos, ar condicionados , etc.” Com a situação delineada criamos a pergunta: Será que a estrutura transformada pode receber todas as modificações que são realizadas aleatoriamente?

Com a situação problema delineada, partimos para a aplicação real, para tanto tomamos um espaço físico em uma instituição de ensino superior na região dos Campos Gerais. Os acadêmicos foram convidados para visitar a sala e com auxílio de instrumentos de medidas realizar um levantamento das medidas do local. Após levantamento foi necessário traçar de próprio punho, uma esboço visual dos dados coletados, bem como uma reflexão sobre os melhores instrumentos de medida para coletas em pequenas e grandes dimensões (MUNARI,

1992), (WONG, 1998). Com a reflexão os acadêmicos chegaram em uma observação em comum, uma trena métrica foi o melhor instrumento para coleta, e o porque está nas observações referentes as dimensões da sala.

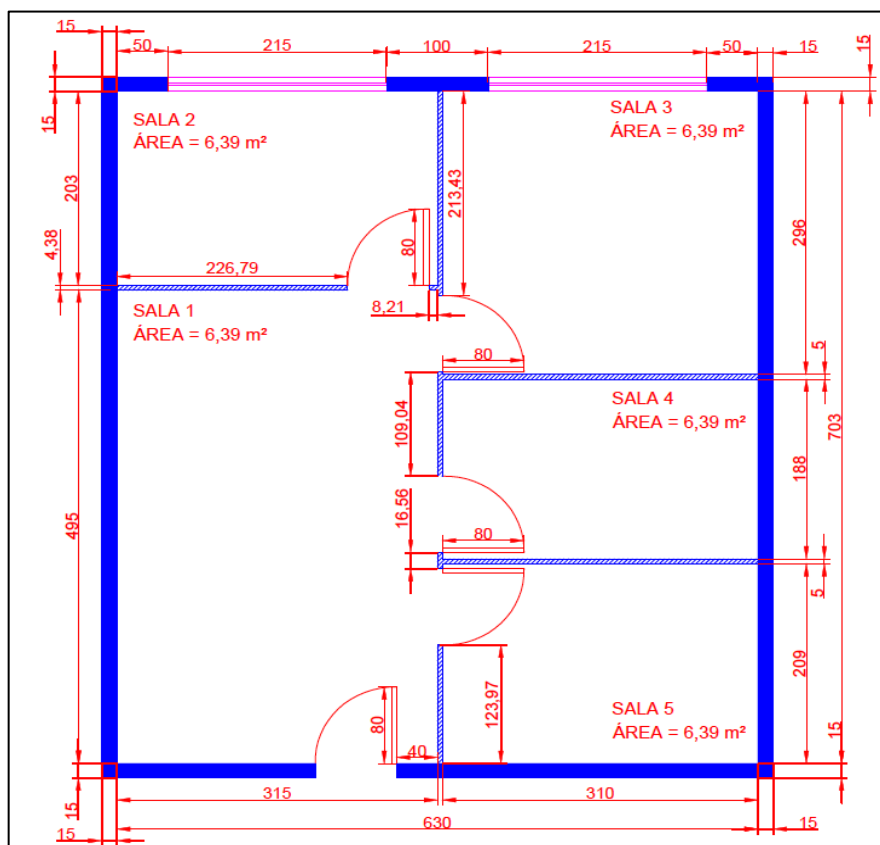
Passado alguns dias, os acadêmicos retornam ao espaço físico para coleta de dados mais detalhados, neste momento são necessárias informações sobre Inter salas, pontos de eletricidade, computadores e demais utensílios relevantes, móveis e disposição de pessoal, caso possível. Com os dados em mãos, os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem retornam para seus desenhos iniciais e realizam uma complementação com os detalhes, sempre tomando cuidado com as dimensões dos objetos.

Neste momento os acadêmicos já treinaram algumas percepções e noções dimensionais (IRIGARY, SCHNEIDER, GOMES, 2011), é possível passar para uma abordagem computacional.

Baseados nos conhecimentos adquiridos em ferramentas computacionais anteriores, os acadêmicos deverão transcrever seus desenhos em duas plantas. A primeira uma planta baixa padrão e a segunda uma planta humanizada. O desafio deste item está em seguir as normas regulamentadoras (NR's): emprego de escalas (NBR 8196), aplicação de linhas em desenhos - Tipos de linhas - Larguras das linhas (NBR 8403), princípios gerais de representação em desenho técnico (NBR 10067), folha de desenho - Leiaute e dimensões (NBR 10068), contagem de desenho técnico (NBR 10126) e apresentação da folha para desenho (NBR 10582).

