

# ULTIMATE STEM SUMMIT CONFERENCE

## ORGANIZADORES

Francis Wagner Silva Correia  
Jucimar Maia da Silva Junior  
João Batista Ponciano  
Weverson dos Santos Cirino  
Danielle Gordiano Valente  
Jonathas Silva dos Santos  
Arlindo Pires Lopes  
Felicien Gonçalves Vásquez  
Cláudio Gonçalves de Azevedo  
Edvam de Oliveira Nunes  
Jefferson Castro Silva  
Sílvia Cristina Belo e Silva  
José Gomes da Silva  
Miguel Angel Orellana Postigo  
Jose Ruben Sicchar Vilchez  
Renata da Encarnação Onety  
Elainne Ladislau Ferreira Pereira





## ORGANIZAÇÃO



## PRODUÇÃO





**2025 - Amplla Editora**

**Copyright da Edição** © Amplla Editora

**Copyright do Texto** © Os autores

**Editor Chefe:** Leonardo Tavares

**Design da Capa:** Amplla Editora

**Revisão:** Os autores

**Ultimate Stem Summit** está licenciado sob CC BY-NC 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Amplla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Amplla Editora.

**ISBN:** 978-65-5381-274-1

**DOI:** 10.51859/amplla.uss2541-0

**Amplla Editora**

Campina Grande – PB – Brasil  
contato@ampllaeditora.com.br  
www.ampllaeditora.com.br



2025

## COMISSÃO ORGANIZADORA

Francis Wagner Silva Correia (UEA)  
Jucimar Maia da Silva Junior (UEA)  
João Batista Ponciano (UEA)  
Weverson dos Santos Cirino (UEA)  
Danielle Gordiano Valente (UEA)  
Jonathas Silva dos Santos (UEA)  
Arlindo Pires Lopes (UEA)  
Felicien Gonçalves Vásquez (UEA)  
Cláudio Gonçalves de Azevedo (UEA)  
Edvam de Oliveira Nunes (UEA)  
Jefferson Castro Silva (UEA)  
Silvia Cristina Belo e Silva (UEA)  
José Gomes da Silva (UEA)  
Miguel Angel Orellana Postigo (UEA)  
Jose Ruben Sicchar Vilchez (UEA)  
Renata da Encarnação Onety (UEA)  
Elainne Ladislau Ferreira Pereira (UEA)

## COMISSÃO CIENTÍFICA

Francis Wagner Silva Correia (UEA)  
Jucimar Maia da Silva Junior (UEA)  
João Batista Ponciano (UEA)  
Weverson dos Santos Cirino (UEA)  
Danielle Gordiano Valente (UEA)  
Jonathas Silva dos Santos (UEA)  
Arlindo Pires Lopes (UEA)  
Felicien Gonçalves Vásquez (UEA)  
Cláudio Gonçalves de Azevedo (UEA)  
Edvam de Oliveira Nunes (UEA)  
Jefferson Castro Silva (UEA)  
Silvia Cristina Belo e Silva (UEA)  
José Gomes da Silva (UEA)  
Miguel Angel Orellana Postigo (UEA)  
Jose Ruben Sicchar Vilchez (UEA)  
Renata da Encarnação Onety (UEA)  
Elainne Ladislau Ferreira Pereira (UEA)

# CONSELHO EDITORIAL – AMPLLA EDITORA

Adilson Tadeu Basquerote – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará

Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará

Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará

Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia

Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe

Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista

Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande

Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires

Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas

Caroline Barbosa Vieira – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Christiano Henrique Rezende – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará

Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí

Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande

Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba

Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista

Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais

Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba

Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande

Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano

Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará

Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador

Fábio Ronaldo da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará

Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas

Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará

Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura

Glécia Morgana da Silva Marinho – Pontifícia Universidad Católica Argentina Santa Maria de Buenos Aires (UCA)

Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz

Igor Lima Soares – Universidade Federal do Ceará

Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande

Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso

Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas

Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará

Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas

João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina

João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas

João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo

Joilson Silva de Sousa – Universidade Regional do Cariri

José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife

Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará

Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis

Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia

Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos

Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador

Lara Luiza Oliveira Amaral – Universidade Estadual de Campinas

Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande

Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará

Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário

Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão

Luís Miguel Silva Vieira – Universidade da Madeira

Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central

Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande

Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa

Marcelo Henrique Torres de Medeiros – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará

Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz

Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia

Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí

Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas

Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Michele Antunes – Universidade Feevale

Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International

Miguel Ysrrael Ramírez-Sánchez – Universidade Autónoma do Estado do México

Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais

Natan Galves Santana – Universidade Paranaense

Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso

Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia

Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão

Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos

Ramôn da Silva Santos – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará

Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras

Regina Márcia Soares Cavalcante – Universidade Federal do Piauí

Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns

Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará

Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande

Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sabryna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais

Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará

Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná

Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia

Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria

Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca

Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus

Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Thiago Sebastião Reis Contrato – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco

Valvenarg Pereira da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Vinícius Queiroz Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba

Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras

Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology

Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande

Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima

William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina

Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz

Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2025 - Amplla Editora

Copyright da Edição © Amplla Editora

Copyright do Texto © Os autores

Editor Chefe: Leonardo Tavares

Design da Capa: Amplla Editora

Revisão: Os autores

### Catálogo na publicação

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

U47

Ultimate Stem Summit Conference / Organização de Francis Wagner Silva Correia, Jucimar Maia da Silva Junior, João Batista Ponciano, et al. – Campina Grande/PB: Amplla, 2025.

