

ENGENHARIA DO FUTURO

Tendências e Perspectivas

Resiane Silveira (Org.)

v.2
2023

ENGENHARIA DO FUTURO

Tendências e Perspectivas

Resiane Silveira (Org.)

v.2
2023

2023 – Editora Uniesmero

www.uniesmero.com.br

uniesmero@gmail.com

Organizadora

Resiane Paula da Silveira

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Imagens, Arte e Capa: Freepik/Uniesmero

Revisão: Respectivos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Me. Elaine Freitas Fernandes, Universidade Estácio de Sá, UNESA

Me. Laurinaldo Félix Nascimento, Universidade Estácio de Sá, UNESA

Ma. Jaciara Pinheiro de Souza, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Dra. Náyra de Oliveira Frederico Pinto, Universidade Federal do Ceará, UFC

Ma. Emile Ivana Fernandes Santos Costa, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Me. Rudvan Cicotti Alves de Jesus, Universidade Federal de Sergipe, UFS

Me. Heder Junior dos Santos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP

Ma. Dayane Cristina Guarnieri, Universidade Estadual de Londrina, UEL

Me. Dirceu Manoel de Almeida Junior, Universidade de Brasília, UnB

Ma. Cinara Rejane Viana Oliveira, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Esp. Jader Luís da Silveira, Grupo MultiAtual Educacional

Esp. Resiane Paula da Silveira, Secretaria Municipal de Educação de Formiga, SMEF

Sr. Victor Matheus Marinho Dutra, Universidade do Estado do Pará, UEPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587p Silveira, Resiane Paula da
Engenharia do Futuro: Tendências e Perspectivas - Volume 2 /
Resiane Paula da Silveira (organizadora). – Formiga (MG): Editora
Uniesmero, 2023. 82 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5492-037-7
DOI: 10.5281/zenodo.10207054

1. Engenharia. 2. Tecnologias. 3. Máquinas e construção. I.
Silveira, Resiane Paula da. II. Título.

CDD: 620
CDU: 62

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Uniesmero
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
www.uniesmero.com.br
uniesmero@gmail.com
Formiga - MG
Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:
<https://www.uniesmero.com.br/2023/11/engenharia-do-futuro-2.html>



AUTORES

AMANDA THAIS P.C CAVALCANTE
ANTONIO HENRIQUE CAPUZZO MARTINS
ANTONIO PASQUALETTO
CLÁUDIO CESAR ZIMMERMANN
CLÁUDIO MARRA ALVES
GUSTAVO BOURDOT BACK
HUGO RODRIGUES DA SILVA
JESANA BATISTA PEREIRA
JESIMIEL PINHEIRO CAVALCANTE
JULIO CESAR SILVARES VIRGINIO
LUCIANA O. PIMENTEL
MARCIAL PORTO FERNÁNDEZ
MARCOS CAMARGO LIMA FILHO
MARCOS LAJOVIC CARNEIRO
MARIA LUIZA RODRIGUES DA SILVA
PAULO ALEXANDRE C. ROCHA
ROBSON DA SILVA MAGALHÃES
THALES LUAN LUCAS PASQUALETTO
VIVIAN DA SILVA CELESTINO REGINATO
WALCLER DE LIMA MENDES JUNIOR
WEDERSON VINICIOS DOS SANTOS BARCELLO

APRESENTAÇÃO

O compêndio científico "Engenharia do Futuro: Tendências e Perspectivas" surge como um farol, iluminando os caminhos do conhecimento e da inovação no vasto campo da engenharia. Em um mundo caracterizado por mudanças aceleradas, é imperativo compreender as trajetórias e os contornos que delineiam o futuro da engenharia, uma disciplina que desempenha papel central na construção da sociedade contemporânea.

O presente volume reflete a dedicação e a perícia de uma coletânea de pesquisadores, cujas contribuições convergem para oferecer uma visão abrangente e aprofundada das tendências que moldarão o cenário da engenharia nos próximos anos. Cada capítulo é uma janela para as fronteiras do conhecimento, revelando as inovações tecnológicas, os desafios emergentes e as soluções que estão transformando a engenharia em uma força propulsora do progresso.

A diversidade temática abordada nesta obra reflete a natureza interdisciplinar da engenharia contemporânea, indo desde avanços na inteligência artificial e computação quântica até as aplicações práticas da engenharia biomédica e sustentabilidade ambiental. O leitor será guiado por um percurso que abraça a complexidade e a interconectividade desses tópicos, promovendo uma compreensão holística das dinâmicas que impulsionam a evolução da engenharia.

Cada capítulo não apenas explora as tendências atuais, mas também lança olhares críticos para o futuro, antecipando os desafios éticos, sociais e ambientais que a engenharia enfrentará. Ao fazer isso, este volume aspira a ser mais do que um mero registro do estado atual da engenharia; é uma antecipação perspicaz do que está por vir.

Ao imergir nesta obra, os leitores são convidados a se tornarem co-participantes de uma jornada intelectual que transcende fronteiras acadêmicas e profissionais. Este livro é um convite à reflexão, à discussão e, acima de tudo, à inspiração para os engenheiros do presente e do futuro. Que esta obra contribua significativamente para o avanço do conhecimento e para o fortalecimento dos alicerces que sustentam a engenharia como um catalisador primordial do progresso humano.

SUMÁRIO

Capítulo 1 TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE IMPRESSORAS E SEU POTENCIAL INOVADOR <i>Thales Luan Lucas Pasqualetto; Marcos Lajovic Carneiro; Antonio Pasqualetto</i>	8
Capítulo 2 MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS PARA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL: O CASO DO CAMPUS TRINDADE <i>Gustavo Bourdot Back; Vivian da Silva Celestino Reginato; Cláudio Cesar Zimmermann</i>	18
Capítulo 3 A PERDA AUDITIVA EM MARCENEIROS: PROPOSTA DE UM MODELO DE PREDIÇÃO COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO <i>Jesimiel Pinheiro Cavalcante; Robson da Silva Magalhães; Amanda Thais P.C Cavalcante; Walcler de Lima Mendes Junior; Jesana Batista Pereira</i>	26
Capítulo 4 SCRIPT EM PYTHON PARA A RESOLUÇÃO DE SISTEMAS LINEARES <i>Maria Luiza Rodrigues da Silva; Hugo Rodrigues da Silva</i>	35
Capítulo 5 PROTÓTIPO, OPEN-SOURCE, PARA EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COM RASTREADOR SOLAR TENDO DOIS GRAUS DE LIBERDADE NOS EIXOS <i>Marcos Camargo Lima Filho; Paulo Alexandre C. Rocha; Marcial Porto Fernández; Luciana O. Pimentel</i>	45
Capítulo 6 ANÁLISE AQUI DE FLUXO DE CAIXA DE EMPREENDIMENTO DE BASE IMOBILIÁRIA <i>Thales Luan Lucas Pasqualetto; Antonio Henrique Capuzzo Martins; Cláudio Marra Alves; Antonio Pasqualetto; Marcos Lajovic Carneiro</i>	57
Capítulo 7 PROJETO HORTA COMUNITÁRIA NA ASSOCIAÇÃO TERAPÊUTICA DE ACOLHIMENTO PSICOSSOCIAL SHALOM ADONAI (ASA) <i>Julio Cesar Silveiras Virginio; Wederson Vinicios dos Santos Barcello</i>	66
AUTORES	75



Capítulo 1
TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DE IMPRESSORAS E SEU
POTENCIAL INOVADOR
Thales Luan Lucas Pasqualetto
Marcos Lajovic Carneiro
Antonio Pasqualetto

TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE IMPRESSORAS E SEU POTENCIAL INOVADOR

Thales Luan Lucas Pasqualetto

Mestrando em Eng. Produção e Sistemas, PUC Goiás, Goiânia-GO;

thalesluanlucaspasqualetto@gmail.com;

Marcos Lajovic Carneiro

Prof. PhD, PUC Goiás, Goiânia-GO, mcarneiro@pucgoias.edu.br;

Antonio Pasqualetto

Prof. PhD, PUC Goiás/IFG, Goiânia-GO; profpasqualetto@gmail.com.

RESUMO

Este estudo abrange uma análise abrangente das impressoras 3D utilizadas na construção civil, evidenciando seu potencial inovador e sua ampla adoção internacional. São examinadas as vantagens proporcionadas por essas impressoras, incluindo a redução de custos e a otimização do processo construtivo. Adicionalmente, são comparados treze modelos distintos de impressoras 3D com base em suas características, sistemas construtivos e países de origem. Os resultados revelam a liderança dos Estados Unidos e da França nesse mercado, bem como a diversidade de abordagens tecnológicas adotadas. O estudo oferece informações valiosas para profissionais do setor na seleção criteriosa da impressora 3D mais adequada aos seus projetos, levando em consideração critérios técnicos, dimensionais e de materiais suportados. Por fim, destaca-se o potencial contínuo de inovação nesse campo e enfatiza-se a importância da análise econômica para avaliar a viabilidade dessas impressoras.

Palavras-chave: Impressora 3D, Construção civil, Comparativo.

ABSTRACT

This study covers a comprehensive analysis of 3D printers used in construction, highlighting their innovative potential and wide international adoption. The advantages provided by these printers, including cost savings and optimization of the construction process, are examined. Additionally, thirteen different 3D printer models are

compared based on their characteristics, construction systems, and countries of origin. The results reveal the leadership of the United States and France in this market, as well as the diversity of technological approaches adopted. The study provides valuable information for industry professionals in the careful selection of the most suitable 3D printer for their projects, taking into account technical, dimensional, and supported material criteria. Finally, it highlights the continued potential for innovation in this field and emphasizes the importance of economic analysis to assess the viability of these printers.

Keywords: 3D Printer, Building, Comparison.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de impressão 3D provou ser revolucionária em muitos setores, desde manufatura e medicina até arquitetura e design. Capazes de criar objetos 3D a partir de modelos digitais, as impressoras 3D estão mudando a forma como se projeta, se fabrica e se constrói no mundo atual (Huang et al., 2015; Labonnote et al., 2016).

A capacidade de utilizar impressoras 3D na construção civil proporciona inúmeras vantagens, por exemplo, a redução de custos, a aceleração do processo de construção e a criação de estruturas arquitetônicas complexas de forma mais eficiente. Essas impressoras podem fabricar componentes como paredes, painéis e elementos decorativos de maneira precisa e automatizada (Ning et al., 2021).

O entusiasmo global pelas impressoras 3D na construção se reflete nas inúmeras empresas e projetos focados nesta tecnologia inovadora. Países ao redor do mundo estão desenvolvendo empresas especializadas em impressão 3D para construção civil, buscando ganhar posição de destaque nesse mercado emergente.

A competição pela liderança neste campo impulsiona a inovação e o desenvolvimento de novas soluções. Empresas e pesquisadores estão investindo em tecnologias avançadas, materiais aprimorados e métodos de construção inovadores. Os principais sistemas disponíveis no mercado são: pórtico, braço robótico e *Delta System*. Esses esforços visam desenvolver impressoras 3D que possam produzir estruturas mais altas, mais fortes e com maior eficiência energética (Paolini et al., 2019).

À medida que cresce a conscientização sobre os benefícios da impressão 3D em canteiros de obras sobre o impacto no meio ambiente, que pode chegar até 70%

menor comparado ao processo de fabricação tradicional (Shuaib et al., 2021), torna-se importante realizar uma análise comparativa das impressoras 3D disponíveis para esse fim. Avaliando diferentes modelos comerciais, pode-se identificar suas características, pontos fortes e desafios. Essa análise ajuda os profissionais da construção a escolherem a melhor impressora 3D para seu projeto, considerando fatores como capacidade de impressão, dimensão da construção, tipo, velocidade e materiais suportados.

Portanto, objetivou-se fornecer uma visão abrangente e comparativa de treze impressoras 3D específicas para construção civil, demonstrando seu potencial (presença) e o interesse global que têm despertado.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo baseou-se em uma abordagem de pesquisa exploratória, com a utilização dos sites oficiais dos fabricantes como fontes de informação primárias.

Neste estudo, foi conduzida uma pesquisa abrangente para identificar e analisar 13 modelos de impressoras 3D disponíveis no mercado comercial, destinados especificamente à construção civil. A investigação teve como propósito principal verificar a presença dessas impressoras nos países de origem, assim como avaliar os tipos de sistemas empregados. Além disso, realizou-se uma análise comparativa das especificações com base nos dados fornecidos pelos fabricantes.

Para a comparação das especificações, foram coletadas informações relevantes para cada modelo de impressora 3D, abrangendo características como tamanho máximo de impressão, velocidade de impressão, tipos de materiais suportados e sistema de deposição utilizado. Esses dados foram obtidos por meio das especificações técnicas fornecidas pelos fabricantes em seus respectivos domínios.

Essa abordagem permitiu uma busca detalhada em cada empresa, proporcionando um embasamento sólido e abrangente para a análise comparativa das impressoras 3D no contexto da construção civil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As impressoras 3D de construção, também conhecidas como máquinas de manufatura aditiva, são capazes de construir edificações camada por camada, utilizando materiais como concreto ou terra em forma de pasta. Essa tecnologia, oriunda da indústria 4.0, apresenta avanços notáveis, embora ainda não seja capaz de criar casas totalmente funcionais. É importante destacar que apesar dessas limitações, os progressos nesse campo são promissores e abrem caminho para futuras inovações.

Os treze modelos de impressora 3D encontrados para aplicação na construção civil, seus respectivos tipos construtivos e países de origem, podem ser observadas na Tabela 1. Essa compilação permite evidenciar a diversidade de origens geográficas envolvidas nesse mercado em expansão, ao todo 6 países distintos, o predomínio é em continentes desenvolvidos, Europa e América do Norte.

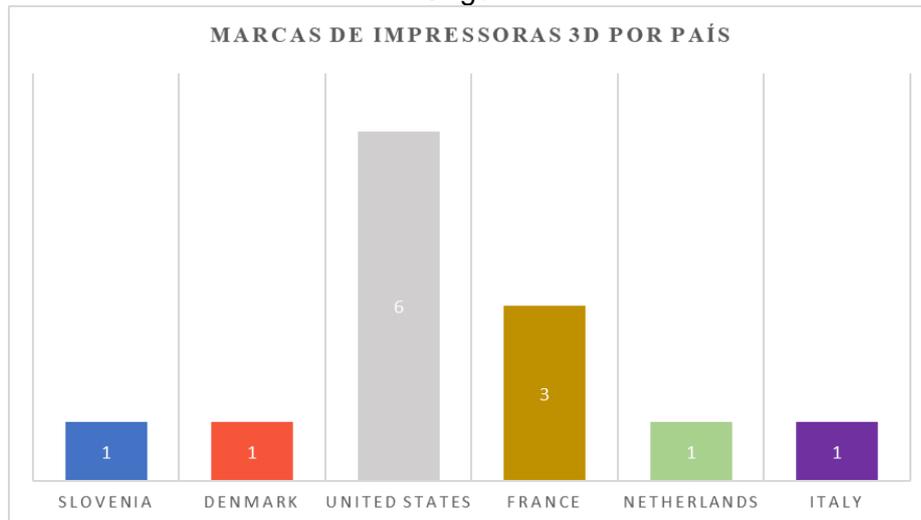
Tabela 1 - Comparação das Impressoras 3D para Construção Civil: Tipo Construtivo e País de Origem

Modelo	Tipo	País de origem
BetAbram P1 (2023)	Pórtico	Slovenia
COBOD BOD2 (2023)	Pórtico	Denmark
ICON Vulcan II (2023)	Pórtico	United States
MudBots 3D Concrete Printer (2023)	Pórtico	United States
Total Kustom StroyBot 6.2 (2023)	Pórtico	United States
SQ4D – ARCS (2023)	Pórtico	United States
Contour Crafting (2023)	Pórtico	United States
MAXI PRINTER (2023)	Braço Robótico	France
CyBe Construction CyBe RC 3Dp (2023)	Braço Robótico	Netherlands
Apis Cor (2023)	Braço Robótico	United States
Batiprint3D 3D printer (2023)	Braço Robótico	France
XtreeE (2023)	Braço Robótico	France
WASP Crane WASP (2023)	Delta System	Italy

Fonte: Autores (2023) a partir de sites oficiais das empresas.

Com base nessas informações, foi gerado o Gráfico 1, o qual revela um predomínio significativo de empresas de impressoras 3D para construção civil nos Estados Unidos, seguido pela França, enquanto os demais países do continente europeu possuem apenas uma marca de impressora representativa cada. Isso demonstra a liderança e o desenvolvimento robusto desses países nesse setor em constante crescimento.

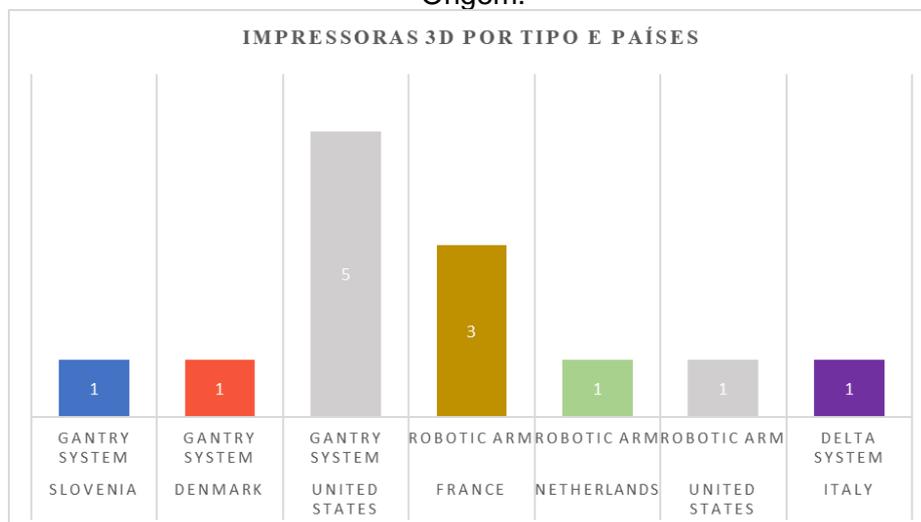
Gráfico 1 - Distribuição de Empresas de Impressoras 3D para Construção Civil por País de Origem.