Seguindo as normas temos a primeira expressão transcrita na **Figura 1**. Inicialmente o espaço era uma sala de aula que contava com 44,29 m². Atualmente a sala foi adaptada e separada em cinco salas.

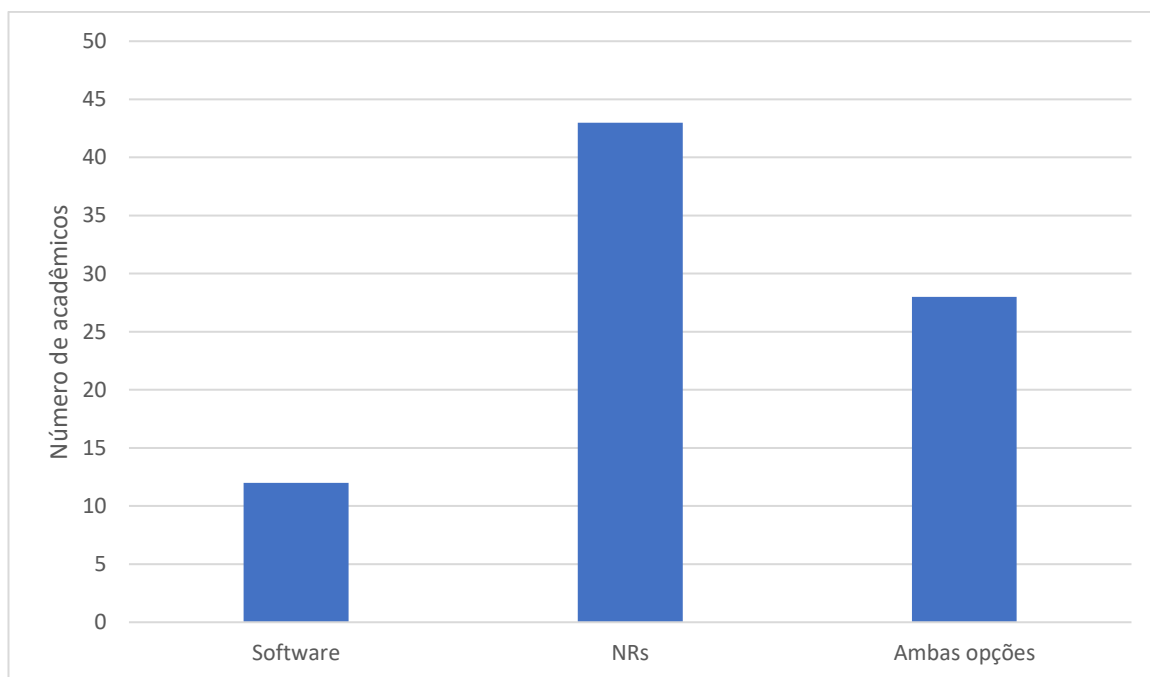
Figura 1 – Planta baixa de uma sala (escala 1:50).



Fonte: os autores.

Após entrega da planta baixa (**Gráfico 4**) os acadêmicos foram questionados sobre suas principais dificuldades. A abordagem foi: Você encontrou maior dificuldade na operação do software, na interpretação das NRs ou em ambos.

Gráfico 4 – Levantamento sobre dificuldades.