Outros organizadores: Weverson dos Santos Cirino, Danielle Gordiano Valente, Jonathas Silva dos Santos, Arlindo Pires Lopes, Felicien Gonçalves Vásquez, Cláudio Gonçalves de Azevedo, Edvam de Oliveira Nunes, Jefferson Castro Silva, Silvia Cristina Belo e Silva, José Gomes da Silva, Miguel Angel Orellana Postigo, Jose Ruben Sicchar Vilchez, Renata da Encarnação Onety, Elaine Ladislau Ferreira Pereira.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-274-1

DOI 10.51859/amplla.uss2541-0

1. Tecnologia. 2. Automação. 3. Software. 4. Engenharia. I. Correia, Francis Wagner Silva (Organização). II. Silva Junior, Jucimar Maia da (Organização). III. Ponciano, João Batista (Organização). IV. Título.

CDD 601

Índice para catálogo sistemático

I. Tecnologia

# PREFÁCIO

A Conferência ULTIMATE STEM SUMMIT (USS) 2025 é fruto do esforço que a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) em parceria com a Samsung Eletrônica vem fazendo a fim de proporcionar formação profissional de excelência no ensino superior. A USS 2025 foi um evento presencial e aberto ao público, organizado pela Academia STEM, que ocorreu nos dias 26, 27 e 28 de Fevereiro de 2025.

A Academia STEM é um projeto de capacitação e formação profissional que tem por objeto oferecer uma estrutura de ações, atividades, iniciativas e programas de capacitação voltados para os cursos de graduação STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), visando a adoção de uma metodologia de aprendizagem que potencialize a melhor disseminação de conhecimento compatível às demandas existentes no mercado de trabalho.

Durante a USS 2025 tivemos palestras abordando as principais ações, atividades e resultados do Projeto Academia STEM a partir de perspectivas das áreas de Engenharia Elétrica, Eletrônica, Controle e Automação, Produção e Computação. Um espaço especial na USS 2025 foi dedicado as apresentações dos resultados de 47 projetos Científicos, Tecnológicos, de Inovação e Sustentabilidade desenvolvidos por alunos e professores dos cursos de engenharia ao longo do ultimo ano da Academia STEM.

A Comissão Organizadora convidou a comunidade acadêmica da UEA, para participar da USS 2025, que aconteceu de forma presencial no período de 26 a 28 de Fevereiro de 2025, cujo acesso ocorreu por meio do site do Projeto Academia STEM (<https://stem.uea.edu.br/>). A USS 2025 foi um evento gratuito que ofereceu certificação aos participantes.

Neste Anais apresentamos uma coletânea de conhecimentos dos resumos expandidos aprovados e apresentados pelos alunos de engenharia na ULTIMATE STEM SUMMIT (USS) 2025.

# SUMÁRIO

<b>I.</b>	ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE USUÁRIO E SOFTWARE EM VALIDAÇÃO DE SENHAS: SEGURANÇA E USABILIDADE EM FOCO.....	12
<b>II.</b>	APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA PROTOTIPAGEM DE UMA PLATAFORMA WEB PARA VENDA DE ALIMENTOS NA UEA .....	18
<b>III.</b>	APLICAÇÕES DE FÍSICA COM USO DE PYTHON.....	24
<b>IV.</b>	APLICATIVO MÓVEL DE MATEMÁTICA FINANCEIRA.....	28
<b>V.</b>	ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM BATERIAS ELETROQUÍMICAS: TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES.....	34
<b>VI.</b>	AUTOMATIZAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO SOLARIMETRICA .....	38
<b>VII.</b>	CLASSIFICAÇÃO DE PNEUMONIA EM RADIOGRAFIAS DE TÓRAX COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZANDO REDES NEURAIAS CONVOLUCIONAIS BASEADAS EM DENSENET169 .....	42
<b>VIII.</b>	COMO DESENVOLVER UM SISTEMA IOT DE BAIXO CUSTO PARA OTIMIZAR A COMUNICAÇÃO E CONTROLE DE AR-CONDICIONADO EM AMBIENTES GRANDES?.....	47
<b>IX.</b>	COMPARAÇÃO DE COBERTURA DE CÓDIGO EM TESTES UNITÁRIOS.....	53
<b>X.</b>	MAPEAMENTO DAS FILAS NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA EST-UEA.....	58
<b>XI.</b>	CONTROLE INTELIGENTE DE TOMADAS .....	68
<b>XII.</b>	DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	74
<b>XIII.</b>	DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA HORTA HIDROPÔNICA .....	79
<b>XIV.</b>	DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA MONITORAMENTO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM INDÚSTRIAS.....	83
<b>XV.</b>	DESIGN E PRINCÍPIOS DE AUTOMATIZAÇÃO DE UMA TERMOCOMPOSTADORA.....	88
<b>XVI.</b>	ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS COM IMAGENS DE PATOLOGIAS PNEUMOLÓGICAS E SUA CLASSIFICAÇÃO COM IA.....	94