Fonte Autores (2023)

No Gráfico 2, pode-se observar que nos Estados Unidos predominam impressoras 3D com sistema construtivo pórtico, enquanto na França encontram-se apenas impressoras com sistema Braço Robótico. Em outros países europeus, há distribuição variada entre os ambos. Ademais, a Itália, pela empresa WASP Crane (2023) se destaca com o sistema construtivo Delta, que utiliza braços móveis em forma de triângulo para movimentar a cabeça de impressão com alta precisão (Perrot et al., 2019). Essa diversidade de sistemas construtivos reflete as abordagens tecnológicas adotadas por empresas em diferentes países.

Gráfico 2 - Distribuição dos Tipos de Sistemas Construtivos de Impressoras 3D por País de Origem.



Gantry System – Pórtico; *Robotic Arm* – Braço Robótico; *Delta System* – Sistema Delta.
Fonte Autores (2023)

A predominância de sistemas construtivos específicos em impressoras 3D nos Estados Unidos e na França não se resume apenas a questões de patentes. Essa escolha envolve uma combinação de fatores técnicos, econômicos e estratégicos, incluindo preferências das empresas, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, expertise e demanda do mercado.

Na Tabela 2, são apresentadas as especificações fornecidas pelos fabricantes, sendo o tamanho de construção e as velocidades elementos-chave a serem considerados na tomada de decisão, levando em conta o tamanho do projeto e o tempo necessário para concluí-lo. Esses dados fornecem informações cruciais para avaliar a capacidade e eficiência de cada impressora 3D na execução de diferentes tipos de projetos na construção civil.

Tabela 2 – Especificações técnicas de Impressoras 3D

Modelo	Tecnologia	Material	Tamanho de construção	Velocidade	Largura da camada
BetAbram P1	Deposição de pasta	Concreto	16000 x 8200 x 2500 mm	0,5m/s	40mm
COBOD BOD2	Deposição de pasta	Concreto	14620 x 50520 x 8140 mm	1m/s	30-300mm
ICON Vulcan II	Deposição de pasta	Concreto	2600 x 8500 x 2600 mm	-	
MudBots 3D Concrete Printer	Deposição de pasta	Concreto	21945 x 21945 x 14630 mm	-	
Total Kustom StryBot 6.2	Deposição de pasta	Concreto	1000 x 1500 x 600 mm	0,25m/s a 0,66m/s	25 - 60 mm
SQ4D – ARCS	Deposição de pasta	Concreto	9100 x 4400 x ∞ mm	-	sem detalhes
Contour Crafting	Deposição de pasta	Concreto	Dimensionado sob encomenda	-	
MAXI PRINTER	Deposição de pasta	Concreto	12250 x 12250 x 7000 mm	0,3m/s	20mm
CyBe Construction CyBe RC 3Dp	Deposição de pasta	Concreto	2500 x 5000 x 4000 mm	0,6m/s	-
Apis Cor	Deposição de pasta	Concreto	8500 x 1600 x 1500 mm	-	-
Batiprint3D 3D printer	Deposição de pasta	Concreto/outros	Até 7m de altura	-	-
XtreeE	Deposição de pasta	Concreto	-	-	-
WASP Crane WASP	Deposição de pasta	Concreto /Materiais terrestres	Ø 6300 x 300 mm	-	-

Fonte Autores (2023) a partir de informações dos fabricantes

É interessante observar que a maioria das impressoras 3D para construção trabalha com material concreto. No entanto, a WASP Crane (2023) se destaca por sua capacidade de trabalhar com outros traços argamassados, ampliando as opções de materiais utilizados. Além disso, a Batiprint3D (2023) oferece uma solução construtiva 3D mais abrangente, pois além de imprimir cimento, também pode utilizar espuma isolante.

A presença de uma variedade de tamanhos de impressoras 3D para construção se destaca. No entanto, alguns modelos possuem dimensões variáveis que permitem a adaptação a projetos diversos, inclusive na construção em larga escala de casas em loteamentos, aproveitando a ampla movimentação proporcionada pelo sistema pórtico, como é o caso da SQ4D – ARCS (2023). Enquanto a WASP Crane (2023) possibilita a criação de edifícios mais altos, o sistema pórtico se destaca na construção horizontal de maneira mais eficiente.

CONCLUSÃO

Conclui-se que esta pesquisa fornece informações valiosas para profissionais da construção civil que desejam explorar o potencial da impressão 3D.

Ao considerar fatores como presença global, sistemas construtivos e especificações técnicas, é possível tomar decisões informadas ao escolher a impressora 3D mais adequada para cada projeto. Com o contínuo desenvolvimento da impressão 3D, é provável que novas inovações e oportunidades surjam, transformando ainda mais a indústria da construção nos próximos anos.

Além disso, é importante mencionar que os preços das impressoras 3D para construção podem variar significativamente e geralmente são fornecidos sob consulta. Decidiu-se não incluir esses preços no presente estudo devido à constante flutuação das moedas e à possibilidade de diferentes acordos comerciais entre fabricantes e clientes. No entanto, é essencial considerar os aspectos econômicos ao avaliar a viabilidade e o retorno do investimento em impressoras 3D para construção.

AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisa agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

REFERÊNCIAS

Apis Cor. 3D Construction With Robotic Precision. Disponível em: < <https://apis-cor.com/>>. Acesso em: 27 mai. 2023.

Batiprint3D 3D printer. Batiprint3D. Disponível em: < <https://www.batiprint3d.com/en>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

BET ABRAM P1. BA. Disponível em: <<https://betabram.com/>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

COBOD BOD2. BOD2 Specifications Machine Information. Disponível em: < <https://cobod.com/solution/bod2/specifications/>>. Acesso em: 19 mai. 2023.

Contour Crafting. Contour Crafting Corporation. Disponível em: < <https://www.contourcrafting.com/>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

CYBE CONSTRUCTION CYBE RC 3DP. CyBe Construction We redefine construction. Disponível em: < <https://cybe.eu/>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

Huang Y., Leu M. C., Mazumder J., Donmez A. Additive Manufacturing: Current State, Future Potential, Gaps and Needs, and Recommendations. ASMA. v 137. 2015. doi.org/10.1115/1.4028725

ICON Vulcan II. Meet Vulcan Our Home-Sized 3D-printer. Disponível em: < <https://www.iconbuild.com/technology/>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

Labonnote N., Rønnquist A., Manum B., Rütther P. Additive construction: State-of-the-art, challenges and opportunities. ELSEVIER. v 72, p. 347-366. 2016. doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.026

MAXI PRINTER MaxiPrinter - A turnkey solution. Disponível em: < <https://en.constructions-3d.com/la-maxi-printer>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MudBots 3D Concrete Printer. 3D Concrete Printers by MudBots. Disponível em: < <https://www.mudbots.com/concrete-3d-printers.php>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

Ning X., Liu t., Wu C., Wang C. 3D Printing in Construction: Current Status, Implementation Hindrances, and Development Agenda. Advances in Civil Engineering. 2021. doi.org/10.1155/2021/6665333.

Paolini A., Kollmannsberger S., Rank E. Additive manufacturing in construction: A review on processes, applications, and digital planning methods. . ELSEVIER. v 30. 2019. doi.org/10.1016/j.addma.2019.100894.

Perrot A., Amziane S. 3D Printing in Concrete: General Considerations and Technologies. Research Gate. 3D Printing of Concrete. P.1-40. 2019. doi.org/10.1002/9781119610755.

Shuaib M., Haleem A., Kumar S., Javaid M. Impact of 3D Printing on the environment: A literature-based study. KeAi. v 2, p. 57-63. 2021. doi.org/10.1016/j.susoc.2021.04.001

SQ4D – ARCS. 3D printed houses, commercial buildings, infrastructure, and more. Disponível em: < <https://www.sq4d.com/>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

Total Kustom StroyBot 6.2. 3D Concrete House Printer. Disponível em: < <http://www.totalkustom.com/3d-concrete-printers.html>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

WASP CRANE. Delta Max AEC | Impressoras 3D WASP 2023. Disponível em: < <https://www.3dwasp.com/en/3d-printer-house-crane-wasp>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

XtreeE. XtreeE The Large Scale 3D. Disponível em: < <https://xtreee.com//>>. Acesso em: 4 jun. 2023.



Capítulo 2
MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS PARA
GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL: O CASO
DO CAMPUS TRINDADE

Gustavo Bourdot Back
Vivian da Silva Celestino Reginato
Cláudio Cesar Zimmermann

MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS PARA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL: O CASO DO CAMPUS TRINDADE

Gustavo Bourdot Back

*Bolsista no Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
Mestrando em Gestão Territorial | gustavoback@yahoo.com.br*

Vivian da Silva Celestino Reginato

*Professora na Universidade Federal de Santa Catarina
Pós-Doutora em Modelação Geográfica e Gestão Territorial |
vivian.celestino@ufsc.br*

Cláudio Cesar Zimmermann

*Professor na Universidade Federal de Santa Catarina
³ Doutor em Engenharia Civil | claudio.ufsc@gmail.com*

RESUMO

A manutenção predial desempenha um papel fundamental na preservação e no funcionamento adequado de edifícios, garantindo sua capacidade funcional e melhorando a qualidade e o conforto de ambientes. Embora a manutenção preventiva traga benefícios consolidados, a cultura de considerar a manutenção como serviços mínimos e a falta de uma gestão adequada ainda levam à predominância de medidas corretivas. Diversos estudos, especialmente em edificações públicas, destacam a importância de uma gestão eficiente da manutenção, utilizando tecnologia da informação e ferramentas de apoio à tomada de decisão. No contexto das instituições universitárias, autores contribuem com boas práticas para a gestão da manutenção predial enfatizando a correlação da manutenção com um sistema de informação abrangente. Desta forma, este artigo tem como objetivo apresentar a modelagem conceitual de dados para a gestão da manutenção predial no *Campus Trindade*, sede da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a fim de sustentar uma base sólida de informações para a manutenção adequada das edificações. Por meio dos estereótipos OMT-G foram definidas quatro classes, as quais foram ilustradas junto aos seus respectivos atributos e relacionamentos em um esquema conceitual. O artigo conclui, por fim, que a modelagem foi capaz de abstrair a realidade da área de estudo, sendo suficiente para a formulação de

um banco de dados destinado à manutenção predial. Ao ampliar as possibilidades em relação à informação, o modelo contribui diretamente para a eficiência da gestão, permitindo melhorias no espaço físico e tomadas de decisão mais estratégicas.

Palavras-chave: Edificações. Banco de dados. Gestão. OMT-G.

ABSTRACT

Building maintenance plays a fundamental role in preserving and ensuring the proper functioning of buildings, guaranteeing their functional capacity and enhancing the quality and comfort of spaces. Despite the well-established benefits of preventive maintenance, the prevailing culture of considering maintenance as minimal services and the lack of adequate management still lead to corrective measures predominating. Several studies, particularly in public buildings, highlight the importance of efficient maintenance management, utilizing information technology and decision-support tools. In the context of university institutions, authors contribute with best practices for building maintenance management, emphasizing the correlation between maintenance and a comprehensive information system. Therefore, this article aims to present the conceptual data modeling for building maintenance management at the Trindade Campus, the headquarters of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), in order to establish a solid foundation of information for the proper maintenance of the buildings. Through the OMT-G stereotypes, four classes were defined, illustrating their respective attributes and relationships in a conceptual schema. The article concludes that the modeling successfully abstracted the reality of the study area, providing a sufficient basis for the formulation of a database dedicated to building maintenance. By expanding information possibilities, the model directly contributes to efficient management, enabling improvements in the physical space and more strategic decision-making.

Keywords: Buildings. Database. Management. OMT-G.

INTRODUÇÃO

A manutenção predial, compreendida como o “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes” (ABNT, 2021, p. 12), desempenha um papel fundamental na preservação e no bom funcionamento de edifícios. Quando preventiva, regular e ordenada, a manutenção não apenas garante a vida útil de projeto da edificação, mas também reduz custos excessivos com ações corretivas, otimiza a eficiência energética e melhora a qualidade e o conforto dos ambientes.

Apesar dos consolidados benefícios da manutenção preventiva, as medidas corretivas ainda prevalecem em virtude da cultura que compreende a manutenção como os serviços mínimos para garantir a estabilidade da estrutura (VIEIRA, 2015) e da ausência de uma gestão de manutenção predial adequada (AMORIM et al., 2013 apud ASSIS & HUPPERT, 2022).

Brandão & Santos (2020), por meio de um mapeamento sistemático de literatura, sugerem 35 trabalhos, publicados entre 2015 e 2020, que fomentam a gestão de manutenção eficiente. Com ênfase em edificações públicas, os estudos se destacam, entre outros fatores, por tratarem do uso de tecnologia da informação, e de ferramentas ou modelos para auxiliar a tomada de decisão.

Autores como Barbosa et al. (2020), Santos (2021), Silva & Andrade (2021), Back (2022) e Sousa (2022) contribuem com boas práticas para a gestão da manutenção predial de instituições universitárias, âmbito definido como área de estudo. A partir dessas, ressalta-se a relevância de correlacionar a manutenção à um sistema de informação capaz de gerenciar todos os dados (SANTOS, 2021; BACK, 2022).

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar a modelagem conceitual de dados para a gestão da manutenção predial do *Campus* Trindade, sede da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Espera-se contribuir para a formulação de um banco de dados capaz de gerenciar e visualizar toda a informação relativa à manutenção das edificações da área de estudo, apoiando assim, a decisão e o direcionamento estratégico de investimentos. Serão adotados os estereótipos OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) para definir as classes georreferenciadas e convencionais, além dos relacionamentos e as restrições de integridade espacial do modelo conceitual.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo trata-se da sede da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o *Campus* Trindade. Localizado no bairro Trindade, em Florianópolis, o *campus* possui área superior a 1,1 milhão de metros quadrados, sendo aproximadamente 400 mil metros quadrados de espaços físicos construídos ou em construção (UFSC, 2022). Como forma de organização territorial, a área é dividida em 11 setores administrativos identificados numericamente de 0 a 10.

A abordagem metodológica do estudo consistiu em uma pesquisa qualitativa aplicada, baseada na publicação de Back (2022), que trata, especificamente, da gestão da manutenção predial da área de estudo e na experiência dos setores responsáveis pela gestão territorial da instituição. A partir da rotina de trabalho relacionada à manutenção predial, consolidou-se um fluxograma de processos que permitiu estabelecer as classes, os atributos e os domínios para a modelagem.

Com base nos estereótipos do Modelo OMT-G, produziu-se o diagrama de classes, que representa graficamente as classes, as primitivas, os atributos e os relacionamentos que compõem o esquema conceitual da modelagem. Para tal fim, utilizou-se o *stencil* OMT-G do *software Microsoft Visio*.

Os relacionamentos entre classes, além da forma gráfica, também foram representados a partir das cardinalidades, isto é, a quantidade de objetos da classe que se relacionam com os objetos de outra classe. Para tanto, adotou-se as cardinalidades 0..1 (zero ou um), 0..* (zero ou mais) e 1..1 (somente um).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelou-se quatro classes, sendo uma georreferenciada e três convencionais (Quadro 1). A classe “EDIFICACAO” assume a primitiva espacial de polígono por ter, assim, a representação de seus objetos. As demais classes não possuem primitiva geométrica por se tratarem de classes semânticas, isto é, que descrevem conceitualmente a realidade dos dados, mas muitas vezes são armazenadas em tabelas e provenientes de sistemas legados relacionais.