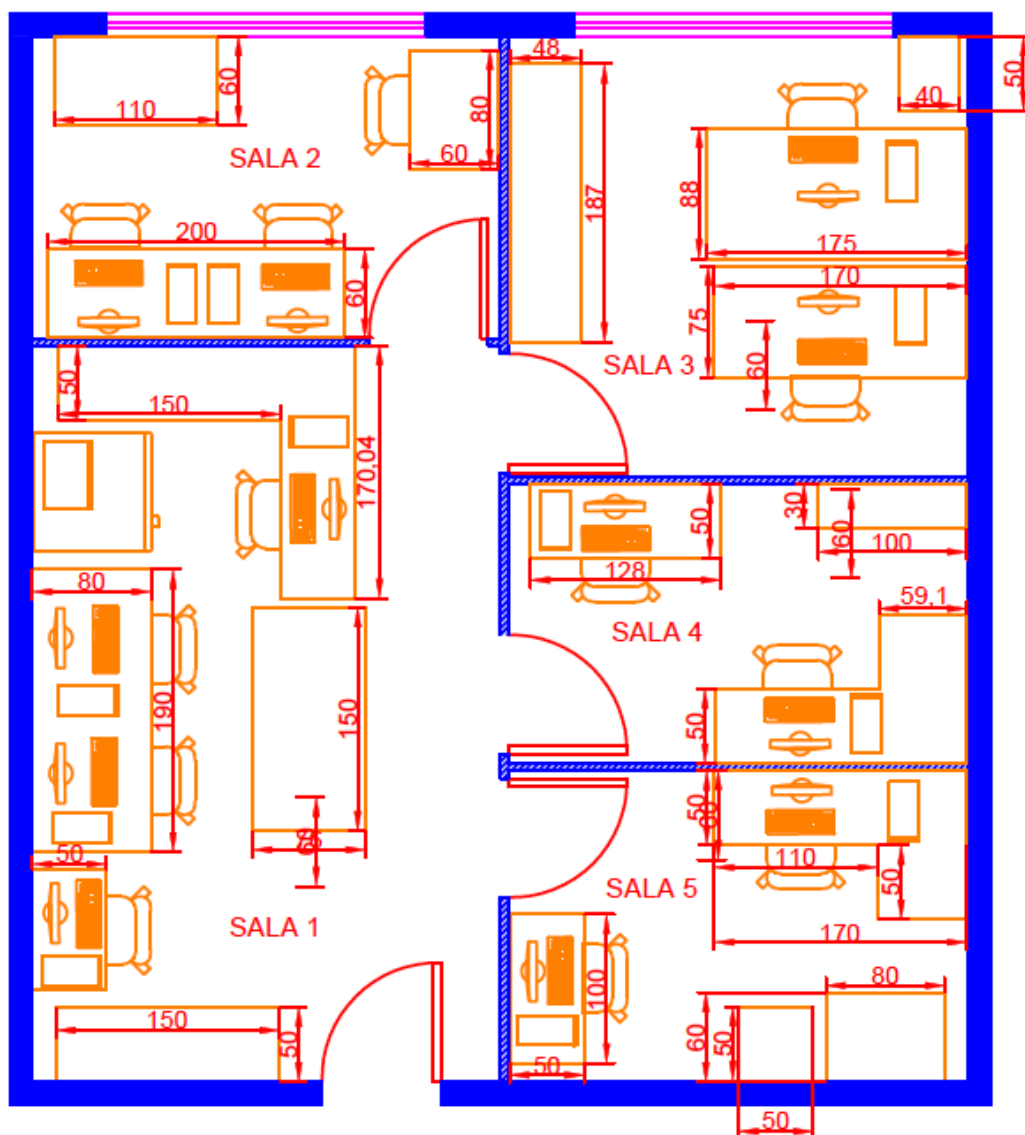


Fonte: os autores

Nota-se com a expressão dos resultados que a maioria dos graduandos encontram maiores dificuldades em relação ao entendimento das normas regulamentadoras, este resultado pode decorrer de muitos fatores, mas em conversa com os acadêmicos, um dos principais pontos abordados foi a dificuldade de interpretação do texto.

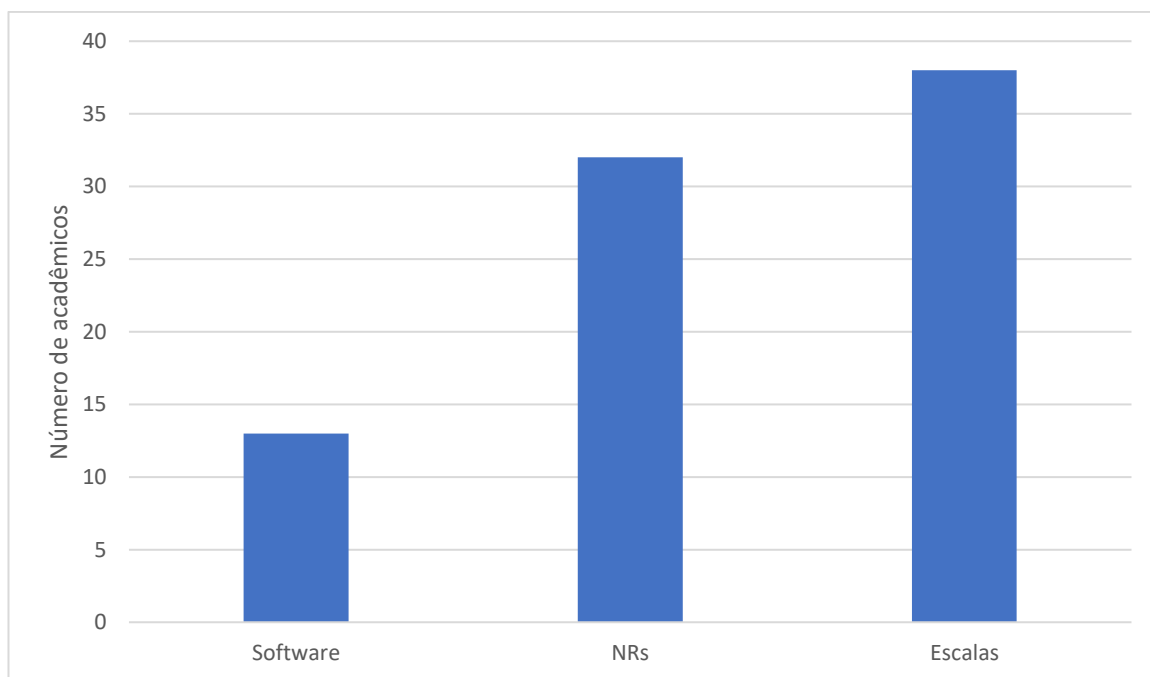
Na planta humanizada (**Figura 2**), são dispostos os detalhes coletados na segunda visita e um questionário sobre dificuldades também foi lançado. Neste ponto do trabalho, as maiores dificuldades (**Gráfico 5**) foram relacionadas as normas regulamentadoras e as escalas. Quanto as normas, podemos verificar que vai de encontro com as observações já registradas na no **Gráfico 4**. Inserir os detalhes na planta baixa, reduzir proporcionalmente os objetos e criar escalas é um ponto abordado com frequência na fala dos acadêmicos (SCALIONI, SANTOS, CAMANHARO, OLIVEIRA, ARAGÃO, 2019).