<b>XVII.</b>	ESTUDO E ANÁLISE DE FILTROS RESIDENCIAIS PARA MITIGAR HARMÔNICOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	98
<b>XVIII.</b>	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE UM GERADOR HIDROCINÉTICO PORTÁTIL PARA AS COMUNIDADES RIBEIRINHAS.....	102
<b>XIX.</b>	HEALTH ASSISTANT FOR LIFE OPTIMIZATION (H.A.L.O.) .....	107
<b>XX.</b>	IDENTIFICAÇÃO DE OBJETOS EM LINHAS DE PRODUÇÃO UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL .....	114
<b>XXI.</b>	IMPLEMENTAÇÃO DE UM MICROCOMPUTADOR DE 8BITS EM FPGA .....	122
<b>XXII.</b>	IMPLEMENTAÇÃO EM PLACA DE DESENVOLVIMENTO FPGA DO JOGO VINTAGE YOSHI NIGHTMARES E PONG .....	128
<b>XXIII.</b>	INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO PREDITIVA DE EQUIPAMENTOS COM USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	134
<b>XXIV.</b>	LPS ( LOCAL POSITION SYSTEM ).....	139
<b>XXV.</b>	MAPEAMENTO DAS FILAS NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA EST-UEA....	144
<b>XXVI.</b>	MODELAGEM DE CÉLULA ROBOTIZADA UTILIZANDO ROBÔ ARTICULADO BASEADO NOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	154
<b>XXVII.</b>	MODELAGEM DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE.....	159
<b>XXVIII.</b>	MODELAGEM DE UM ROBÔ SCARA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 .....	166
<b>XXIX.</b>	MONITORAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS .....	172
<b>XXX.</b>	MONITORAMENTO DE GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA.....	179
<b>XXXI.</b>	MONITORAMENTO DO PROCESSO DE ENCHIMENTO DA CAIXA D'ÁGUA UTILIZANDO ESP32.....	185
<b>XXXII.</b>	O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MELHORIA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA.....	191
<b>XXXIII.</b>	PROJETO DE UM CONVERSOR CC/CC – TIPO BUCK DE SAÍDA 12V/6V(DIDÁTICO) PARA SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS .....	195
<b>XXXIV.</b>	PROTÓTIPO INTELIGENTE DE UM IDENTIFICADOR PARA ESTACIONAMENTOS .....	199
<b>XXXV.</b>	RECONHECIMENTO FACIAL COM PYTHON: SEGURANÇA E CONTROLE DE ACESSO.....	205

<b>XXXVI.</b>	ROBOTECH MANAUS CONVENTION.....	210
<b>XXXVII.</b>	ROBOTECH-IN .....	216
<b>XXXVIII.</b>	SIAP: SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE APROVAÇÃO NA UEA.....	222
<b>XXXIX.</b>	SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SINAIS BIOMÉDICOS - CLINIC- EST.....	228
<b>XL.</b>	SISTEMA DE SEGURANÇA AUTOMATIZADA E FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DA EST-UEA.....	237
<b>XLI.</b>	SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO PARA SUPRIMENTO ENERGÉTICO DO LABORATÓRIO DE MODELAGEM DO SISTEMA CLIMÁTICO TERRESTRE DA EST/UEA.....	243
<b>XLII.</b>	TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: FABRICAÇÃO DE CÉLULAS E MÓDULOS.....	249
<b>XLIII.</b>	TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: INVERSORES, MÓDULOS E BATERIAS. 254	
<b>XLIV.</b>	TESTES BASEADOS EM PROPRIEDADES COM <i>HYPOTHESIS</i> .....	260
<b>XLV.</b>	TESTES UNITÁRIOS APLICADOS A ALGORITMOS DE DEMONSTRAÇÃO DE TEOREMAS EM <i>PYTHON</i> .....	266
<b>XLVI.</b>	TRANSFORMADAS PODEROSAS: DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DOS CIRCUITOS RLC COM UM TOQUE DE MATEMÁTICA.....	273
<b>XLVII.</b>	UTILIZAÇÃO DE FILTRAGEM PASSIVA PARA MITIGAR OS EFEITOS DAS HARMÔNICAS EM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO COM INVERSORES CC/CA .....	279