Quadro 1 – Classes modeladas no estudo

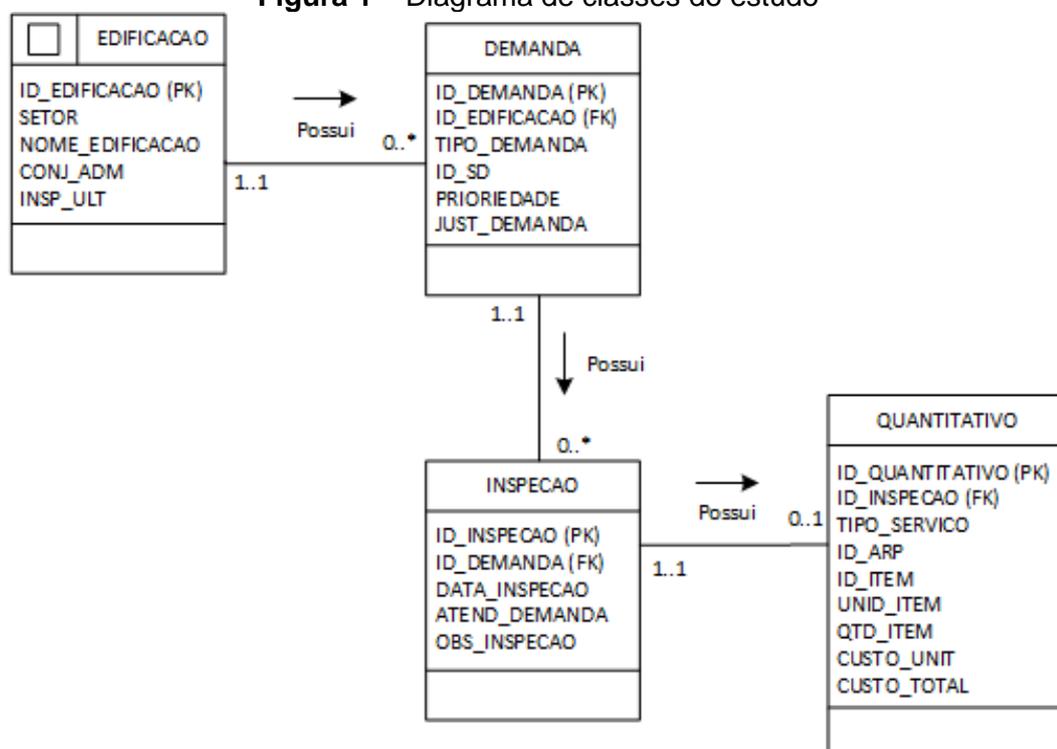
CLASSE	PRIMITIVA	ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
EDIFICACAO	Polígono	ID_EDIFICACAO SETOR NOME_EDIFICACAO CONJ_ADM INSP_ULT	Edificação construída na área de estudo
DEMANDA	-	ID_DEMANDA TIPO_DEMANDA ID_SD PRIORIEDADE JUST_DEMANDA	Referente à demanda de manutenção predial registrada pela unidade administrativa responsável pela edificação

INSPECAO	-	ID_INSPECAO DATA_INSPECAO ATEND_DEMANDA OBS_INSPECAO	Referente à inspeção predial realizada na edificação em que houve demanda registrada
QUANTITATIVO	-	TIPO_SERVICO ID_ARP ID_ITEM UNID_ITEM QTD_ITEM CUSTO_UNIT CUSTO_TOTAL	Referente ao quantitativo estabelecido para atender a demanda de manutenção a partir das medições realizadas durante a inspeção predial

Fonte: Autores (2023)

A Figura 1 ilustra o diagrama de classes produzido. A partir dele é possível observar os relacionamentos existentes entre as classes, sendo todos representados por uma linha contínua que indica associação simples. Essa associação refere-se ao relacionamento entre uma classe georreferenciada e uma convencional, ou ainda, entre duas classes convencionais, e exige a inclusão de atributos-chave nas classes relacionadas, indicando quando um objeto de uma determinada classe deve se relacionar a um objeto de outra classe.

Figura 1 – Diagrama de classes do estudo



Fonte: Autores (2023)

Os atributos “ID_EDIFICACAO”, “ID_DEMANDA” e “ID_INSPECAO” são as chaves da associação simples. Quando identificam unicamente um objeto da classe, os atributos são denominados como chaves primárias e são identificados pela sigla “PK” (*primary key*). Quando fazem referência a um objeto de outra classe, os atributos são denominados como chaves estrangeiras e são identificados pela sigla “FK” (*foreign key*).

A classe “EDIFICACAO” possui, além da chave primária, atributos que indicam o setor correspondente ao objeto, o nome da edificação, o conjunto administrativo responsável e a data da última inspeção realizada. A classe “DEMANDA”, além das chaves primária e estrangeira, possui como atributos, respectivamente, a identificação do tipo de demanda (reforma, manutenção preventiva ou reparo externo), a identificação da solicitação digital registrada no sistema da instituição, o grau de prioridade (baixo, médio, alto ou altíssimo) e a descrição da demanda.

Após o registro de demanda, o setor responsável pela manutenção predial avalia se há necessidade de inspeção no local. Em caso positivo, a classe “INSPECAO” possui como atributos, além dos atributos-chave, a data da realização da inspeção, o indicativo de possibilidade de atender à demanda e as observações anotadas no local.

A partir da afirmativa de atendimento da demanda, elabora-se um levantamento de serviços e materiais necessários, sendo esse representado pela classe “QUANTITATIVO”. Além das chaves de associação, a classe possui atributos que identificam, dentro das formas de contratação da instituição, o quantitativo dos itens destinados à manutenção predial relacionada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o objetivo proposto inicialmente foi alcançado, visto que as classes, os atributos e os relacionamentos expostos no esquema conceitual são suficientes para a formulação de um banco de dados destinado ao gerenciamento das edificações na área de estudo.

Além disso, cabe destacar que o modelo apresentado foi capaz de abstrair a realidade da gestão de manutenção predial da instituição para os dados, ampliando as possibilidades de coleta, armazenamento, visualização e análise de informações. Isto contribui diretamente para a eficiência da gestão, permitindo a implementação de

uma cultura preventiva que não apenas melhora a qualidade dos ambientes, mas também direciona recursos de forma estratégica.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15575-1 Edificações habitacionais – Desempenho: Parte 1: Requisitos gerais**. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSIS, R. C. T. *et al.* A gestão da manutenção predial e sua contribuição à vida útil das edificações. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 22-29, 11 jan. 2023.

BACK, G. B. **O uso de SIG como ferramenta de apoio na gestão da manutenção predial do Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima**. 2022. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

BARBOSA, A. M. S. *et al.* A gestão de facilities na manutenção de uma instituição pública. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 16, n. 3, p. 129-146, 23 out. 2020.

BRANDÃO, N. L. S.; SANTOS, D. G. Manutenção predial em edificações públicas: Um mapeamento sistemático da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8.

SANTOS, L. G. S. **Avaliação da Manutenção Predial em Instituições Federais de Educação Superior: um estudo de caso**. 2021. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração Universitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SILVA, A.; ANDRADE, J. **Gestão da manutenção predial: estudo de caso na UFSC Campus Blumenau**. 2021. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração Pública, Universidade Federal de Santa Catarina, Indaial, 2021.

SOUSA, C. E. S. **Eficiência econômica na gestão da manutenção predial na Universidade de Brasília**. 2022. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

UFSC. **Boletim de dados da UFSC**. 2022. Disponível em: <https://dpgi-seplan.ufsc.br/files/2023/05/Boletim-de-Dados-2022-versão-final.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023.

VIEIRA, F. N. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das cidades**. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Capítulo 3

**A PERDA AUDITIVA EM MARCENEIROS:
PROPOSTA DE UM MODELO DE PREDIÇÃO
COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO**

Jesimiel Pinheiro Cavalcante

Robson da Silva Magalhães

Amanda Thais P.C Cavalcante

Walcler de Lima Mendes Junior

Jesana Batista Pereira

A PERDA AUDITIVA EM MARCENEIROS: PROPOSTA DE UM MODELO DE PREDIÇÃO COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO¹

Jesimiel Pinheiro Cavalcante

Doutorando SOTEPP-UNIT-AL, Prof. do IFAL, jesimielpinheiro@ifalpalmeira.edu.br

Robson da Silva Magalhães

Dr. em Eng. Industrial UFBA, Prof. Adj. UFSB, robson.magalhaes@gfe.ufsb.edu.br

Amanda Thais P.C Cavalcante

*Doutor em Planejamento Urbano e Regional (UFRJ), Prof. SOTEPP -UNIT-AL,
walclerjunior@hotmail.com walclerjunior@hotmail.com*

Walcler de Lima Mendes Junior

*Pós-Doutorado em Estudos Interdisciplinares sobre Mulheres, Gênero e Feminismo
UFBA, jesana.batista@souunit.com.br*

Jesana Batista Pereira

*Especialista em Enfermagem do Trabalho pelo Universidade Cândido Mendes,
amandathais1982@gmail.com*

RESUMO

Na atividade de marcenaria, são utilizadas diversas máquinas e equipamentos que produzem ruídos. Esses ruídos podem atingir níveis excessivos, podendo provocar sérios prejuízos à saúde, dependendo do tempo de exposição e do nível de ruído ao qual um trabalhador está exposto, bem como da sensibilidade ao ruído de cada indivíduo. A Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) e os problemas associados a ela, podem se manifestar imediatamente ou gradualmente. Como existe uma escassez nos dados sobre exposição ao ruído e adoecimento, este estudo tomou como base para a metodologia marcenarias do município de Palmeira dos Índios – Alagoas, com análise de exames de audiometria em 24 trabalhadores. A partir destes dados, foi

¹ Apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 15 a 17 de setembro de 2021.

elaborada uma estrutura de modelo baseada na Regressão Linear Múltipla (RLM) com a predição do Limiar Auditivo (LA), em função do Tempo Total de Exposição na Função (TE), bem como da Idade Biológica (IB). A partir da RLM, é apresentado um modelo de predição matemática que poderá servir como ferramenta de apoio a programas de prevenção de PAINPSE em trabalhadores de marcenarias. A utilização do modelo matemático poderá ser um instrumento para a redução do adoecimento auditivo, melhoria da qualidade de vida no trabalho e a melhora na produtividade das marcenarias.

Palavras-chave: Perda auditiva. Prevenção. Ruído, Riscos.

ABSTRACT

In the woodworking activity, several machines and equipment that produce noise are used. These noises can reach excessive levels and can cause serious damage to health, depending on the time of exposure and the level of noise to which a worker is exposed, as well as the sensitivity to noise of each individual. High Sound Pressure Induced Hearing Loss (PAINPSE) and the problems associated with it may manifest immediately or gradually. As there is a scarcity of data on exposure to noise and illness, this study was based on the methodology of woodworking in the municipality of Palmeira dos Índios – Alagoas, with analysis of audiometry tests in 24 workers. From these data, a model structure based on Multiple Linear Regression (MLR) was elaborated with the prediction of the Auditory Threshold (AT), as a function of the Total Time of Exposure in the Function (ET), as well as the Biological Age (BI). From the RLM, a mathematical prediction model is presented that can serve as a tool to support PAINPSE prevention programs in carpentry workers. The use of the mathematical model can be an instrument for the reduction of hearing sickness, improvement of the quality of life at work and the improvement in the productivity of carpentry.

Keywords: Hearing loss. Prevention. Noise, Risks.

INTRODUÇÃO

As atividades de marcenarias utilizam diversas máquinas e equipamentos em seus processos, estas, quando utilizadas, expõem os marceneiros à diversos fatores de riscos de doenças e acidentes. O ambiente de trabalho em marcenaria oferece uma série de riscos à saúde (MEIRA et al., 2012). Conforme o Anexo II da Norma Regulamentadora 7 (NR-7), são considerados sugestivos de Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) os casos cujos audiogramas, nas frequências de 3000 e ou 4000 e ou 6000 Hz, apresentem Limiar Auditivo (LA) acima de 25 dB (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2011). A segurança do

trabalho busca entender os fatores físicos, químicos e biológicos e as interações desses fatores no processo que produz o acidente e tem como princípio: prevenir através de medidas antecipadas a integridade física do trabalhador (SOUZA, 2017). Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), divulgado no final de 2015, o Brasil é o 3º país do mundo com mais registros de mortes por acidentes e doenças de trabalho (SILVA et al., 2015). Para Quirino (2017), a preocupação com estes dados em relação à segurança e saúde do trabalho tem assumido relevância nas atividades industriais, devido ao elevado número de acidentes e doenças do trabalho. Como os marceneiros trabalham com ferramenta e equipamentos que emitem ruídos, o risco de contrair a doença do trabalho Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) é muito grande. Segundo Santos & Almeida (2015), os marceneiros estão expostos em suas atividades ao contato com máquinas perigosas que emitem em outros agentes de riscos, o ruído, que pode levar a PAINPSE. A indústria concentra os processos de trabalho mais comumente vinculados à exposição prolongada de trabalhadores ao ruído devido ao uso de máquinas e equipamentos que podem levar a perda auditiva (CAVALCANTE; FERRITE; MEIRA, 2012). O adoecimento através da exposição indevida ao ruído tem como consequências além da PAINPSE, outros problemas de saúde como: doenças de ordem psicológica, incômodo, estresse, distúrbios na comunicação e no desempenho de tarefas mentais (SILVA, 2013). A vida social dos marceneiros também é afetada em decorrência da PAINPSE, na qual atividades como atenção ao dirigir veículos e a comunicação no dia a dia sofrem mudanças. Desta forma, este artigo propõe um modelo para auxiliar a previsão de PAINPSE em marceneiros e fornecer subsídio para tomada de decisão para a implantação de medidas preventivas.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa tem como metodologia uma pesquisa de campo de caráter quantitativo, exploratório através de exames audiométricos em 24 marceneiros e ajudantes de marcenaria que trabalham em 12 das 17 pequenas marcenarias no município de Palmeira dos Índios-Alagoas. Foram realizadas 24 audiometrias, na qual nenhum tipo de identificação dos respondentes será divulgado conforme combinado

com cada participante, que participaram de forma voluntária, cumprindo as recomendações da Resolução 510/2016(MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS, 2016).

A partir dos resultados apresentados nos laudos, construiu-se a Tabela 01 que registra os valores dos Limiares Auditivos (LAs), tanto para a Orelha direita (OD), como para a Orelha esquerda (OE) de cada trabalhador. Os resultados são apresentados para as frequências 3.000 ou 4.000 ou 6.000 Hz, bem como o respectivo Tempo Total de Exposição na Função (TE) e a IB do trabalhador.

Tabela 01 – Resultados dos Limiares Auditivos em dB

Trabalhador	TE (anos)	Idade (anos)	Orelha Direita			Orelha Esquerda		
			Frequência					
	TE(Anos)	Idade (Anos)	3kHz	4kHz	6kHz	3kHz	4kHz	6kHz
1	1	19	15	15	25	10	10	15
2	7	33	15	15	20	10	5	10
3	23	40	25	35	30	25	40	40
4	25	38	25	40	25	25	35	30
5	26	40	15	40	20	20	35	10
6	27	46	30	45	55	45	35	40
7	24	49	15	20	25	30	20	40
8	26	43	45	50	50	55	50	55
9	25	44	20	15	45	20	25	20
10	3	21	20	20	25	10	20	20
11	30	43	40	55	30	55	55	55
12	29	45	45	50	40	60	45	50
13	2	20	15	15	10	15	20	15
14	7	27	20	25	20	15	25	20
15	27	43	40	50	45	30	35	40
16	35	58	50	65	40	35	40	45
17	29	45	40	50	35	35	45	30
18	30	46	35	45	40	35	35	40
19	19	36	35	40	35	30	35	30
20	8	25	25	25	20	20	25	15
21	12	30	25	30	30	35	30	35
22	15	35	30	35	35	35	40	35
23	11	25	25	30	25	25	25	30
24	20	40	35	40	35	40	45	40

Fonte: o autor

Após a construção da Tabela 1, com o auxílio do *software* Minitab foram realizadas com base na Regressão Linear Múltipla (RLM) para a predição do Limiar Auditivo (LA), em função do Tempo Total de Exposição na Função (TE), bem como da Idade Biológica (IB). Foram analisados os pressupostos de

normalidade, homoscedasticidade, multicolinearidade que foram atendidas para a construção final do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados (Tabela 2), verifica-se uma média correlação entre o TE e o LA, tanto na orelha esquerda quanto na orelha direita, sendo mais representativa na frequência de 4000 Hz, com ρ de 0,663 na orelha direita. Entre a IB e o LA existe uma correlação média, sendo que a frequência de 4000 Hz é a mais representativa na orelha direita com ρ de 0,606. O p -valor foi inferior a 0,05 quando consideradas todas as variáveis.

Tabela 2 – Correlação de Pearson

Frequência	Orelha	Correlação com o LA			
		TE (anos)		Idade (anos)	
		Pearson	p-valor	Pearson	p-valor
3(kHz)	Direita	0,545	0,006	0,505	0,012
	Esquerda	0,537	0,007	0,484	0,017
4(kHz)	Direita	0,663	0,002	0,606	0,002
	Esquerda	0,569	0,004	0,529	0,008
6(kHz)	Direita	0,597	0,002	0,604	0,002
	Esquerda	0,512	0,010	0,485	0,016

Fonte: o autor

A correlação de Pearson entre variáveis de entrada e de saída estão demonstrados na (Tabela 3), com uma forte correlação entre a variável de saída e as de entrada, sendo 0,929 entre a variável de entrada TE e a de saída LA, e 0,877 entre a variável de entrada IB e a de saída LA.

Tabela 3 – Correlação de Pearson

Variável de saída	Correlação	Variáveis de entrada	
		TE (anos)	Idade (anos)
LA (anos)	Pearson	0,929	0,877
	p-valor	0,000	0,000

Fonte: O Autor

Neste modelo foi aplicado a restrição dos modos de falhas não significantes utilizando a correlação entre as variáveis de saída e entrada. Na (Tabela 4), foi verificado o p -valor da IB de 0,620 superior a 0,05, constatando que os valores do V

IF_j estão abaixo de 10, demonstrando uma possível não dependência entre as variáveis independentes IB x LA, porém para ser descartada necessita de outras análises não realizadas neste estudo.