Figura 2 – Planta humanizada de uma sala (escala 1:50).



Fonte: os autores.

Gráfico 5 – Levantamento sobre dificuldades em relação a planta humanizada.



Fonte: os autores

Os itens desenvolvidos podem ser observados de maneira enxuta no direcionamento passo a passo apresentado no item “**Roteiro**”

2.1 Roteiro

Estruturas prediais que originalmente foram projetadas como salas de aula, transformam-se em laboratórios. Estruturas que inicialmente apresentavam-se com um quadro de giz e dois ou três pontos de conexão que fornecem eletricidade, carteiras e cadeiras agora dão lugar para inter-salas e nestas encontram-se computadores, aparelhos eletro e eletrônicos diversos, ar condicionados , etc.

A situação abordada acima é uma situação cotidiana e neste estudo de caso notaremos como essas mudanças acontecem.

Trabalharemos como passos. As entregas podem ser digitais ou impressas. E as avaliações ficam para critério docente.

Passo 1 – Questionário sobre preferências em relação ao tipo de atividades em disciplinas;

Passo 2 – Questionário sobre conhecimento de grandezas;

Passo 3 – Questionário sobre conhecimentos em softwares;

Passo 4 – Plotagem das figuras gráficas utilizando planilhas;

Passo 5 – Interpretação básica de valores, levantamento de hipóteses em relação as respostas.

Passo 6 – Verificar a resposta do Passo 1 para tomada de decisão em relação ao tipo de atividade.

Passo 7 – Criar a situação problema.

Passo 8 – Criar a pergunta problema.

Passo 9 - Visitar local que será estudado

Passo 10 – Coletar dados métricos da sala (dimensão de paredes, portas, janelas).

Passo 11 – Fazer uma reflexão sobre os instrumentos de medidas que seriam mais propícios para a coleta de informações.

Passo 12 – Esboçar visualmente da sala (de próprio punho), com as dimensões coletadas.

Passo 13 – Retornar a sala e coletar detalhes de transformação do espaço físico (estruturas internas, repartições auxiliares, posição de mesas, tomadas, luminárias, computadores, impressoras e demais informações relevantes.

Passo 14 – Retornar ao Passo 12 e complementar a figura com os detalhes coletados.

Passo 15 – Ler a lista de Normas regulamentadoras e verificar o que cada uma delas sugere:

NBR 8196 – “Emprego de escalas”

NBR 8403 – “Aplicação de linhas em desenhos - Tipos de linhas - Larguras das linhas”

NBR 10067 – “Princípios gerais de representação em desenho técnico”

NBR 10068 – “Folha de desenho - Leiaute e dimensões”

NBR 10126 – “Contagem de desenho técnico”

NBR 10582 – “Apresentação da folha para desenho”

Passo 15 – Plotar uma planta baixa básica seguindo as NRs do passo 15.

Passo 16 – Plotar uma planta humanizada seguindo as NRs do passo 15.

Passo 17 – Questionário sobre dificuldades.

Passo 17 – Questionário sobre dificuldades na planta humanizada.