# CAPÍTULO I

## ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE USUÁRIO E SOFTWARE EM VALIDAÇÃO DE SENHAS: SEGURANÇA E USABILIDADE EM FOCO

Davilh Taumaturgo Soares<sup>1</sup>, Igor Leite de Almeida<sup>1</sup>, Julia de Brito Cohen<sup>1</sup>, Matheus Maia Braga<sup>1</sup>,  
Samuel Ogino<sup>1</sup>

Orientadores: Jonathas Silva dos Santos<sup>1</sup>, Danielle Gordiano Valente<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-1](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-1)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

dts.eng24@uea.edu.br, ildal.eng24@uea.edu.br, jdbco.eng24@uea.edu.br, mmb.eng24@uea.edu.br,  
so.eng24@uea.edu.br, jssantos@uea.edu.br, dvalente@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Ao utilizar sistemas digitais, a interação entre os usuários e os softwares é crucial para garantir a segurança e a usabilidade das aplicações. No entanto, muitos usuários enfrentam dificuldades ao criar senhas que atendam aos critérios de segurança exigidos, seja por falta de compreensão das diretrizes fornecidas pelo sistema ou pela ausência de feedback claro e útil. Esse cenário pode resultar em senhas fracas ou reutilização de credenciais, expondo dados pessoais e sensíveis a riscos de ataques digitais.

O principal problema relacionado a essas dificuldades reside na comunicação ineficaz entre o sistema e o usuário, aliada à falta de recursos que incentivem a criação de senhas fortes. Além disso, a ausência de respostas apropriadas do software para entradas inválidas ou inesperadas pode comprometer a funcionalidade do sistema e a experiência do usuário.

Com isso em mente, propõe-se a análise da interação entre usuários e softwares de validação de senhas, com foco na segurança e usabilidade. A pesquisa busca entender como o *feedback* fornecido pelo sistema, aliado à testes de funcionalidade, pode melhorar a experiência do usuário, incentivando a adoção de práticas mais seguras e eficazes no uso de senhas.

#### 1.1. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é analisar a interação entre usuários e softwares de validação de senhas, investigando como o *feedback* fornecido pelo sistema pode influenciar na criação

de senhas mais seguras. Para isso, serão aplicados testes funcionais e de usabilidade, com o intuito de desenvolver diretrizes e práticas que melhorem a comunicação entre o sistema e o usuário, promovendo tanto a segurança digital quanto uma experiência mais intuitiva.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como método principal, utilizou-se a abordagem de análise de testes, aliada ao uso da biblioteca *pytest*, uma ferramenta utilizada para a realização de testes automatizados em aplicações Python. Essa escolha permitiu a validação automática do comportamento do sistema de verificação de senhas, garantindo que as regras de segurança fossem corretamente aplicadas e que entradas inválidas fossem devidamente tratadas (OKKEN, 2017).

Para o desenvolvimento do ambiente de testes, foi criada uma interface de login, projetada com *html*, *css* e *javascript*, na qual os usuários inserem suas credenciais para que sejam avaliadas pelo sistema. A interface permite diferentes cenários de entrada, como o nome do usuário, CPF, data de nascimento e senha. Dessa forma, foi possível avaliar tanto a resposta do software quanto a experiência do usuário diante do *feedback* fornecido pelo sistema. Estudos mostram que o *design* das mensagens de erro e recomendações influencia diretamente na adoção de boas práticas pelos usuários, reduzindo vulnerabilidades associadas ao uso de senhas fracas (UR et al., 2017).

Além disso, outras pesquisas embasam as diretrizes de segurança implementadas e a metodologia adotada. Estudos como o de Bonneau et al. (2012) destacam a importância de uma validação robusta de senhas na prevenção de ataques cibernéticos, enfatizando a necessidade de critérios rigorosos para garantir a segurança dos usuários. Da mesma forma, pesquisas como as de Florêncio & Herley (2007) analisam os hábitos dos usuários no uso de senhas, fornecendo percepções sobre padrões comuns e vulnerabilidades exploradas por invasores que continuam até os dias atuais.

Para garantir uma análise mais abrangente, os testes adotaram os seguintes critérios:

- Validação de força da senha: testes para verificar se as senhas atendem a critérios como tamanho mínimo, presença de caracteres especiais e variação entre letras maiúsculas e minúsculas (BONNEAU et al., 2012).
- Testes de entradas inválidas: análise de como o sistema responde a tentativas de entrada com caracteres proibidos, espaços em branco ou valores nulos.

- Teste de limites extremos: avaliação do comportamento do sistema diante de senhas excessivamente longas ou curtas, garantindo estabilidade e segurança (FLORENCIO & HERLEY, 2007).
- *Feedback* ao usuário: verificar se as mensagens de erro ou recomendação são compreensíveis e efetivas na orientação do usuário para melhorar a segurança da senha (UR et al., 2017).