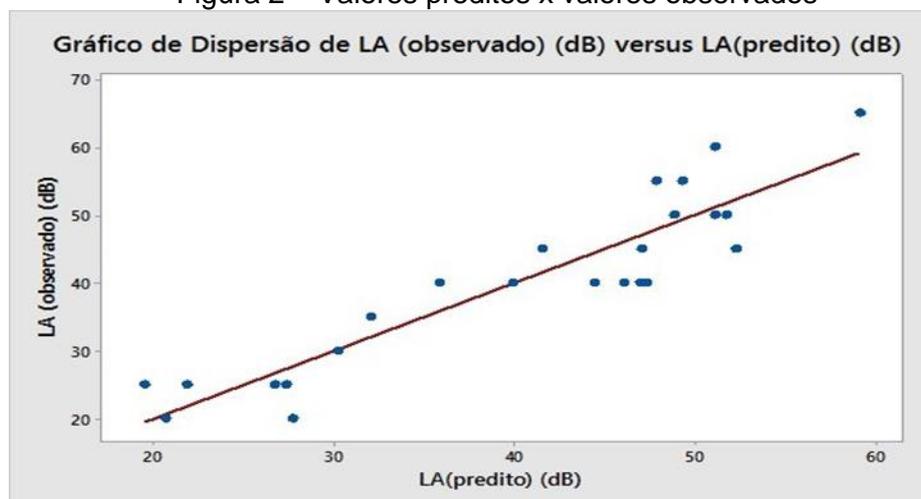
Tabela 4 – Fator de inflação da variância

Variável Predictoras	Coefficiente	VIF	p-valor
TE (anos)	0,328	9,78	0,007
Idade (anos)	0,332	9,78	0,620

Fonte: O Autor

Na Figura 2 é mostrada uma comparação dos valores preditos do LA respectivamente, pelos valores observados com as variáveis de entrada IB e TE. Os valores preditos estão dispostos em linha diagonal, indicando uma linearidade satisfatória, ou seja, as previsões dos LAs, estão se aproximando dos valores reais observados nas audiometrias.

Figura 2 – Valores preditos x valores observados



Fonte: O Autor

Verifica-se na (Tabela 5) que o coeficiente de determinação múltipla R^2 , apresentou um valor de 84,65 %, isto implica que 84,65 % das variações no LA pode ser explicado através das variáveis independentes que constam no modelo. A mesma análise pode ser feita para a avaliação do R^2_{aj} que apresentou um valor de 83,19 %.

Tabela 5 – Análise dos coeficientes de RLM

Modelo	R^2	R^2_{aj}	p-valor
LA	84,65	83,19	0,000

Fonte: O Autor

Levando em consideração as duas variáveis de entrada TE e IB, obtivemos o seguinte modelo para predição do LA:

$$LA = 15,37 + 0,970 \cdot TE + 0,167 \cdot IB, \quad eq (1,0)$$

onde T_E é o tempo de exposição ao ruído na função de moveleiro, I_B é a idade biológica do trabalhador e L_A é o Limiar auditivo que indica a sugestão de PAINPSE, quando acima de 25 dB. O modelo apresentado demonstra que as variáveis TE e IB são significativas para a predição da PAINPSE, sendo a variável TE mais significativa. Verifica-se que linearmente há um aumento de LA com o aumento do TE. A variável IB fornece resultados divergentes para amostras com o mesmo TE porém com IB diferentes, demonstrado que quanto maior a IB, maior a tendência de aumento do LA.

CONCLUSÃO

O modelo proposto foi devidamente analisado estatisticamente, onde ficou demonstrado a proximidade entre valores preditos e valores reais observados. Comprovando a hipótese de predição de PAINPSE e que o modelo proposto é adequado para a situação. A análise demonstrou que as variáveis independentes Idade Biológica (IB) e Tempo Total de Exposição na Função (TE) apresentaram significância no modelo atendendo a todos os pressupostos de RLM de Normalidade, Linearidade, Multicolinearidade, Homocedasticidade, fator de inflação da variância, Correlação de Pearson. O uso deste modelo poderá auxiliar na tomada de decisão quanto a mudança de postura na exposição ao ruído.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, F.; FERRITE, S.; MEIRA, T. C. Exposição ao Ruído na Indústria. n. 1, p. 1364–1370, 2012.

MEIRA, T. C. et al. Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador. **InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 26–45, 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora n.7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. n. 7, p. 1–16, 2011.

QUIRINO, R. Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho: Interseccionalidade com as Relações de Gênero. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 3, p. 51–66, 2017.

SANTOS, M.; ALMEIDA, A. Principais riscos e fatores de risco ocupacionais dos marceneiros e carpinteiros, bem como doenças profissionais associadas e medidas de proteção recomendadas. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional**, 2015.

SILVA, A. DA et al. **Saúde e Segurança do Trabalho na Construção Civil Brasileira**. Aracajú: J. Andrade, 2015.

SILVA, J. A. R. DE O. A flexibilização da jornada de trabalho e seus reflexos na saúde do trabalhador. **Revista do Tribunal Regional do Trabalho da 15ª Região**, n. 42 jan./jun., p. 127–156, 2013.

SOUZA, M. DA S. **A Engenharia de Segurança do Trabalho em uma empresa de Cacoal: empresa no segmento de pré-moldados em concreto.2017. 86f.Trabalho de Conclusão de Curso.** , 2017.



Capítulo 4
SCRIPT EM PYTHON PARA A RESOLUÇÃO DE
SISTEMAS LINEARES

Maria Luiza Rodrigues da Silva
Hugo Rodrigues da Silva

SCRIPT EM PYTHON PARA A RESOLUÇÃO DE SISTEMAS LINEARES

Maria Luiza Rodrigues da Silva

*Discente do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Porto Velho Calama,
rodriguesmarialuiza950@gmail.com*

Hugo Rodrigues da Silva

*Discente do Bacharelado em Engenharia Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Porto Velho Calama,
ugohsilva00@gmail.com*

RESUMO

O presente trabalho é fruto da junção de três áreas do conhecimento e possui como objetivo a elaboração de um script simples e eficiente para a resolução de equações lineares utilizando conceitos básicos de Python e conhecimento sobre manipulação de matrizes, tornando a tarefa para encontrar as soluções mais interativas, convenientes e automatizadas.

Palavras-chave: Python. Sistemas Lineares. Modelagem Matemática. Matrizes

INTRODUÇÃO

A modelagem matemática é um processo dinâmico utilizado para a validação de um modelo onde o pesquisador generaliza uma situação problema e através dessa generalização obtém uma representação escrita em códigos e símbolos matemáticos. (RANGEL, 2011)

O estudo da modelagem matemática permite a previsão de comportamento dinâmico e estacionário de um processo, incluindo condições não testadas empiricamente, possibilitando a determinação de condições operacionais do sistema, avaliando o projeto e o ajuste de algoritmos de controle, no qual o modelo matemático

formulado passa a ser parte integrante do mesmo. Uma etapa essencial no desenvolvimento de qualquer modelo é a formulação das equações de balanço de massa e energia, podendo-se incluir relações que representam taxas de reação química, as taxas de transferência de calor e massa e alterações de propriedades do sistema. Essas equações constituem a base para a descrição quantitativa do processo e compreende o modelo matemático básico (BUCIOR, 2015).

Diversos modelos matemáticos podem ser descritos através de equações lineares, que correspondem a sistemas com n equações com n variáveis e com a crescente evolução dos computadores e das tecnologias da informação e comunicação, tornou-se conveniente a união do conhecimento prévio do aluno às tecnologias para a resolução desses sistemas, otimizando tempo facilitando a construção de conhecimento (MONTICELI, 2015; PASSOS, 2018)

A linguagem Python apresenta-se como uma alternativa gratuita à softwares pagos, pois se caracteriza como uma linguagem com alto nível de orientação a objeto de tipagem dinâmica e interativa. O Python possui uma sintaxe clara e concisa, que favorece a legibilidade do código fonte, incluindo diversas estruturas que possibilitam a elaboração de sistemas e scripts para a automatização de tarefas e processos. Além de possuir uma vasta coleção de módulos prontos, ainda há a possibilidade de uso de módulos elaborados por terceiros (BORGES, 2014), aumentando ainda mais a usabilidade da linguagem para a resolução de problemas de diversas natureza.

Com isso posto, o presente trabalho objetiva a descrição de um script escrito em python que possibilita de forma intuitiva e dinâmica a resolução de sistemas lineares através de sua forma matricial.

METODOLOGIA

Buscou-se entender como a linguagem Python reconhece alguns conceitos como Matrizes, operações matemáticas e equações lineares. Com essas informações junto a bibliotecas externas buscou-se elaborar uma forma intuitiva para a inserção de valores.

A elaboração dos script se deu em três etapas, foram elas: Inserção da matriz A, inserção da matriz b e obtenção da matriz X.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conceitos introdutórios

Um sistema linear é composto por m equações com n incógnitas, onde através de operações como permutação, multiplicação e soma é possível determinar, através da manipulação das equações, os valores das incógnitas (caso se caracterize como um Sistema Possível Determinado). Podemos observar na figura 1 um exemplo de sistema linear, composto por 3 equações e 3 incógnitas.

Figura 01: Sistema linear com 3 equações.

$$\begin{cases} 2x + y - 3z = 9 \\ x - 3y + 2z = 7 \\ 3x - 5y + z = 8 \end{cases}$$

Fonte: Dos autores, 2023

Um sistema linear pode ser representado através de matrizes, que organiza os elementos de forma lógica facilitando a consulta de informações. Observa-se na figura 02 a representação matricial do sistema demonstrado na figura 01.

Figura 02: Representação matricial de um sistema.

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & -3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 3 & -5 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 7 \\ 8 \end{bmatrix}$$

Fonte: Dos autores, 2023

Outra forma de representar a resolução desse sistema se dá através da equação 1

$$A \times X = b \quad (1)$$

Onde A corresponde a matriz A , X corresponde a matriz de incógnitas e b corresponde a matriz b . Então, efetuando a resolução da equação 1 através de operações matriciais podemos obter o valor de todas as incógnitas de um sistema linear. O uso da representação matricial de sistemas lineares é conveniente pois podemos representar sistemas com grandes quantidades de incógnitas de forma mais intuitiva fazendo uso desse recurso.

A linguagem de programação Python dispõe de um recurso nativo conhecido como “Listas”, que permite a criação de uma coleção com valores ordenados, permitindo o armazenamento de diversos valores em uma única variável. Para elucidar esse conceito, na figura 03 encontra-se um exemplo de lista em Python.

Figura 03: Exemplo de lista em Python

```
1 Lista = ['1', '2', '3', '4', '5']
```

Fonte: Dos autores, 2023

Podemos, através desse recurso, representar uma matriz, onde a mesma, na linguagem Python, caracteriza-se como sendo uma lista dentro de outra lista. Basicamente, cada valor de uma lista corresponderá uma lista, onde a mesma corresponderá aos valores de uma linha da matriz. Na figura 04 observa-se a representação, em Python, da matriz A, expressa na figura 02.

Figura 04: Representação em Python de uma matriz.

```
1 Matriz_A = [['2', '1', '-3'],  
2            ['1', '-3', '2'],  
3            ['3', '-5', '1']]
```

Fonte: Dos autores, 2023

Apesar do Python possuir uma forma de identificar matrizes, a disponibilidade de recursos nativos para a manipulação da mesma é bem limitada. Para contornar isso, fez-se uso de bibliotecas externas que possuem alta performance na manipulação de matrizes.

Para auxiliar na manipulação de matrizes utilizou-se a biblioteca NumPy, que dispõe de mecanismos rápidos e versáteis, de vetorização, indexação e transmissão de matrizes, enquanto para a resolução algébrica da equação 1, utilizou-se a biblioteca SciPy, que oferece algoritmos para a resolução de diversos tipos de problemas, incluindo a resolução de equações algébricas.

Com isso, a primeira etapa para a construção do script foi efetuar a importação das bibliotecas que serão utilizadas, onde a mesma pode ser observada na figura 05.

Figura 05: Importação das bibliotecas.

```
1 import numpy  
2 from scipy import linalg
```

Fonte: Dos Autores, 2023

Por motivos de organização, o script foi dividido em três estruturas. A primeira delas é responsável por definir o método de captação da matriz A, a segunda é responsável por captar os valores da matriz b. Com os valores de ambas as matrizes, torna-se possível, com auxílio das bibliotecas anteriormente citadas, a obtenção dos valores que constituem a matriz X, tal obtenção ocorre através das linhas de códigos contidos na terceira e última estrutura do script.

Inserção da matriz A

A primeira estrutura do código, responsável pela captação dos valores constituintes da matriz A, pode ser observada na figura 06.

Figura 06: Estrutura responsável pela captação da matriz A

```
4 def matriz_A(n_linha):
5     Matriz = []
6     y = 1
7     while len(Matriz) != n_linha:
8         print('insira os elementos da linha', y)
9         y = y+1
10        n = input('>: ').split(' ')
11        Matriz.append(n)
12        n = []
13    return Matriz
```

Fonte: Dos Autores, 2023

Observa-se na linha 4, a definição da função “matriz_A”, nota-se ainda na mesma linha, a criação do parâmetro “n_linha”, que será usado posteriormente para a delimitação das linhas presentes na matriz A.

Nas linhas 5 e 6, define-se respectivamente a lista responsável por armazenar os valores das linhas da matriz A e a variável y, que será responsável por indicar qual linha da matriz deve ser inserida, tornando a inserção de elementos mais intuitiva e interativa.

Na linha 7, usa-se a função “while” para empregar um laço de repetição, onde enquanto a quantidade de elementos da matriz A (equivalente ao número de colunas de uma matriz) não for igual ao parâmetro “n_linha” continuará havendo a coleta de valores para a matriz A. Tal critério é definido ainda na linha 7, através da condição “len(Matriz) != n_linha”, onde a função “len()” é a responsável pela determinação da quantidade de elementos presentes na matriz A.

Nas linhas 8 e 9, são definidos elementos para aumentar a interatividade com o usuário. Na linha 10, há a definição da variável “n”, que será responsável pela

captação e separação dos elementos das linhas da matriz A. A variável se define pela junção da função “input()”, que basicamente capta as entradas do usuário, com o método “.split()” que é responsável por separar as entradas e distribuí-las em uma lista. Nota-se que o método “.split()”, possui como parâmetro “(‘ ’)”, isso significa que os valores coletados serão separados por um espaço entre si. Por motivos de exemplificação, observa-se, na figura 07, o funcionamento da variável “n”.

Figura 07: Funcionamento da variável n

```
>: 5 4 3 2 1
['5', '4', '3', '2', '1']
```

Fonte: Dos Autores, 2023.

Temos então, com base no comportamento das matrizes na linguagem python, que a variável “n”, corresponde às linhas das matrizes. Com isso, resta basicamente adicionar essa linha à matriz, isso se dá através do método “.append()” que tem como função adicionar um elemento a uma lista. Observa-se na figura 06, na linha 11 o código “Matriz.append(n)”, sendo o mesmo responsável pela adição da lista “n” na lista “Matriz”.

Foi dito anteriormente, que uma matriz, em python, pode ser definida como uma lista dentro de outra lista, portanto, nesse ponto do script tal requisito já foi atingido. Ao fim da estrutura a função retorna os valores da matriz preenchida.

O laço de repetição se mantém até que o número de elementos da lista “Matriz” se iguale ao parâmetro “n_linha”. Tal condição resulta em uma matriz quadrada, estrutura necessária para a realização dos cálculos que serão executados posteriormente.

Inserção da matriz b

A segunda estrutura do script, objetiva a coleta dos valores que constituirão a matriz b e pode ser observada na figura 08.

Figura 08: Estrutura responsável pela captação da matriz.

```
15 def matriz_b():
16     Matriz = []
17     print('insira os elementos da matriz b: ')
18     n = input('>: ').split(' ')
19     Matriz.append(n)
20     n = []
21     return Matriz
```

Fonte: Dos Autores, 2023

Observa-se na figura 02 que a estrutura da matriz *b* consistem em *n* linhas e uma coluna, ou seja, a função “*matriz_b*” não necessita de um laço de repetição como na estrutura anteriormente apresentada. Portanto, a função “*matriz_b*” possui o mesmo princípio da função “*matriz_A*” com exceção da presença do laço de repetição.

Nota-se que, através da estrutura de recolhimento iremos obter uma matriz com *n* colunas e uma linha e, por motivos matemáticos, a matriz *b* deve possuir *n* linhas e uma coluna, ou seja, a transposta da matriz *b*. Para isso, na terceira estrutura serão utilizados elementos capazes de obter a transposta da matriz *b*.

Obtenção da matriz X

A terceira e última estrutura, diferentemente das anteriores, não foi estruturada dentro de uma função. Observa-se na figura 09 as linhas que compõem a mesma.

Figura 09: Estrutura responsável pela obtenção da matriz X

```
23  incognitas = int(input("nº de incógnitas: "))
24  A = matriz_A(incognitas)
25  b = matriz_b()
26  b_matriz = numpy.array(b)
27  b_transposta = numpy.transpose(b_matriz)
28  matriz_X = linalg.solve(A, b_transposta)
29  print("Matriz X: ")
30  print(matriz_X)
```

Fonte: Dos Autores, 2023

Na linha 23 é solicitado o número de incógnitas do sistema de equação, tal valor é necessário para a definição do parâmetro “*n_linha*” utilizado na função “*matriz_A*”, que é chamada, através da definição variável “*A*”, na linha 24.

Posteriormente, na linha 25, é chamada a função “*matriz_b*” que irá recolher os elementos que irão compor a matriz *b*. A biblioteca NumPy dispõe de recursos que possibilitam a obtenção da transposta de uma matriz, porém necessita-se primeiramente definir a lista matriz *b* como, de fato, uma matriz. Isso se dá através do método “.array()” que pode ser observado na linha 26.

Com isso, através do método “.transpose()” podemos obter a transposta da matriz *b* que permite a resolução da equação 1 que se dá através da biblioteca Scipy com o auxílio da função “*linalg*” e do método “.solve()” onde a mesma recebe como parâmetro as variáveis “*A*” e “*b_transposta*”. Por fim, na linha 30, o código retorna o valor da matriz *X*.

Por motivos de demonstração, na figura 10 encontra-se a resolução do sistema apresentado na figura 1.