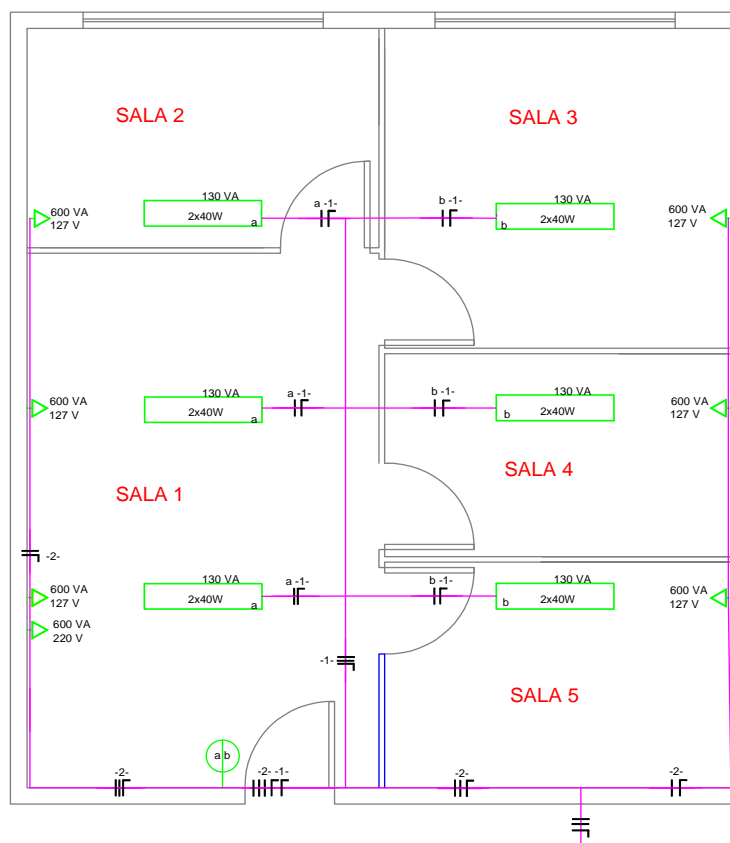
Passo 18 – Trabalhos futuros (Planta elétrica)

Passo 19 – Os docentes podem seguir adaptando as plantas para o foco desejado

Passo 20 – Trabalhos Futuros, sugestão de uma planta elétrica como na **Figura 3**.

Passo 21 – Aplicação de questionário de dificuldades.

Figura 3 – Planta elétrica de uma sala (escala 1:50).



PROJETO ELÉTRICO - UEPG SALA 105 ESCALA 1:50

LEGENDA	
	- LUMINÁRIA FLUORESCENTE 2x40W.
	- INTERRUPTOR DE DUAS SESSÕES.
	- TOMADA DE USO GERAL A 30 cm DO PISO ACABADO.
	- FIO FASE.
	- FIO NEUTRO.

Fonte: os autores.

CONCLUSÃO

Com as atividades foi possível uma aproximação da vida real com o que é ministrado no processo de aprendizagem. Foram levantadas dificuldades na interpretações das normas regulamentadoras e também na transformação de escalas. É importante ressaltar que as dificuldades com uso de tecnologias não foi item relevante neste trabalho e que os acadêmicos preferem realizar atividades de estudo de casos reais. No processo de construção do trabalho os acadêmicos são instigados ao processo cognitivo e a resgate de conhecimentos anteriores, bem como o uso de ferramentas alternativas para melhores apresentações ou coleta de dados. O roteiro apresentado pode ser expandido de acordo com as necessidades e carga horária da disciplina em que o docente aplicar e desenvolver as atividades.

REFERÊNCIAS

AUTOCAD®. AutoDesk®, 2022.

BRASIL, Ministério da Educação, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF, 1997.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, vol. 1, 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009.

IRIGARAY, Tatiana; SCHNEIDER, Rodolfo, GOMES, Irenio. **Efeitos de um treino cognitivo na qualidade de vida e no bem-estar**. Psico. Reflex. Critit. Vol. 24, 2011.

MUNARI, Bruno. **Design e comunicação visual**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1992.

NUNES, Gilda; de PAULA, Francinaldo; SILVA de PAULA, Maura. **Mentimeter: Ferramenta interativa nas aulas remotas**. Anais da Semana de Formação Pedagógica e Atualização de Práticas Docentes da Faculdade Evangélica de Rubiataba, vol. 1, 2021.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica: Mecânica**, Rio de Janeiro: Blucher, 2013.

SCALIONI, Debora; SANTOS, Ana; CAMPANHARO, Wesley; OLIVEIRA, Luiz; ARAGÃO, Cruz. **Análise de métricas de paisagem em diferentes escalas espaciais**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2019.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.