Os testes foram aplicados sobre um conjunto de 12 senhas distintas, coletadas a partir de um conjunto gerado aleatoriamente. Os resultados obtidos permitiram identificar padrões e desafios na interação entre os usuários e o sistema, contribuindo para a proposta de melhorias no design e na lógica de validação de senhas.

### 3. RESULTADOS

A fase inicial do projeto envolveu a implementação da interface de *login* e a configuração dos testes automatizados utilizando a biblioteca Pytest. Durante os testes, foram analisadas diferentes situações de entrada de senhas para verificar a eficácia das regras de validação e a experiência do usuário ao interagir com o sistema. A Figura 1 apresenta a interface de login desenvolvida para a realização dos testes, a Figura 2 quando o usuário cumpriu com os requisitos de *login*, e a Figura 3, quando as entradas são aprovadas.

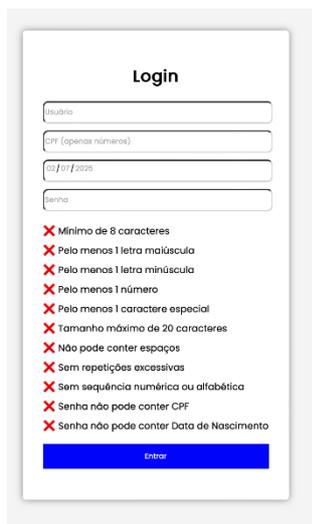


Figura 1 – Interface de login.



Figura 2 – Requisitos completos para login.



Figura 3 – Tela após aprovação da senha

Os resultados obtidos mostraram que:

- Em 11 das 12 senhas testadas não atendiam aos critérios mínimos de segurança

estabelecidos, e o sistema evidenciou corretamente a necessidade de reforçá-las. Ou seja, o sistema foi capaz de identificar corretamente todas senhas fracas, entre os testes disponibilizados, classificando-as de acordo com os parâmetros pré-definidos.

- Em testes com entradas inválidas (como caracteres especiais proibidos ou senhas vazias), a aplicação retornou mensagens de erro apropriadas.
- O desempenho do sistema em relação a senhas extremamente longas ou curtas foi eficiente, conforme demonstrado na Figura 3.

Além disso, a usabilidade do sistema foi analisada a partir do feedback gerado para os usuários após a inserção de uma senha inválida. Estudos prévios indicam que mensagens de erro claras e objetivas podem melhorar significativamente a adoção de práticas seguras por parte dos usuários (UR et al., 2017). Dessa forma, a análise dos logs dos testes demonstrou que o resultado da validação está em sincronia com o resultado da interface.

```
1 import pytest
2 import json
3 from app import app # Importa o Flask app
4
5 @pytest.fixture
6 def client():
7     return app.test_client()
8
9 @pytest.mark.parametrize("cpf, data_nasc, senha, esperado", [
10     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha@12", 200), # Teste de Senha Válida
11     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Sen@1", 400), # Menos de 8 caracteres
12     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "senha@12", 400), # Falta Letra Maiúscula
13     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "SENHA@12", 400), # Falta Letra Minúscula
14     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha@ab", 400), # Falta Número
15     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha1267", 400), # Falta Caractere Especial
16     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha@1732684292737438284293", 400), # Mais de 20 Caracteres
17     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha @12", 400), # Contém Espaços
18     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha@1111", 400), # Repetição Excessiva de Caracteres
19     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "Senha@abcd", 400), # Sequência Numérica ou Alfabética
20     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "123.456.789-09Senha@12", 400), # Contém CPF
21     ("123.456.789-09", "2000-05-15", "2000-05-15Senha@", 400), # Contém Data de Nascimento
22 ])
23 def test_validar_senha(client, cpf, data_nasc, senha, esperado):
24     response = client.post("/validar-senha", json={
25         "cpf": cpf,
26         "data_nasc": data_nasc,
27         "senha": senha
28     })
29     print(response.json) # Para debug
30     assert response.status_code == esperado
31
```

Figura 4 - Código de testes utilizando o Pytest

```
===== test session starts =====
platform darwin -- Python 3.11.5, pytest-8.3.4, pluggy-1.5.0 -- /Users/juliacohen/Downloads/meu_site/venv/bin/python
cachedir: .pytest_cache
rootdir: /Users/juliacohen/Downloads/meu_site/backend
collected 12 items

test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha@12-200] PASSED [ 8%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Sen@1-400] PASSED [ 16%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-senha@12-400] PASSED [ 25%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-SENHA@12-400] PASSED [ 33%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha@ab-400] PASSED [ 41%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha1267-400] PASSED [ 50%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha@1732684292737438284293-400] PASSED [ 58%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha @12-400] PASSED [ 66%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha@1111-400] PASSED [ 75%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-Senha@abcd-400] PASSED [ 83%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-123.456.789-09Senha@12-400] PASSED [ 91%]
test_app.py::test_validar_senha[123.456.789-09-2000-05-15-2000-05-15Senha@-400] PASSED [100%]

===== 12 passed in 0.42s =====
```

Figura 5 - Resultados do Pytest

Para mais informações sobre o projeto e acesso ao código-fonte, o repositório oficial está disponível no GitHub. Nele, é possível consultar detalhes adicionais do projeto (COHEN, 2025). O repositório pode ser acessado pelo link: <https://github.com/jubcohen/senha-stem>.