Figura 10: Resolução de um sistema através de um script elaborado.

```
nº de incógnitas: 3
insira os elementos da linha 1
>: 2 1 -3
insira os elementos da linha 2
>: 1 -3 2
insira os elementos da linha 3
>: 3 -5 1
insira os elementos da matriz b:
>: 9 7 8
Matriz X:
[[15.         ]
 [ 9.42857143]
 [10.14285714]]
```

Fonte: Dos Autores, 2023

CONCLUSÃO

O presente trabalho, fruto da junção de três áreas do conhecimento, busca apresentar uma abordagem simples e eficiente para a resolução de sistemas de equações lineares utilizando conceitos básicos de Python e conhecimento sobre manipulação de matrizes, tornando a tarefa para encontrar as soluções mais interativas, convenientes e automatizadas.

O uso das bibliotecas NumPy e SciPy proporciona recursos poderosos para a manipulação eficiente de matrizes e execução de operadores matriciais, essenciais para resolução de sistemas lineares, sua utilização providencia recursos adicionais de manipulação de matrizes e cálculos numéricos, contribuindo para a precisão e desempenho da solução.

Ainda assim, é importante ressaltar que o código não contempla verificações quanto à existência de solução única ou casos de sistemas singulares. Portanto, é fundamental fornecer corretamente os coeficientes do sistema para garantir resultados válidos.

Em suma, a efetivação apresentada demonstra a utilidade das bibliotecas NumPy e SciPy na resolução de sistemas de equações lineares. Ao aplicar essas bibliotecas, é possível aproveitar recursos de álgebra linear computacional e operações matriciais otimizadas, facilitando a resolução de sistemas lineares em diversos domínios de aplicação. Espera-se que o script proposto seja uma ferramenta

útil para cientistas, engenheiros e pesquisadores que necessitam resolver sistemas de equações lineares de maneira precisa e eficiente.

Com isso, os autores disponibilizam o código em um repositório do GitHub, que pode ser acessado através do link:

`SCRIPT-EM-PYTHON-PARA-A-RESOLU-O-DE-SISTEMAS-LINEARES`.

REFERÊNCIAS

BORGES, L. E. Python Para Desenvolvedores. Novatec Editora, 3 Oct. 2014.

MONTICELI, A.R., BATISTA, F.T., OLIVEIRA, B.F., VICENTINI, L.D., MAPPA, P.C., & RAUSCH, H. (2015). **SOLUÇÃO DE SISTEMAS LINEARES DE EQUAÇÕES APLICANDO COMPUTAÇÃO PARALELA EM PYTHON**.

PASSOS, D. da S., VENEGA, V. de S., ROCHA, M. L. (2018). **SOFTWARES PARA SUPORTE NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DO USO NAS INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS**. REVISTA CEREUS, 9(4), 2-18.

RANGEL, W. S. A. **Projetos de modelagem matemática e sistemas lineares: contribuições para a formação de professores de matemática**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.



Capítulo 5
PROTÓTIPO, OPEN-SOURCE, PARA
EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COM
RASTREADOR SOLAR TENDO DOIS GRAUS DE
LIBERDADE NOS EIXOS

Marcos Camargo Lima Filho

Paulo Alexandre C. Rocha

Marcial Porto Fernández

Luciana O. Pimentel

PROTÓTIPO, *OPEN-SOURCE*, PARA EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COM RASTREADOR SOLAR TENDO DOIS GRAUS DE LIBERDADE NOS EIXOS

Marcos Camargo Lima Filho

Engenheiro mecânico com ênfase em petróleo e gás, possui pós-graduação em segurança do trabalho, manutenção industrial, automação e IoT. Bolsista no mestrado em ciência da computação, com foco em IA, IoT e soluções inclusivas.

Tem experiência em auditorias, treinamento e desenvolvimento de serviços industriais, participou de projetos acadêmicos da SAE e projetos nacionais, sendo premiado nas áreas de instalações e segurança em GLP nos anos 2020, 2021 e 2022 do Prêmio GLP inovação e tecnologia. Pesquisador da UECE, Fortaleza-CE

marcos.camargo@aluno.uece.br

Paulo Alexandre C. Rocha

Engenheiro químico com distinção, mestrado e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Realizou estágios pós-doutorais na University of California San Diego e na Universidade de Guelph e Waterloo, no Canadá.

Experiência concentra-se em Mecânica dos Fluidos e Energia Solar Térmica, com foco em energias renováveis, incluindo usinas heliotérmicas e sistemas de energia solar. Professor Associado IV no Departamento de Engenharia Mecânica da UFC.

Pesquisador LESGN, CNPQ, UFC, Fortaleza-CE, paulo.rocha@ufc.br

Marcial Porto Fernández

Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ), e um pós-doutorado na Technische Universität Berlin TU-Berlin. Professor Associado na Universidade Estadual do Ceará (UECE) e pesquisa em Computação Distribuída, com foco em HPC, IoT, ML e DL distribuído. Experiência em projetos para empresas como Nokia, HPE e Del, colaborou no Projeto Cinturão Digital do Ceará (2007-2011).

Pesquisador LASID, CNPQ, UECE, Fortaleza-CE, marcial.fernandez@uece.br

Luciana O. Pimentel

Graduada em Nutrição com especialização em gestão da qualidade, possui experiência em liderança de equipes e no planejamento em contextos industriais e hospitalares. Cofundadora da Empresa Jr. de Nutrição da UECE. Em 2024 concluirá o curso de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário Estácio do Ceará. Recebeu o Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia na categoria Projetos de Instalações em 2022. Graduanda, UNESA, Fortaleza-CE, 202002177608@alunos.estacio.br

RESUMO

Visando aproximar estudantes de aplicações relacionadas à engenharia, este artigo apresenta o desenvolvimento de protótipo didático para rastreamento solar com dois eixos. Esse dispositivo possibilita o ensino sobre a incidência solar em determinado ponto terrestre, e permite o entendimento sobre possíveis aprimoramentos de sistemas fotovoltaicos com melhora na captação dessa incidência, utilizando tanto luz artificial em sala de aula e realização de ensaios de campo para obtenção de dados reais com luz solar. O desenvolvimento adota *hardware* e *software*, código aberto (*Open-Source*), utilizando algoritmo em C++ para controle, por exemplo, de sensores que determinam os movimentos dos servomotores responsáveis pelo reposicionamento do sistema a fim de melhorar a incidência. Fomentar o incentivo ao uso de plataformas livres no desenvolvimento de dispositivos tecnológicos, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular Brasileira, que enfatiza a necessidade no aprofundamento do conhecimento científico e a busca por soluções para desafios da sociedade e desenvolvimento das habilidades proporcionando experiência prática aos estudantes, combinando conhecimentos de engenharia, computação, física, matemática e outras disciplinas.

Palavras-chave: Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Código aberto; Energia Renovável, Engenharia didática.

ABSTRACT

This with the aim of bringing students closer for engineering-related applications, this article presents the development of a didactic prototype for solar tracking with two degrees of freedom in its axes. This device enables the teaching about of solar incidence at a specific location and provides an understanding of potential enhancements in photovoltaic systems by improving the capture of this incidence. It allows for the use of both artificial light in the classroom and field tests to obtain real data using sunlight. The development of this prototype adopts open-source hardware and software, utilizing a C++ algorithm to control, for example, sensor data that determines the movements of

the servomotors responsible for repositioning the system to achieve optimal incidence. Another objective is to promote the encouragement of using open platforms in the development of technological devices, in line with the Brazilian National Common Curricular Base, which emphasizes the need for deepening scientific knowledge and the search for solutions to societal challenges and skill development. This approach will provide a hands-on experience for students, combining knowledge from engineering, computer science, physics, mathematics, and other disciplines.

Keywords: Renewable Energy; Natural Sciences and their Technologies; Open-Source; didactic engineering.

INTRODUÇÃO

Considerando que no Brasil todo existe uma incidência solar significativa, se considerados a países nos extremos dos polos e dos trópicos, em especial no Nordeste que segundo o coordenador da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Jonas Becker (2022), essa região terminou o primeiro semestre de 2022 com 233 mil sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio portes instalados. E que atualmente se faz necessário cada vez mais ampliar a gama de pessoas interessadas em estudar e entender cada vez mais sobre o melhor uso das energias renováveis, fazendo-se necessário buscar desde a escola o “recrutamento” de novos visionários e entusiastas.

Conforme consta no inciso II da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), supõe-se o uso e aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade. Ainda conforme a BNCC no item ensino médio Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), avaliar o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais. (BRASIL, 2023)

Nessa linha, plataformas *Open-Source* como Arduíno, tem ganhado cada vez mais espaço nas escolas que não possuem espaço físico como laboratórios, e essa por ser uma plataforma de código aberto com *software* e *hardware* de ampla utilização,

mostra-se uma possibilidade de tecnologia versátil e simplificada para professores e alunos participarem de ações práticas ou simuladas em sala.

OBJETIVOS

Desenvolver do algoritmo a construção de protótipo (tendo dois graus de liberdade nos eixos e sistema Open-Source embarcado), sendo capaz de simular o movimento solar através de luz artificial e da luz solar (incidência real do sol). Ser possível sua aplicação por professores e alunos em atividades que possam ser realizadas na sala de aula ou em campo, exemplificando a possibilidade de captação solar por placas fotovoltaicas, cilindros cônicos e parabólicos para geração de energia elétrica limpa e tendo o sol como fonte renovável. Auxiliar na percepção de pontos sobre o ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) nº 4 propostos pela ONU (Organização das Nações Unidas) para serem alcançados até 2030.

MATERIAIS, MÉTODOS E DESENVOLVIMENTO

Na construção e desenvolvimento do protótipo, assim como na criação do algoritmo, foram utilizadas ferramentas elétricas, eletrônicas e mecânicas, tais como: *Notebook, smartphone, internet* de banda larga, furadeira, micro retífica, multímetro, metalon, solda com eletrodo revestido, solda de estanho, ferro de solda, sugador, soprador de ar quente, arco de serra, componentes eletrônicos (LED, LDR, módulos, placas), bateria selada 6 V, fonte externa de 9V, extensão elétrica e lanterna.

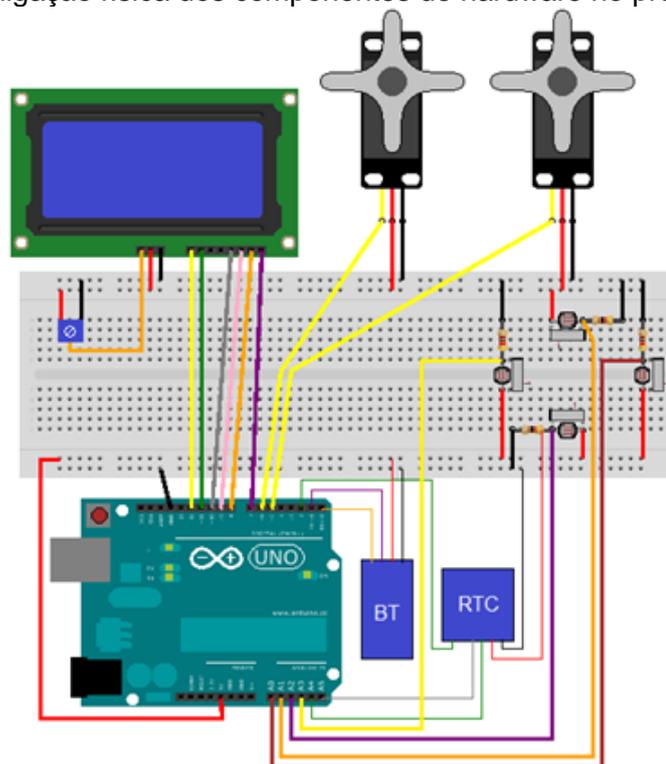
Principais *softwares* utilizados: VBB (Virtual Breadboard), IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino, *Sun Earth Tools* (Site com emulador que gera sombra conforme ângulos da geolocalização determinada), PuTTY, *Compass* (Bússola utilizando o sensor magnético do smartphone), Terminal Bluetooth (App), Clinometer with *bubble level* (App smartphone).

O reposicionamento da placa fotovoltaica em tempo real (ou intervalo pré-definido), sem aplicação direta das equações baseadas nos ângulos (Azimute, Zênite e da declinação solar) ou intervenção humana, só se torna possível utilizando algoritmo que permita que um microcontrolador realize a leitura de dados obtidos por sensores e através da lógica definida, possa determinar quais os ângulos o sistema devera reposicionar os dois eixos, buscando a direção de maior incidência

solar e permitir que o sistema possua movimentação angular de Norte a Sul em um servomotor, eixo, e no outro eixo de Leste a Oeste, sendo ambos com possibilidade de inclinação de 0 a 180°, ou seja, tendo dois graus de liberdade nos dois eixos do sistema.

Admitindo-se que o protótipo tenha de ser de fácil replicação e utilize plataforma Open-Source, buscou-se as placas Arduino, pois entre seus principais modelos as configurações e dimensões diferentes e visando utilizar o microcontrolador ATmega328, utilizou-se a placa Uno que preenche requisitos necessários ao projeto com sua configuração de: 14 pinos digitais de entrada / saída e seis deles podem operar como saídas PWM (controle de servomotores), seis entradas analógicas, uma conexão USB, plug ICSP, botão *reset* e um conector P2 fêmea para alimentação com 5V, já estão incorporados na placa e atenderá a premissa *Open-Source*. É necessário a utilização de dispositivos eletrônicos para o controle de direcionamento dos ângulos dos servomotores realizado através da diferença de potencial entre os sensores LDRs. comunicação remota, utiliza-se o módulo Bluetooth HC-06 permitindo aquisição de dados também pelo computador ou smartphone. Instalado também um módulo RTC para registro de horários e datas de cada coleta de dados pelo dispositivo durante ensaio.

Figura 1 – Layout e ligação física dos componentes de hardware no protótipo em protoboard



Fonte: Autores

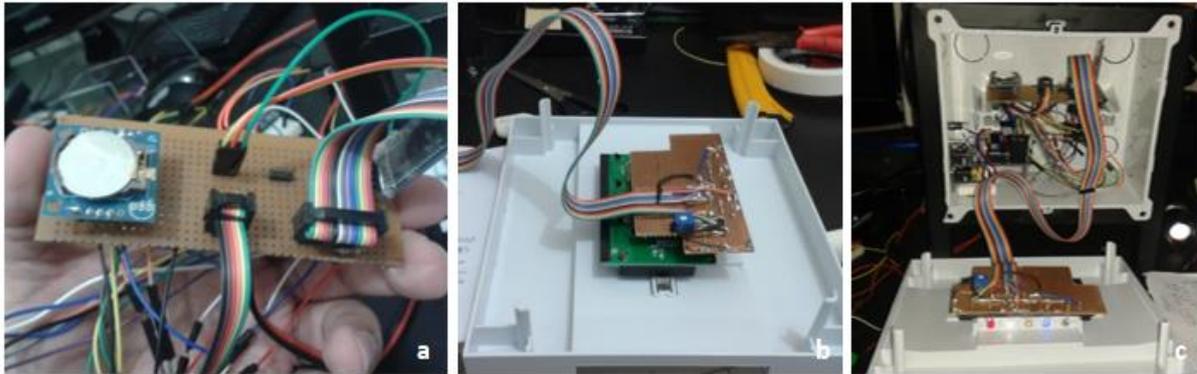
Utilizado uma estrutura sólida e rígida construída com metalon de 20x20mm, para receber uma caixa de disjuntores com tampa de abertura lateral, como se estivesse sendo fixado numa parede, tendo travamento total e peso suficiente para sustentar a placa simuladora com os sensores e componentes embarcados. Não é necessário uso desse tipo de estrutura, pode ser mais simples, nesse exemplo do protótipo pensou-se em algo mais durador a fim de ser utilizado em diferentes locais sem a necessidade de remontagem.

Essa condição dará praticidade na montagem e desmontagem ou manutenção, além tornar a conexão mais segura, evitando qualquer tipo contato incorreto. Para o servomotor, foi selecionado o modelo MG995, essa linha possui engrenagens de metal rolamentos, além de terem um toque elevado se comprado a modelos como o 9G. O conjunto de servos foram fixados na base dos eixos em perfil tipo U moldado em acrílico, a fim de possibilitarem a movimentação da placa acrílica, que simulam o que seria painéis solares sobre a estrutura móvel em dois eixos.

A montagem da estrutura, fixação da placa e demais componentes, utilizou a micro retífica para abertura de furos na lateral da caixa para conectores de energia e entrada da porta USB da placa Arduino Uno. Na lateral foi adicionado o botão de reset e na parte inferior foram realizados dois furos de \varnothing 3 mm cada, permitindo passagem dos parafusos que servem de suporte para placa Uno. Para possibilitar a interligação de todos os hardwares, servomotores e display LCD (20x4), desenvolveu-se uma placa, nomeada como ponte. Utilizando uma placa de fenolite perfurada, conectores e fios soldados, foram realizadas a montagem dos terminais para serem conectados a placa Arduino.

A fim de facilitar a substituição de componentes e organizar melhor o interior do protótipo, foi considerado desenvolver uma placa shield para conectar o display e os LEDs do painel por cabo de 450 mm com as extremidades soldadas a essa placa, nela sendo conectado um plug de 14 vias e possível desconectar os componentes da placa maneira ágil e segura. Instalado potenciômetro de contraste do display.

Figura 2 – Placas conectadas ao *display* do painel frontal, placa ponte e Arduino



Fonte: Autores

Caso haja necessidade de retirar a tampa frontal da caixa, onde está fixado o display e LEDs, para alguma manutenção ou até mesmo para descontinuar o uso do display, basta desconectá-lo da placa ponte. Desconectando com o sistema desligado, o funcionamento não será afetado e os dados ainda poderão ser obtidos por Bluetooth e monitor serial da IDE.

O controle de tensão da bateria, visto o sistema ser para utilização também de campo, ou seja, sem qualquer necessidade de fios ou extensões elétricas, foi utilizado o regulador modelo 7805A, conectado ao fio positivo da bateria com tensão de 6V, após interruptor on/off.

Com o ajuste proposto, os servomotores passaram a receber apenas tensão constante de 5V e 1A, permanecendo sem interferências na movimentação a cada ciclo programado ou mudança da incidência solar ou de luz artificial ou quando estiver em modo *stand by* e por fim quando em posição fixa angular (posição de incidência ideal).

Nivelados o conjunto e posicionados os eixos alpha (α), para Norte a Sul, e eixo beta (β), para Leste a Oeste foram sendo realizados ensaios até determinar que as dimensões das chapas tinham de ser 100 mm (altura) x 70 mm (largura) e 1 mm de espessura, no formato de X sobre o centro da placa acrílica, gerando com “V” de 35 x 35 mm sobre área de cada sensor, sendo satisfatórios essa barreira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

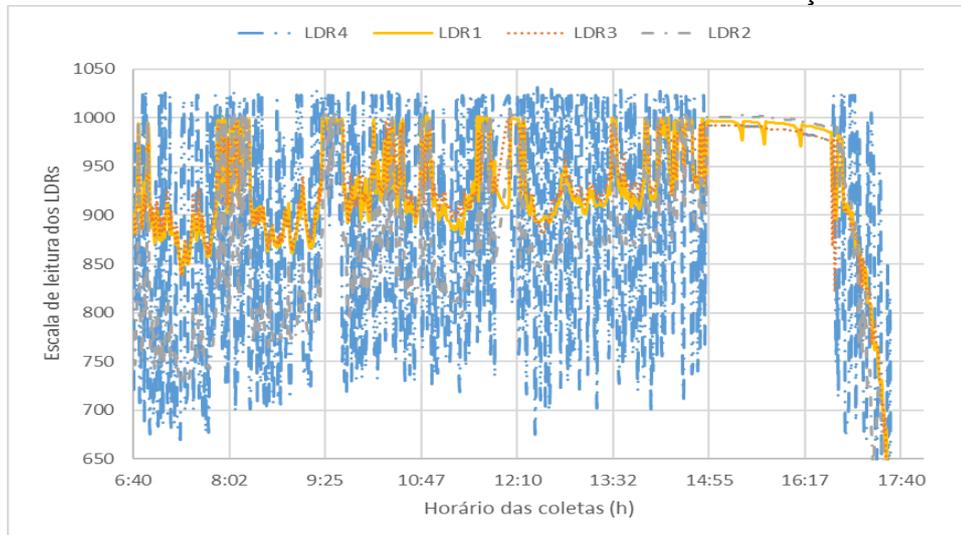
Ao iniciar o ensaio para coleta de dados, o protótipo foi posicionado sobre uma base no topo de um edifício na cidade de Fortaleza, Ceará, e com o auxílio de uma

bússola e nível bolha digital, foi alinhado seus eixos nas direções Norte a Sul (α) e Leste a Oeste (β).

Os dados coletados foram utilizados para verificar se o sistema estava rastreando o Sol, movendo-se de forma efetiva para a posição mais próxima da calculada em sistemas de projeção.

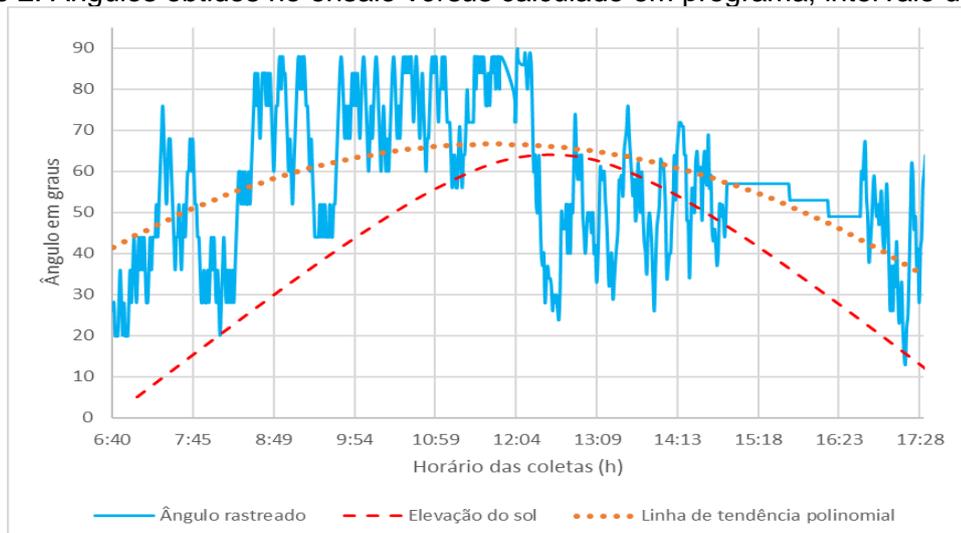
Valores mensurados de cada um dos quatro sensores LDR, ângulo α (servomotor no eixo norte a sul), ângulo β (servomotor no eixo leste a oeste), Hora e data de cada dado obtido conforme intervalo determinado no ensaio.

Gráfico 1. Leitura de cada sensor LDR versus hora da obtenção do dado



Fonte: Autores

Gráfico 2. Ângulos obtidos no ensaio versus calculado em programa, intervalo de 1 min.



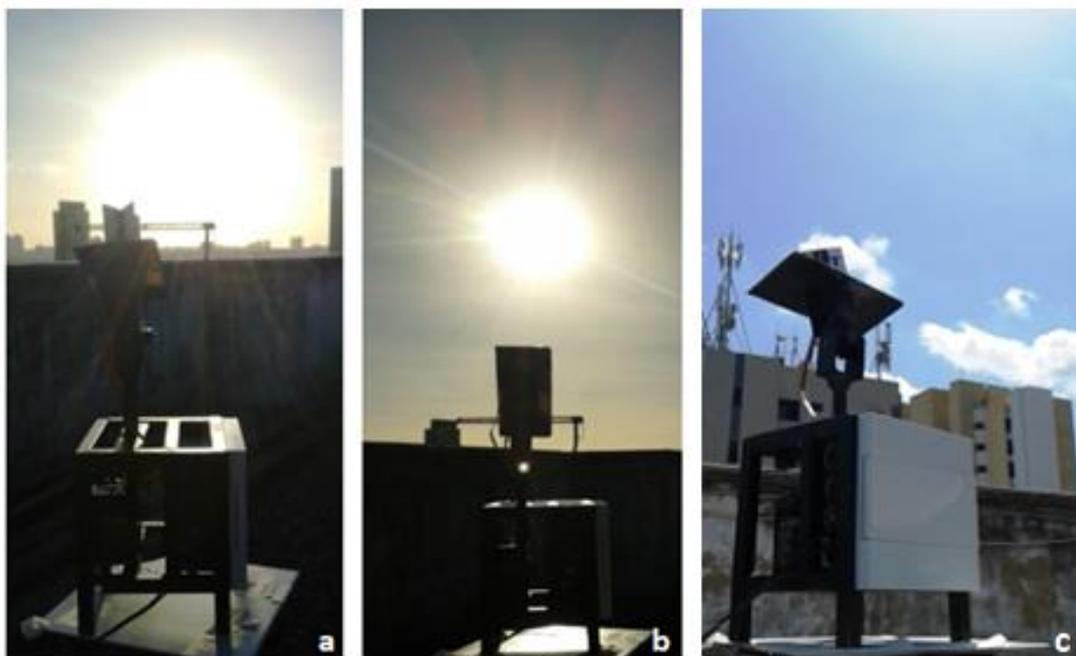
Fonte: Autores

O ensaio realizado no mês de maio foi comparado aos valores calculados no programa *Sun Earth Tools*, que não leva em consideração questões climáticas pontuais.

A linha de tendencia, gráfico 2, demonstra que a movimentação angular num intervalo curto pode gerar dados irregulares, pois a cada nuvem mais densa que passe sobre o dispositivo ou objeto que incida sombra, poderá alterar a posição atual que depois da interferência realizará novo movimento voltando ao mesmo ponto, ideal.

Para fins didáticos essa variação não importa, porém se aplicado a condições em uso real, deve-se avaliar outros intervalos para melhor definição de ganho na incidência versus gasto energético no reposicionamento, sendo essa uma oportunidade para estudos sobre aplicação desse protótipo gerando material de análise para implementar uma estrutura real para painéis solares por exemplo.

Figura 3 – Rastreador em teste de funcionamento em campo aberto com luz solar



Fonte: Autores

O algoritmo desenvolvido e utilizado nesse projeto, sendo o “código” responsável pela automação do movimento dos servomotores, para que não seja necessária nenhuma intervenção humana no seu funcionamento ao ser exposto ao sol ou luz artificial. Ele foi escrito em C++ e possui aproximadamente 320 linhas, estando disponível no *Github* do primeiro autor, para uso pleno e livre por professores,

alunos e entusiastas que assim desejarem, conforme link de acesso: <https://github.com/marcosclf/Artigo-BR/blob/main/Algoritmo>.

No “corpo” desse algoritmo, existem textos de instruções a cada agrupamento de funções, ação a fim de facilitar o entendimento do público geral.

CONCLUSÃO

Mostrou-se promissor o desenvolvimento do protótipo didático a fim de aproximar os estudantes de aplicações relacionadas à engenharia com uso de plataformas livres e algoritmos de código aberto proporcionando flexibilidade e oportunidades para o aprimoramento contínuo desse protótipo e sua aplicação, além de gerar estímulo no conhecimento científico, desenvolvimento de habilidades multidisciplinares e da busca por soluções energéticas sustentáveis por novas mentes desde a escola, são outras possibilidades desse estudo que em resumo demonstra-se uma ferramenta didática apta a destacar tais importâncias através do ensino prático e experimental para auxílio na formação desses futuros profissionais.

Aqueles que desejarem estudos mais aprofundados, é interessante realizar ensaios diversos com luz natural em dias distintos e assim obter um intervalo mais próximo do calculado, cruzando essa informação para determinar o melhor intervalo a ser utilizado fora da aplicação didática.

AGRADECIMENTOS

Ao LESGN (Laboratório de Energia Solar e Gás Natural) da Universidade Federal do Ceará (UFC), LASID (Laboratório Sistemas Digitais) e PPGCC (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) ambos da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, como bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BECKER, J. Desafios e oportunidades da energia solar no Nordeste. ABSOLAR, São Paulo, 14 out. 2022. Disponível em: <https://encr.pw/zWD6c>. Acesso em: abril de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

PALZ, WOLFGANG. Power for the world: the emergence of electricity from the sun. London: Pan Stanford Publishing, 2017.

FLORES FERNANDES, J. P.; PIMENTA CLARO, J. C.. Análise Cinemática e Dinâmica de Mecanismos com Recurso a Meios Computacionais. Universidade do Minho, p. 14. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4535.3449>. Acesso em: abril de 2023.

ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Radiação solar: balanço de energia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2012. 47p. Disponível em: http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/Aula5_2012.pdf. Acesso em: janeiro de 2023.

BANZI, M.; SHILOH, M. Getting Started with Arduino: The Open-Source Electronics Prototyping Platform. 4ª Edição. Santa Rosa, CA - USA: Ed. Make LLC, 2022. 285p.



Capítulo 6
ANÁLISE AQI DE FLUXO DE CAIXA DE
EMPREENDIMENTO DE BASE IMOBILIÁRIA

Thales Luan Lucas Pasqualetto
Antonio Henrique Capuzzo Martins
Cláudio Marra Alves
Antonio Pasqualetto
Marcos Lajovic Carneiro

ANÁLISE AQUI DE FLUXO DE CAIXA DE EMPREENDIMENTO DE BASE IMOBILIÁRIA

Thales Luan Lucas Pasqualetto

*Mestrando em Eng. Produção e Sistemas, PUC Goiás, Goiânia-GO;
thalesluanlucaspasqualetto@gmail.com;*

Antonio Henrique Capuzzo Martins

Prof. Dr., IFG, Goiânia-GO; antonio.martins@ifg.edu.br;

Cláudio Marra Alves

Prof. Msc., IFG, Goiânia-GO; claudio.marra@ifg.edu.br;

Antonio Pasqualetto

Prof. PhD, PUC Goiás/IFG, Goiânia-GO; profpasqualetto@gmail.com;

Marcos Lajovic Carneiro

Prof. PhD, PUC Goiás, Goiânia-GO, mcarneiro@pucgoias.edu.br.

RESUMO

Este estudo apresentou uma análise de qualidade do investimento (AQI) para um empreendimento imobiliário de base residencial, considerando métricas como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Multiple of Investment (MOI). A AQI permitiu avaliar a viabilidade econômica do projeto, fornecendo informações embasadas para tomada de decisões informadas sobre o investimento. Os resultados mostraram uma VPL positiva e uma MOI de 1,23x, indicando retorno e lucratividade no empreendimento. No entanto, a TIR de 3,48% ao ano deve ser considerada em relação a outras alternativas de investimento disponíveis. A análise temporal e os indicadores de qualidade desempenharam um papel fundamental na orientação da decisão de investimento, avaliando riscos e rentabilidade.

Palavras-chave: Mercado Imobiliário. Engenharia. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

This study presented an analysis of investment quality (AQI) for a residential-based real estate development, considering metrics such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Multiple of Investment (MOI). AQI allowed the economic feasibility of the project to be assessed, providing informed information for making informed investment decisions. The results showed a positive NPV and a MOI of 1.23x, indicating return and profitability in the venture. However, the IRR of 3.48% per year should be considered in relation to other available investment alternatives. The temporal analysis and quality indicators played a key role in guiding the investment decision, evaluating risks and profitability.

Keywords: Real Estate Market. Engineering. Economic feasibility.

INTRODUÇÃO

A análise da qualidade do investimento desempenha um papel importante na tomada de decisões financeiras, permitindo que os investidores avaliem os benefícios e riscos de diferentes oportunidades de investimento (McLaney e Atrill, 2020).

Ao avaliar a qualidade de um investimento, os desenvolvedores podem determinar sua rentabilidade e potencial de ganho antes de decidir implementar um projeto imobiliário. Esta análise inclui uma avaliação de vários fatores que afetam diretamente o desenvolvimento da propriedade.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma medida financeira essencial para a análise de viabilidade de projetos de investimento. Ao calcular o valor presente dos fluxos de caixa futuros descontados pelo custo de capital ou taxa de desconto apropriada, o VPL possibilita a avaliação do retorno esperado do investimento. Um VPL positivo indica que o projeto pode ser lucrativo, superando o custo de capital. Essa métrica desempenha um papel crucial na tomada de decisões, permitindo a comparação entre projetos e a alocação eficiente de recursos (Damodaran, 2012).

A *Multiple of Investment* (MOI) é uma métrica utilizada na avaliação de investimentos, especialmente no contexto de *private equity* e venture capital. O MOI mede a relação entre o valor de saída de um investimento (como uma venda ou uma oferta pública inicial) e o valor inicial do investimento realizado. Essa métrica fornece uma indicação do retorno obtido em relação ao capital investido (Kaplan et al., 2014).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma métrica financeira amplamente utilizada na avaliação de projetos de investimento. A TIR representa a taxa de desconto que

torna o valor presente líquido (VPL) de um projeto igual a zero, ou seja, é a taxa de retorno esperada do investimento ao longo do tempo (Geltner e Miller, 2010).

A fim de aprofundar a análise da qualidade do investimento, será realizada uma Análise de Qualidade do Investimento (AQI) para avaliar o fluxo de desembolso associado a um imóvel específico. Essa análise abrangerá a estimativa de custos, projeções de receitas, análise de mercado, viabilidade financeira e riscos envolvidos, fornecendo informações detalhadas e embasadas para auxiliar na tomada de decisões informadas sobre a viabilidade e o potencial de sucesso do projeto imobiliário.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada baseia-se nas orientações e práticas do NRE-Poli/USP (2022), bem como em publicações, cursos autores como Lima, Monetti e Alencar (2011) e Tognetti e Lapo (2020).

A metodologia adotada seguirá as etapas e diretrizes recomendadas pela AQI, permitindo uma análise criteriosa e embasada para subsidiar a decisão de investimento no empreendimento residencial em questão.

A análise de qualidade de investimento (AQI) é uma ferramenta essencial utilizada por profissionais do setor imobiliário, especialmente aqueles com formação em engenharia civil, para embasar a tomada de decisão em relação a empreendimentos imobiliários.

Durante o processo de elaboração da AQI, são abordadas questões importantes, como a consideração das moedas utilizadas nos empreendimentos e suas traduções para um padrão de inflação comum, a fim de garantir uma análise adequada em cenários de longo prazo. Além disso, são explorados os indicadores adequados para selecionar e hierarquizar os melhores empreendimentos, superando a limitação das medidas nominais de resultado.

Para o caso em estudo, considerou-se um imóvel em Goiânia, GO, ano de 2022, em que o proprietário demandou análise do investimento para fins de viabilidade e possível reforma ou nova construção, bem como também a possibilidade, mediante resultados, de não realizar alterações.

No contexto da análise de viabilidade de empreendimentos imobiliários, as questões levantadas anteriormente são frequentes e desempenham um papel

fundamental na tomada de decisões. Ao longo do desenvolvimento do cenário proposto neste estudo, essas indagações serão abordadas e respondidas, visando fornecer insights relevantes para a seleção e avaliação de oportunidades de investimento imobiliário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O indicador da qualidade do investimento que permite hierarquizar, deve levar em conta o tempo no qual o resultado é produzido (NRE-Poli/USP, 2022). Tal afirmação é verdade considerando o tempo que é possível calcular a TIR (Taxa interna de Retorno), uma vez que essa for acima da TMA (Taxa mínima de atratividade), o empreendimento pode ser considerado viável.