#### 4. CONCLUSÃO

A análise da interação entre usuário e software na validação de senhas permitiu avaliar a segurança e a usabilidade do sistema desenvolvido. A implementação da interface de login e a utilização da biblioteca Pytest demonstraram a importância de um processo estruturado de testes, garantindo que as senhas sigam padrões de segurança e que o *feedback* ao usuário seja claro e eficiente. Os testes realizados identificaram as senhas inválidas, reforçando a necessidade da resposta da interface para o entendimento do usuário, assim, construindo uma experiência mais segura.

Os resultados obtidos mostram que a experiência do usuário influencia diretamente a adoção de boas práticas de segurança digital, alinhando-se a estudos como o de Ruskov et al. (2022), que demonstram que um engajamento estruturado e de curto prazo é suficiente para que usuários participem significativamente de discussões complexas sobre segurança e desenvolvam uma compreensão dos princípios de segurança. A pesquisa evidencia a necessidade de soluções que conciliam rigor na validação de credenciais com uma interface acessível, sugerindo aprimoramentos futuros, como a implementação de sugestões automáticas de senhas seguras, para aumentar a eficácia e a usabilidade do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ONNEAU, J.; HERLEY, C.; VAN OORSCHOT, P. C.; STAJANO, F. *The quest to replace passwords: A framework for comparative evaluation of web authentication schemes*. 2012. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/the-quest-to-replace-passwords-a-framework-for-comparative-evaluation-of-web-authentication-schemes/> . Acesso em: 7 fev. 2025.

UR, B.; SEGRETI, S. M.; BAUER, L.; CHRISTIN, N.; CRANOR, L. F.; KOMANDURI, S.; MAZUREK, M. L. *Measuring real-world accuracies and biases in modeling password guessability*. 2017. Disponível em: <https://www.usenix.org/conference/usenixsecurity17/technical-sessions/presentation/ur> . Acesso em: 7 fev. 2025.

FLORENCIO, D.; HERLEY, C. *A large-scale study of web password habits*. 2007. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/a-large-scale-study-of-web-password-habits/> . Acesso em: 7 fev. 2025.

OKKEN, B. *Python Testing with pytest*. 2017. Trechos disponíveis em: <https://pragprog.com/titles/bopytest/python-testing-with-pytest/> . Acesso em: 7 fev. 2025.

RUSKOV, M.; EKBLON, P.; SASSE, M. A. *Getting Users Smart Quick about Security: Results from 90 Minutes of Using a Persuasive Toolkit for Facilitating Information Security Problem Solving by Non-Professionals*. 2022. Recuperado de: <https://arxiv.org/abs/2209.02420> . Acesso em: 7 fev. 2025.

COHEN, J. *senha-stem*. Disponível em: <https://github.com/jubcohen/senha-stem>. Acesso em: 7 fev. 2025.

# CAPÍTULO II

## APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA PROTOTIPAGEM DE UMA PLATAFORMA WEB PARA VENDA DE ALIMENTOS NA UEA

Abdalla Said Atala Neto, George Lucas Castro da Silva, José Máximo Binda da Costa, Maria Fernanda Dutra Rosa, Suely Amélia Casilla Nina, Jefferson Castro, Elaine Ladislau

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-2](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-2)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

asane.eng24@uea.edu.br, glcdsi.eng24@uea.edu.br, jmbdc.eng24@uea.edu.br,  
mfdro.eng24@uea.edu.br, sacni.eng24@uea.edu.br, elpereira@uea.edu.br, jecsilva@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta o protótipo de uma Plataforma Web desenvolvida para auxiliar os acadêmicos da Escola Superior de Tecnologia (EST) que enfrentam dificuldades no comércio e no acesso à informação. Durante as dinâmicas de vendas, observou-se que muitos vendedores perdem oportunidades por não conseguirem anunciar seus produtos de forma eficaz, limitando-se a grupos do WhatsApp, enquanto os estudantes têm dificuldades em encontrar informações sobre ofertas, locais de venda e preços. Diante desse cenário, a questão central deste estudo é: a criação de uma plataforma Web pode otimizar as vendas e o acesso à informação na EST? Para isso, foi utilizado o método PDCA (Plan, Do, Check, Act), que orientou o desenvolvimento do protótipo do site. Este protótipo visa padronizar a compra e a venda, além de fornecer contatos dos vendedores para resolver problemas adicionais. O desenvolvimento foi realizado com as linguagens JavaScript, CSS e HTML. A metodologia PDCA foi crucial para identificar problemas, estabelecer metas e coletar dados sobre os produtos disponíveis. A análise qualitativa dos dados permitiu aprimorar a plataforma, enquanto a fase de ajuste corrigiu falhas após testes internos, garantindo fácil acesso às informações e constante atualização do *site*.