Para isso, criou-se o fluxo simulado para o empreendimento, determinando o tempo que serão realizados os custos envolvidos com a implantação (Quadro 1 e Figura 1).

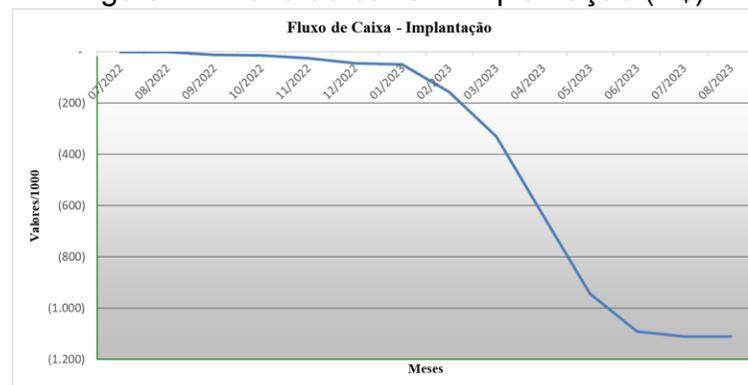
Quadro 1 - Fluxo de caixa – Viabilidade (R\$)

Data		Visão	TERRENO						OBRA				INCORPORAÇÃO								RESULTADOS		
#	Mês/Ano	Evento	IPU/ITU	Demolição imóveis	Plantal/Sondagem	Outros custos de terreno	Canç. água e esgoto	Terreno	Liberação da Obra (%)	Pós-obra	Custo de Obra Raso - Curva Simulada 5m	Obra	Averbação da Construção	Projeto Fundações	Projeto de Arquitetura	Projeto de Estrutural	hidro.; incêndio; GLP	Projeto Elétrico	Aprovação de Projetos	Registro de Empreend.	Incorporação	Saldo	Saldo Acumulado
		<u>Tot.VP</u>	(2.753)	(14.414)	(3.813)	(9.460)	(969)	(31.409)	-	(11.318)	(964.483)	(975.801)	(6.646)	(1.057)	(2.455)	(4.486)	(2.512)	(1.462)	(2.289)	(6.618)	(27.524)	(1.034.734)	
		<u>Tot.Nm</u>	(2.865)	(15.000)	(4.000)	(10.000)	(1.000)	(32.865)	100%	(12.454)	(1.037.833)	(1.050.287)	(7.313)	(1.074)	(2.494)	(4.558)	(2.552)	(1.485)	(2.363)	(6.833)	(28.672)	(1.111.825)	
0	07/2022		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	08/2022		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	09/2022		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.074)	(2.494)	(4.558)	(2.552)	(1.485)	-	-	(12.163)	(12.163)	(12.163)
3	10/2022		-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.111)	(1.111)	(13.274)
4	11/2022		-	-	-	(1.111)	(1.000)	(2.111)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(2.363)	(6.833)	(9.196)	(11.307)	(24.581)
5	12/2022		(2.865)	(15.000)	-	(1.111)	-	(18.976)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(18.976)	(43.558)
6	01/2023		-	-	(4.000)	(1.111)	-	(5.111)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(5.111)	(48.669)
7	02/2023	Início Obras	-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	10,31%	(107.001)	(107.001)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(108.112)	(156.780)
8	03/2023		-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	16,54%	(171.658)	(171.658)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(172.769)	(329.549)
9	04/2023		-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	29,81%	(309.378)	(309.378)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(310.489)	(640.038)
10	05/2023		-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	29,07%	(301.698)	(301.698)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(302.809)	(942.848)
11	06/2023	<u>Térm. Obras</u>	-	-	-	(1.111)	-	(1.111)	14,27%	(148.099)	(148.099)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(149.210)	(1.092.058)
12	07/2023		-	-	-	-	-	-	(12.454)	-	(12.454)	(7.313)	-	-	-	-	-	-	-	-	(7.313)	(19.767)	(1.111.825)

Obs: “()” saldo de saídas; Taxa de atratividade 0,8% a.m. para cálculo VP.

Fonte: Autores, 2022.

Figura 1 - Fluxo de caixa – Implantação (R\$)



Fonte: Autores, 2022.

Em ciclos longos, caso dos EBIs, mesmo que a periodicidade de movimentação financeira seja mensal, não são confiáveis cenários tão detalhados. A NRE recomenda que no ciclo de implantação seja realizado em periodicidade mensal, mas os cenários de operação em periodicidade anual (Lima; Monetti e Alencar, 2011).

É sempre recomendável usar taxas anuais por causa da sensibilidade, a leitura de pequenas diferenças pode ser considerada desprezível. Os indicadores de qualidade devem estar pautados no tempo, isto é, qual a “velocidade média”, ou seja, com base na chegada, saída e tempo decorrido. Essa velocidade é denominada de taxa equivalente de retorno (NRE-Poli/USP, 2022).

A taxa indicada para o cálculo do VP (valor presente) deve ser a que satisfaça o investidor para correr o risco do investimento (Tognetti e Lapo, 2020). Para o estudo, essa taxa foi a relativa à expectativa do proprietário para rendimentos anuais mínimos oferecidos pelo banco, assim considerado, 0,8% a.m. para calcular a VP ao longo do ciclo de implantação.

Já para o ciclo de operação ao longo de 20 anos, a renda é ajustada anualmente em contrato pela IPCA, não ocasionado perda do poder de compra do investidor a valor presente.

A VP investimento é de R\$ 1.034.734,00 no final do ciclo de implantação de 1 ano (Quadro 1), a VP retornos é de R\$ 1.274.640,00 (somatório de todos os rendimentos líquidos) ao final do ciclo operacional de 20 anos. Logo, a VPL é R\$ 239.906,00, positiva, o que torna viável em primeira análise o empreendimento.

O MOI é a taxa de lucratividade, esse múltiplo simboliza o retorno gerado para o investidor com um determinado projeto realizado (Tognetti e Lapo, 2020).

O múltiplo do investimento (MOI) ou Múltiplo do capital investido (MOIC) no cenário é de 1,23x, o que significa que para cada R\$ 1,00 investido, foram retornados R\$ 1,23.

Percebe-se que a margem sobre o investimento de 23% é o mesmo que o múltiplo de investimento de 1,23x. Esse resultado pode ser interpretado como satisfatório, mas ambas as métricas não levam em consideração o tempo. Para esclarecer a dúvida sobre se o projeto é bom ou ruim, deve recorrer a um indicador de qualidade que considere a temporalidade, como forma de ultimato da decisão de investir.

Lima; Monetti e Alencar (2011) afirmam que o “investimento em empreendimento de base imobiliária (EBI) nunca deve ser analisado desde o início de

sua implantação até o final do ciclo operacional como sendo uma única operação”. Essa fragmentação se dá primeiro em investir e implantar (Figura 1) até que o EBI esteja pronto para operar, segundo ciclo. Esta marca na qual o empreendimento inicia a produção de renda é derivada de sua exploração faz a transição entre os ciclos.

Partindo dessa premissa e fluxo anual, pode-se chegar à TIR, o fluxo de implantação mostra um ciclo de 12 meses até que o EBI esteja pronto para operar, levando o investidor a uma exposição máxima de R\$1.111.825,00, no mês subsequente espera-se os rendimentos.

Tabela 1 - Indicadores de qualidade

RESULTADOS		
Indicadores a VP	10,03%	Jul /2022
Saldo		
VPL		R\$ 239.906,00
VPL/Receita		3,76%
TIR (a.a)		3,48%
Resultados Nominais		
MOI		1,28x
Exposição Máxima		R\$ 1.111.825,00
Payback (12/2038)		17,45 anos

Fonte: Autores, 2022.

Agora, nota-se que apesar de a margem ser de 23%, a taxa de retorno é de apenas 3,48% ao ano (Tabela 1). Há aplicações financeiras rendendo bruto, 13,25% a.a. Ficará a critério do investidor entender se rentabilidade é suficiente para o risco que ele correrá, pagando todas as taxas, impostos, atendendo os locatários, ouvindo reclamações e da construção.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foi realizada uma análise de qualidade do investimento (AQI) para um empreendimento imobiliário de base residencial, considerando métricas como o VPL, TIR e MOI. A AQI permitiu avaliar a viabilidade econômica do projeto, fornecendo informações embasadas para tomada de decisões informadas sobre o investimento.

Os resultados da AQI indicaram uma VPL positiva e uma MOI de 1,23x, sugerindo retorno e lucratividade no empreendimento. No entanto, a TIR de 3,48% ao ano deve ser considerada em relação a outras opções de investimento disponíveis. A

análise temporal e os indicadores de qualidade foram cruciais para orientar a decisão de investimento e avaliar riscos e rentabilidade.

AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisa agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

REFERÊNCIAS

Damodaran, A. Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset. 3. ed. Wiley Finance. 2012.

Geltner, D.; Miller N. G. Commercial Real Estate Analysis and Investments. 2. ed. Boston: Cengage Learning, 2010.

Kaplan, S. N.; Harris R. S. Jenkinson T. Private Equity Performance: What Do We Know? Journal of Finance, v. 69, n. 5, p. 1851-1882. 2014.

Lima, J. R. Jr.; Monetti, E.; Alencar, C. T. Real Estate: modelagem e investimentos em empreendimentos imobiliários. Elsevier. Rio de Janeiro. 2011.

McLaney, E.; Atrill, P. Accounting and Finance: An Introduction. 10. ed. Pearson Education. 2020.

NRE-Poli/USP. Núcleo de Real Estate da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP. 2022. Disponível em: <https://www.realestate.br/site/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

Tognetti, G. C. e Lapo G. N. Real Estate no Brasil – guia completo para investimentos imobiliários. 1ª Edição. São Paulo, SP. 2020.



Capítulo 7
PROJETO HORTA COMUNITÁRIA NA
ASSOCIAÇÃO TERAPÊUTICA DE
ACOLHIMENTO PSICOSSOCIAL SHALOM
ADONAI (ASA)

Julio Cesar Silveires Virginio
Wederson Vinicios dos Santos Barcello

PROJETO HORTA COMUNITÁRIA NA ASSOCIAÇÃO TERAPÊUTICA DE ACOLHIMENTO PSICOSSOCIAL SHALOM ADONAI (ASA)²

Julio Cesar Silves Virgínio

Estudante de agronomia, Multivix, Vila Velha-ES, juliosilves@gmail.com;

Wederson Vinícios dos Santos Barcello

Estudante de agronomia, Multivix, Cariacica-ES, wvbarcello1988@gmail.com

RESUMO

Essa apresentação visa relatar a realização de um estudo acadêmico estimulada pela disciplina “Projeto de Extensão e Inovação 3”, a experiência vivenciada na Associação Shalom Adonai - Reabilitação e Integração Social, situado em no município de Guarapari/ES. A Associação Shalom Adonai é uma casa de recuperação para homens em estado de drogadição, sendo uma referência de atuação no município em questão. Sabe-se que o uso de drogas ilícitas é uma realidade em todo o país e segundo Fontes (2018), a dependência química é entendida como uma doença que envolve diversos aspectos biopsicossociais e requer soluções para os conflitos dos envolvidos. A premissa principal do nosso trabalho é a revitalização da horta comunitária dessa instituição, pois acredita-se que uma horta sustentável pode contribuir para o aumento da qualidade de vida dos acolhidos, porque está diretamente ligada à nutrição adequada e a saúde humana. Além disso, o uso e conservação da horta, na formulação de Bio-fertilizante para obter nutrientes para o solo e inocular e microrganismos eficientes no solo e a responsabilidade de da o destino correto para o resíduo orgânico gerados no instituto com o sistema de compostagem, tendo efeitos terapêuticos para os integrantes do Instituto, envolvendo os acolhidos em aprendizagem e responsabilidade diárias. Os pilares do projeto consistem em promover ações que revitalizem a horta e integrem todos os moradores do Instituto, vale à pena salientar que o uso racional da agricultura é imprescindível para diversas comunidades e também significa ganhos em diversos aspectos, logo, mostraremos que a Associação Shalom Adonai pode ser diretamente beneficiado com a adoção de boas práticas e manejo correto da sua horta.

Palavras-chave: Horta comunitária, Hortoterapia, Compostagem, Bio-fertilizante.

² Apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC – 8 a 11 de agosto de 2023

ABSTRACT

This presentation aims to report the accomplishment of an academic study stimulated by the discipline “Project of Extension and Innovation 3”, the experience lived in the Association Shalom Adonai - Rehabilitation and Social Integration, located in Guarapari / ES. The Shalom Adonai Association is a recovery house for men in a state of drug addiction, being a reference for action in the municipality in question. It is known that the use of illicit drugs is a reality throughout the country and according to Fontes (2018), chemical dependency is understood as a disease that involves several biopsychosocial aspects and requires solutions to the conflicts of those involved. The main premise of our work is the revitalization of the institution's community garden, as it is believed that a sustainable garden can contribute to increasing the quality of life of the sheltered, because it is directly linked to adequate nutrition and human health. In addition, the use and conservation of the garden, in the formulation of Bio-fertilizer to inoculate efficient nutrients and microorganisms in the soil and the responsibility of giving the correct destination for the organic residue generated in the institute with the composting system, having therapeutic effects for the members of the Institute, involving those welcomed in daily learning and responsibility. The pillars of the project consist of promoting actions that revitalize the garden and integrate all residents of the Institute. Adonai can directly benefit from the adoption of good practices and correct management of his garden.

Keywords: Community garden, Hortotherapy, Composting, Bio-fertilizer.

INTRODUÇÃO

A Associação Terapêutica de Acolhimento Psicossocial Shalom Adonai tem como finalidade fortalecer de forma planejada e contínua a gestão e estrutura das organizações e negócios sociais na promoção da assistência social, Ação social coletiva que visam potencializar a conscientização sobre os direitos sociais e civis das pessoas em risco social, do acolhimento, prevenção e assistência á dependência química, do empreendedorismo, da economia inclusiva, da defesa e garantia dos direitos humanos, saúde e desenvolvimento humano; da conservação do meio ambiente, do acesso à tecnologia, da arte, da cultura e do esporte, contribuindo para o desenvolvimento integral de todo o cidadão, estimulando sua autonomia na busca pela melhoria da qualidade de vida. O Projeto de Horta Comunitária é uma forma encontrada para dar uma funcionalidade ao espaço existente dentro da comunidade terapêutica, tendo como base os objetivos de desenvolvimento sustentável e visando

melhorar qualidade alimentar, a saúde e nutrição dos acolhidos. Além disso, o uso e conservação da horta podem ter efeitos terapêuticos para os integrantes da CT ASA, envolvendo os acolhidos em aprendizagem e responsabilidade diárias. Os pilares do projeto horta consistem em promover ações que revitalizem a horta e integrem todos os acolhidos da CT ASA, vale à pena salientar que o uso racional da agricultura é imprescindível e também significa ganhos em diversos aspectos, logo, mostraremos que a CT ASA pode ser diretamente beneficiada com a adoção de boas práticas e manejo correto da sua horta.

VANTAGENS DAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS DENTRO DA COMUNIDADE TERAPÊUTICA

É o estágio onde eles começam a restauração, devido ao contato direto com a terra, no preparo e adubação dos canteiros. As verduras cuidadas por eles são colhidas e consumidas nas refeições diariamente. Nesta fase, eles trabalham também a paciência e o cuidado com o próximo.

BENEFÍCIOS DA HORTOTERAPIA NO TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO DE DEPENDENTES QUÍMICOS

Benefícios cognitivos

- Melhora a concentração;
- Estimula a memória;
- Melhora o cumprimento de metas;
- Aumenta a capacidade de atenção;

Benefícios psicológicos

- Melhora a qualidade de vida;
- Aumenta a autoestima;
- Melhora a sensação de bemestar;
- Reduz o estresse;
- Melhora o humor;
- Diminui a ansiedade;
- Alivia a depressão;
- Aumenta o autocontrole;

- Melhora o senso de valor pessoal;
- Aumenta a sensação de calma e relaxamento;
- Aumenta a sensação de estabilidade;
- Melhora a satisfação pessoal.

Benefícios sociais

- Proporciona integração social;
- Aumenta a interação social;
- Proporciona padrões mais saudáveis de funcionamento social;
- Melhora a coesão de grupos e equipes;

Benefícios físicos

- Melhora a imunidade;
- Diminui o estresse;
- Reduz a frequência cardíaca;
- Promove a atividade física;
- Melhora habilidades motoras finas e grossas;
- Melhora a coordenação olho-mão.

PROJETO: PROPOSTAS E EXPECTATIVAS

- O projeto consiste na implementação de uma horta visando produzir alimentos saudáveis e de alta qualidade, além de atividades que será de extrema importância para o tratamento dos acolhidos.
- Sistema de irrigação por micro aspersor
- Um sistema de compostagem, onde 90% resíduo orgânico gerado na Associação e futuramente de toda vizinhança será compostado e transformado em adubo.
- Um sistema de bio-fertilizante que é um adubo orgânico líquido utilizado para complementar a adubação e a inoculação de microrganismos eficientes no solo. Pode ser produzido dentro da propriedade com materiais fáceis de serem encontrados no comércio e até na comunidade, cuja preparação ocorre em um tempo relativamente curto(60dias)

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Realizamos um estudo para analisar o melhor método de irrigação a ser implementado na horta, levando em consideração o custo benefício e eficiência em economia de água. Concluímos que o sistema por microaspersores MC 20 Agropolo seria o mais indicado. A microaspersão é um sistema moderno que possui características importantes quando em se tratando de sistemas de irrigação econômico e acessível.

COMPOSTAGEM E SUSTENTABILIDADE

A compostagem é uma opção sustentável e responsável para o destino final do lixo orgânico produzido. A técnica, que ganha cada vez mais adeptos, consiste na transformação de restos orgânicos em adubo. É um processo biológico que acelera a decomposição do material orgânico, tendo como produto final o composto orgânico.

De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 60% de todo o lixo que produzimos em casa é orgânico. Todo esse resíduo, quando descartado em aterros e lixões, junto com materiais tóxicos como pilhas e remédios, acabam produzindo efluentes que contaminam solos, lençóis freáticos e atmosfera, agravando a qualidade de vida. Além de ocuparem uma grande quantidade de espaços, os resíduos sem tratamento acabam produzindo gás metano, que é cerca de 25 vezes mais prejudicial para o efeito estufa do que o gás carbônico. Se todo o resíduo orgânico que é produzido no Brasil fosse tratado com compostagem, seria possível evitar emissões de gás metano, reduzir os espaços ocupados em aterros e lixões e também a poluição dos solos, dos lençóis freáticos e da atmosfera. Hoje a Associação Shalom Adonai esta comprometida a dá o destino correto ao lixo orgânico e futuramente realizaremos campanhas para conscientizar toda a vizinhança.

BIO-FERTILIZANTE

O que é bio-fertilizante? O bio-fertilizante é um adubo orgânico líquido que contém microrganismos eficientes(EM) e nutrientes que melhoram a saúde das plantas, deixando mais resistentes ao ataque de pragas e doenças. O líquido é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água.

Receita do bio-fertilizantes

- Bombona de 60 litros
 - Aproximadamente 45 litros de água sem cloro
 - 1 litro de microrganismos eficientes(EM) capturados em mata virgem
 - 1 litro de leite
 - 1kg de açúcar mascavo
 - 1kg fosfato natural
 - 1kg farinha de osso
 - 1kg de calcário
 - 2kg torta de mamona
 - 3kg esterco de galinha
- Fermentação aeróbica

Vantagens e benefícios do uso do bio-fertilizante

Para o planeta:

Risco ZERO ao meio ambiente;

São condicionadores: auxiliam na recuperação e manutenção dos aspectos biológicos, químicos e físicos do solo, o que ajuda a equilibrar, de forma ideal, os microrganismos fundamentais para o bom funcionamento de todo o ecossistema vivo.

Para as plantas:

Criam uma colônia de microrganismos eficientes nas raízes, fundamentais para potencializar a absorção e transporte de nutrientes; Aumentam a resistência natural contra pragas e doenças; Aumentam o vigor, melhorando a aparência visual de hortaliças, vegetais, flores.

Para o solo:

Promovem a formação de agregados no solo e aumentam a resistência contra a compactação, melhorando a estrutura e a porosidade; Aceleram a decomposição natural de matéria orgânica em húmus; Aumentam a viabilidade e disponibilidade de nutrientes no solo; Promovem a correção biológica do solo, criando uma rica colônia de microrganismos Eficientes, que ajudam a evitar doenças e pragas, além de potencializar o transporte de nutrientes.

CONCLUSÃO

É muito gratificante ver a evolução dos acolhidos que estão participando das atividades geradas na horta. O fato de entrar em contato com a terra, com a natureza em geral, permite que a pessoa consiga aprimorar, no quesito físico, suas habilidades motoras, cardíacas, respiratórias e também, contribui para elevar sua imunidade. Porém, a prática da não proporciona apenas benefícios nas questões físicas, ela também contribui com o equilíbrio emocional, como por exemplo o desenvolvimento da autoestima, a sensação de bem estar que o contato direto com a natureza transmite. Além disso, a interação social com outras pessoas, trabalho em equipe, estímulos intelectuais como o desenvolvimento do sistema cognitivo e da memória.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gostaria de agradecer a presidência e toda a diretoria da Associação Shalom Adonai, todos os monitores, assistente social e psicólogos envolvidos no cuidado e tratamento dos acolhidos, em especial agradeço Sr. Jorge Carlos Balter de Araújo e a igreja COMBC e seus pastores, por acreditar e apoiar nossos estudos e o trabalho realizado na instituto, agradeço também aos acolhidos pela dedicação, empenho e força de vontade, pois os resultados alcançados até presente momento tem sido satisfatórios.



AUTORES

Amanda Thais P.C Cavalcante

Esp. Enfermeira do Trabalho – Universidade Cândido Mendes. Enfermeira PMP.

Antonio Henrique Capuzzo Martins

Possui graduação em Engenharia civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (1997) e mestrado em Engenharia Civil pela Faculdade Engenharia Civil da Federal de Uberlândia (2005). Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Planejamento de Transportes, atuando principalmente nos seguintes temas: transportes, mobilidade, meio físico, mapeamento geotécnico e vlt. Professor no IFG Câmpus Goiânia, na área de Construção Civil , tendo atuado como Gerente de Obras e Projetos do IFG. Atua ainda como consultor ambiental, na obtenção de licenças ambientais para obras de construção civil. Possui ainda experiência como avaliador e corretor de imóveis.

Antonio Pasqualetto

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (1991), Mestre e Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (1994 e 1999). Visiting Professor e Pós-Doc em Environmental Engineering na Università di Pisa - Itália (2019). Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC Goiás e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG. Atuou como coordenador dos cursos de graduação em Engenharia Ambiental, Tecnólogo em Saneamento ambiental, Técnico em Saneamento Ambiental e Técnico em Controle Ambiental. Coordenou especialização em Gestão Ambiental pela Faculdade de Tecnologia do SENAI - FATESG e Perícia Ambiental pela PUC Goiás. Coordenador do Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial - PUC Goiás (2012-2021), sendo o atual vice-coordenador. Professor do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - PUC Goiás. Membro de diretoria da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES-GO, e da Associação de Engenheiros Agrônomos de Goiás - AEAGO. Ex-Vice-Presidente da Rede Veracidade, Goiás. Atuou como membro nos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Representante do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras - CRUB na Câmara Técnica Federal de Compensação Ambiental no Ministério do Meio Ambiente - MMA. Consultor ad hoc da

CAPES, CNPq, FAPEG, SENAI, CREA-GO, ABES. Avaliador do Prêmio CREA-GO de Meio Ambiente e Prêmio Goiânia Sustentável da Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia. Parecerista do Guia Abril do Estudante/ Estadão e MEC. Conselheiro do CREA-GO e membro titular do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Conselheiro dos Guardiões do Meia Ponte e Fórum de Mudanças Climáticas do MP-GO. Projetos financiados pela CAPES, CNPq, Ministério da Integração e FAPEG. Supervisor do Laboratório Urbano de Pesquisas Aplicadas - LUPA. Membro Rede Iberoamericana de Estudos sobre Desenvolvimento Territorial e Governança (REDETEG) e Sustainability Transitions Research Network. Editor da Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos - BARU. Possui mais de 350 publicações entre artigos científicos, livros, capítulos de livros e anais de eventos nacionais e internacionais. Tem experiência na área Engenharia Sanitária e Ambiental e Agronomia, atuando em saneamento, gestão, impactos, tecnologia, educação e planejamento ambiental, políticas públicas; desenvolvimento regional.

Cláudio Cesar Zimmermann

Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Engenharia Civil. Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.

Cláudio Marra Alves

Engenheiro Civil (1993), Especialista em Engenharia Estrutural (1994) e Mestre em Engenharia Civil (2001) pela Universidade Federal de Goiás. Docente de Ensino Superior em Engenharia Civil desde 1999. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) - Campus Goiania. Leciona disciplinas na área de Estruturas no Curso Técnico Integrado de Edificações e no Curso de Engenharia Civil.

Gustavo Bourdot Back

Engenheiro Civil. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina.

Hugo Rodrigues da Silva

Discente do Bacharelado em Engenharia Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Porto Velho Calama.

Jesana Batista Pereira

Pós-Doutorado em Estudos Interdisciplinares sobre Mulheres, Gênero e Feminismo UFBA Professora do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas -UNIT-AL.

Jesimiel Pinheiro Cavalcante

Professor do IFAL; Doutorando SOTEPP.

Julio Cesar Silvaes Virginio

Julio Cesar Silvaes Virginio, natural de Vitória/ES, residente no município de Vila Velha/ ES, Mecânico de Manutenção Industrial, cursando 4º período de Agronomia Faculdade na Multivix.

Luciana O. Pimentel

Possui graduação na Universidade Estadual do Ceará (UECE), especialista na gestão da qualidade em serviços de alimentação com experiência em gestão de equipes e elaboração de dietas para alimentação na industrial e hospitalar. Cofundadora da Empresa Júnior de Nutrição da UECE - Nutrire Consultoria em Nutrição. Aluna de turma olímpica durante o ensino médio, tendo perfil para ciências exatas e atualmente cursando o último ano de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário Estácio do Ceará. Participou do escritório modelo de Arquitetura, Urbanismo e Design de Interiores da Estácio Ceará nos anos de 2021 a 2022. Foi vencedora do Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia, categoria Projetos de Instalações, na edição 2022 do evento nacional promovido pelo Projeto GLP Qualidade Compartilhada, entidade que congrega as principais empresas da "Indústria do GLP" mantenedora do Comitê Brasileiro de Gases Combustíveis da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Marcial Porto Fernández

Possui graduação em Engenharia Eletrônica e Computação (1988), mestrado em Engenharia Elétrica (1998), doutorado em Engenharia Elétrica (2002) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ) e pós-doutorado na Technische Universität Berlin TU-Berlin (2010). Atualmente é Professor Associado da Universidade Estadual do Ceará (UECE) na graduação e no Programa de Pós-

graduação em Ciência da Computação. Realiza pesquisa na área de Computação Distribuída, atuando principalmente nos seguintes temas: High Performance Computing (HPC), Internet das coisas (IoT), Machine Learning e Deep Learning Distribuído. Realizou vários projetos para empresas como Nokia, HPE, Dell, Padtec, AsGa e colaborou no projeto do Projeto Cinturão Digital do Ceará (2007-2011). Atualmente é Consultor do Governos do Estado do Ceará na área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Orientador e coautor do projeto Prata (2º lugar) no Prêmio GLP de inovação e Tecnologia edição 2022, premiação promovida anualmente pelo Projeto GLP Qualidade Compartilhada, entidade que congrega as principais empresas da "Indústria do GLP" mantenedora do Comitê Brasileiro de Gases Combustíveis da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Professor orientador do Projeto de Pesquisa vencedor do FIEC Summit 2023 - Hidrogênio Verde.

Marcos Camargo Lima Filho

Graduado em engenharia mecânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC), tendo participado como bolsista do Programa Institucional de formação de recursos humanos (PRH-31) em Engenharia e Ciências do Petróleo e Gás Natural da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho (UniATENEU), Engenharia de Manutenção Industrial (UNOPAR) e Engenharia de Automação e IoT (Anhanguera). Atualmente mestrando e pesquisador no programa de ciências da computação (PPGCC) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), linha de Redes de Comunicação, Sistemas Distribuídos, Segurança, IA, IoT, Automação, Mecatrônica e desenvolvimentos de soluções inclusivas pelo laboratório de sistemas digitais (LASID), bolsista do CAPES pela UECE. Possui experiência profissional em auditorias (ISO 9001 e normas da ABNT NBR), treinamento e desenvolvimento de prestadores de serviços nas áreas de projetos, instalações, manutenções, Inspeções normativas com maior foco na área da indústria GLP e na geração de vapor (Caldeiras). Foi bolsista da ANP pelo PRH/31 na UFC, participou dos projetos acadêmicos da SAE (Society Automotive Engineers) como Baja (Mangabaju Racing) e o Formula SAE (UFC Esporte Motor, primeira equipe do norte e nordeste a construir protótipo funcional e utilizado na pista de testes da Goodyear em Americana - SP). Finalista do prêmio GLP de inovação e tecnologia em cinco ocasiões, vencendo por três anos consecutivos, 2020/2021/2022, na categoria de Projetos de Instalações, e obtendo também duas premiações um segundo lugar,

um nessa mesma categoria em 2022 e outra na categoria de Segurança em 2021. Vencedor da categoria Projeto de Pesquisa do FIEC Summit 2023 - Hidrogênio Verde.

Marcos Lajovic Carneiro

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2007), Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2009), Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB) e Universidade de Bordeaux I (co-tutela), pós-doutorado realizado na Université de Bretagne Occidentale (Brest - França) em conjunto com o laboratório CEA-Leti em Grenoble (França). Especialista em Jogos Digitais pela Universidade Estácio de Sá (2021). Pela graduação e mestrado, tem conhecimento em programação de CLPs, programação em Delphi, Assembly, linguagem C, microcontroladores, inteligência artificial, otimização, fabricação de circuitos impressos. No doutorado e pós-doutorado, realizou pesquisas nos seguintes campos: comunicações móveis, simulação de circuitos não-lineares, equilíbrio harmônico, envoltória complexa, projeto de amplificadores de potência Doherty integrados, transformada Unscented e dispositivos semicondutores. Projetista de amplificadores de potência integrados e defasadores (Phase-Shifter) de alta frequência com a técnica de ondas-lentas utilizando Cadence, Advanced Design System, Momentum, HFSS. Atualmente de professor efetivo horista na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) desde 2014, coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica e do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas desde 2017. Hoje sua pesquisas principais estão em robótica e impressão 3D. Bolsista de Fixação de Recursos Humanos do CNPq - Nível A, co-fundador da empresa Lajovic Tecnologias contemplada pelo Programa Centelha 2 da FAPEG. orcid.org/0000-0003-1408-3049.

Maria Luiza Rodrigues da Silva

Discente do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Porto Velho Calama.

Paulo Alexandre Costa Rocha

Possui graduação (Magna Cum Laude) em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (1995), mestrado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (1999) e doutorado em Engenharia Civil (Recursos

Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (2006). Realizou, através do "Programa de Professor Visitante no Exterior" da CAPES, estágio pós-doutoral na University of California San Diego, sob a supervisão do Prof. Carlos F. M. Coimbra, Ph. D (<http://coimbra.ucsd.edu/>). Está realizando seu segundo estágio pós-doutoral (2022-) em um projeto conjunto entre a Universidade de Guelph e de Waterloo, Canadá, sob a supervisão dos Profs. Jesse Van Griensven (<https://uwaterloo.ca/mechanical-mechatronics-engineering/profile/jthe>) e Bahram Gharabaghi (<https://www.uoguelph.ca/engineering/bgharabaghi>). Tem experiência na área de Mecânica dos Fluidos (Modelagem de escoamentos em Engenharia) e Energia Solar Térmica (Sistemas de Aproveitamento de Energia Solar e Heliotérmicas), com ênfase em Sistemas para Energias Renováveis, atuando principalmente nos seguintes temas: Estudo de usinas heliotérmicas, solução numérica de escoamentos sobre corpos imersos, aerodinâmica de sistemas eólicos, coletores solares, rastreamento solar. Coorientador do 2o. Lugar do XXVII PRÊMIO JOVEM CIENTISTA - Categoria "Estudante de Ensino Superior", CNPq (2013). Foi coordenador do curso de graduação em Engenharia Mecânica no biênio 2011-2013, bem como coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica para os biênios 2013-2015 e 2015-2017. Atualmente é Professor Associado IV do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará. Foi Diretor Científico do IX CONEM-2016 e da Comissão Organizadora Local do VII CBENS-2020. Atua como revisor de diversas revistas de alto fator de impacto, como Energy (Oxford), Applied Energy, Solar Energy, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Energy Conversion and Management, Renewable & Sustainable Energy Reviews, Desalination, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, entre outras.

Robson da Silva Magalhães

Doutor em Engenharia Industrial; professor adjunto DE na Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).

Thales Luan Lucas Pasqualetto

Mestrado em andamento em Engenharia de Produção e Sistemas, com ingresso em 2023/01, na PUC Goiás. Graduação em Engenharia Civil no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Ingresso em 2018/01. Coeficiente de

Rendimento ao término 2022/2: 8,80. Formação escolar no colégio Ateneu Salesiano Dom Bosco. Experiências Profissionais e Acadêmicas: Atualmente a partir de 08/2023 Engenheiro Civil Junior no Serviço Social do Comércio - Sesc e Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - Senac Tempo integral. Em 2022, iniciei como estagiário de engenharia na Opus Incorporadora e Construtora, atuando na Obra Penthouses, e fui promovido ao cargo de assistente de engenharia de Engenharia em no mesmo ano e à Analista de planejamento e produção em 06/2023. Em 2021, estagiário na área de Novos Negócios na Somos Desenvolvimento Imobiliário. Em 2020, prestador de serviços para a empresa Studio GO! Negócios Inteligentes, Goiânia-GO. Reconhecimentos Acadêmicos: Bolsista de Iniciação Científica - CNPQ PIBIC 2019/2020. Bolsista de Iniciação Científica - CNPQ PIBIC 2020/2021. *Publicações Vide Currículo Lattes.

Vivian da Silva Celestino Reginato

Engenheira Cartógrafa. Mestra em Sensoriamento Remoto. Doutora em Engenharia Civil. Pós-Doutora em Modelação Geográfica e Gestão Territorial. Professora da Universidade Federal de Santa Catarina.

Walcler de Lima Mendes Junior

Doutor em Planejamento Urbano e Regional – UFRJ. Professor do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas -UNIT-AL.

Wederson Vinícios dos Santos Barcello

Natural de Vitória/ES, residente do município de Viana/ES. Empreendedor, ingressou na vida acadêmica no 2º Semestre de 2020 na faculdade Multivix na qual cursa o 7º período do curso de Agronomia.

ISBN 978-655492037-7



9 786554 920377