### 2. OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo Geral:

Criar um protótipo de um site de vendas de alimentos, utilizando a ferramenta de gestão do ciclo PDCA na Escola Superior de Tecnologia.

## 2.2. Objetivos Específicos:

- Pesquisar as linguagens de programação a serem usadas na criação do site a partir de produções científicas;
- Elaborar um fluxograma para demonstração da elaboração do ciclo de Gestão PDCA;
- Construir o Protótipo do site da venda de alimentos a partir do ciclo de Gestão PDCA.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa seguiu um delineamento aplicado, exploratório e descritivo, utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa. O protótipo do site foi desenvolvido com o auxílio da metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act).

### 3.1. Desenvolvimento da Plataforma Web

O protótipo da Plataforma Web foi desenvolvido utilizando JavaScript, HTML e CSS para a criação da interface do usuário. O Visual Studio Code (VSCode) foi utilizado como editor de código, e o Figma foi empregado para o design da interface, permitindo a criação de protótipos interativos.

### 3.2. Metodologia PDCA

A metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act) foi aplicada nas seguintes etapas:

- Planejamento (Plan): Discussão para identificação dos problemas enfrentados pelos acadêmicos da Escola Superior de Tecnologia, definição de metas e um plano de ação.
- Execução (Do): Implementação das funcionalidades da plataforma, incluindo perfis de usuários e listagem de produtos, com coleta de dados via formulário online.
- Verificação (Check): Análise qualitativa dos dados coletados para identificar melhorias necessárias.
- Ação (Act): Ajustes na plataforma com base nas análises, seguidos de novos testes para garantir a eficácia das alterações.

### 3.3. Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados foi realizada a partir da solicitação de informações sobre o contato e o tipo de produto vendido por dois vendedores reais. Com esses dados foi possível incluir os vendedores no catálogo do site e entender quais tipos de alimentos são vendidos na universidade.

## 4. RESULTADOS

A prototipagem da Plataforma Web apresentou um desempenho eficaz na promoção e venda de produtos alimentícios de forma on-line pelos alunos da Escola Superior de Tecnologia ao ser desenvolvida de acordo com a aplicação do método do Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). O apuramento de informações durante a elaboração do projeto dividiu-se em 4 tópicos principais que se relacionam com a metodologia trabalhada e formam os resultados obtidos. Sendo eles: (1) Planejamento (Plan), (2) Execução (Do), (3) Checagem (Check) e (4) Ação (Act).

### 4.1. Planejamento (Plan)

Nesta primeira etapa, foi realizada a identificação de problemas enfrentados pelos alunos na venda de alimentos no ambiente universitário, sendo estes a perda de vendas por falta de informações sobre a disponibilidade de produtos, preços e comunicação ineficiente com os vendedores, além do grande volume de mensagens trocadas no principal grupo de WhatsApp dos alunos da instituição. Com base nesse contexto, foram definidos os principais objetivos para a plataforma:

- Criar uma plataforma digital acessível para anúncios de alimentos.
- Facilitar a comunicação entre vendedores e compradores.
- Oferecer um meio de avaliação e feedback para melhorar a experiência dos usuários

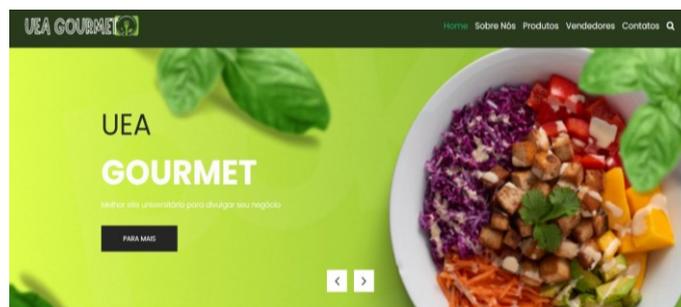


Figura 1. Página inicial do protótipo.

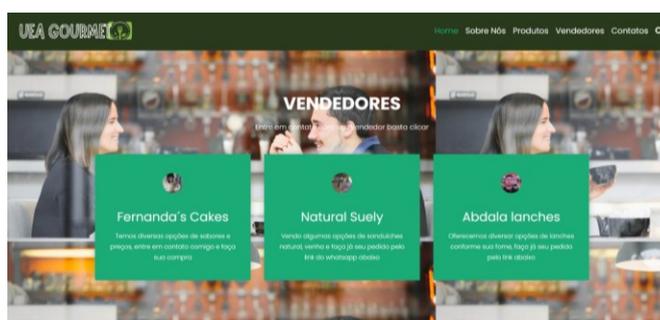


Figura 2. Informação de contato de vendedores

## 4.2. Execução (Do)

A etapa de execução do protótipo iniciou-se com a coleta de dados dos alimentos vendidos na unidade, seus principais vendedores e sua precificação. Após isso, foram desenvolvidos a prototipagem do site e recursos como:

- Um catálogo digital para a divulgação dos produtos.
- Contato direto entre vendedores e compradores.
- Espaço para avaliações e feedbacks dos usuários.

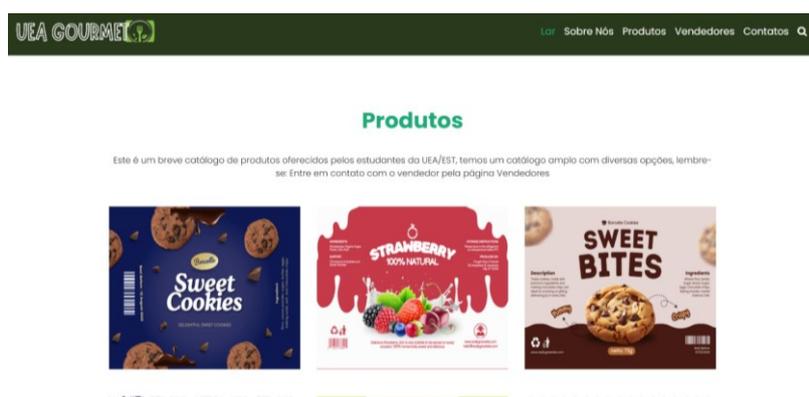


Figura 3. Catálogo de produtos.

### 4.3. Checagem (Check)

Após as fases iniciais de desenvolvimento, foi feita a análise qualitativa e quantitativa dos dados coletados. Foram identificados problemas e fornecendo maior informação na plataforma.

### 4.4. Ação (Act)

Na fase de ação foram corrigidas falhas encontradas no site após os testes internos, que interferiram no impacto esperado, dificultando a facilidade de acesso aos alimentos sendo vendidos. Os principais ajustes que foram identificados e devem passar por melhorias constantes são:

- Navegação e interface: para facilitar o acesso dos usuários às informações sobre os produtos.
- Sistema de busca e categorização: para tornar a localização dos alimentos mais intuitiva.
- Espaço de feedback: para incentivar a interação entre compradores e vendedores.

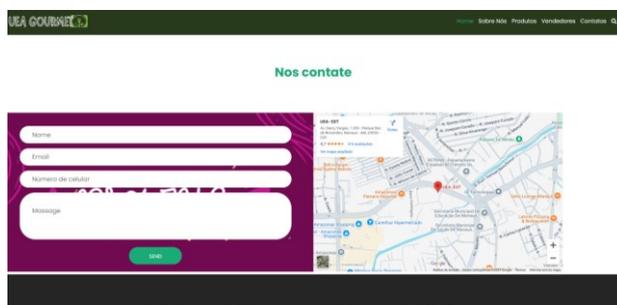


Figura 4. Área de sugestões e feedback dos consumidores.

## 5. CONCLUSÃO

A Plataforma Web para a venda de alimentos da Escola Superior de Tecnologia (EST) obteve um desempenho satisfatório ao facilitar a divulgação de vendas de alimentos e o acesso de informações e comunicação com os vendedores. A aplicação do método PDCA permitiu a identificação de problemas e melhorias na interface do *website* e potencializou o processo de compra e vendas dos produtos. Futuras pesquisas podem ampliar as funções e a junção de novas tecnologias, para melhorar a experiência dos usuários. Esta ferramenta é um grande passo na modernização das práticas comerciais na EST e proporciona fácil acesso à informação e interação entre alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VARELLA, Júlio César Benelli. Aplicação de SOLID em um sistema Web para intermediação de compra e venda de comida na UNESP. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, 2023.

BUENO, A. A. et al. Ciclo PDCA. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2013.

MORO, Renan Wesley. Aplicação ciclo PDCA para redução de defeitos. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.

ANDRADE, F. F. O método de melhorias PDCA. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Disponível em: <http://www.duplofoco.com.br/ciclo-pdca/como-aplicar-o-ciclo-pdcaem-sua-empresa/>, Acesso em 31 de maio de 2013.

# CAPÍTULO III

## APLICAÇÕES DE FÍSICA COM USO DE PYTHON

Correa, C<sup>1</sup>, Deus, C<sup>2</sup>, Diógenes, J<sup>3</sup>, Nunes, E.O<sup>4</sup>, Fragata, A<sup>5</sup>, Cristina, Sílvia<sup>6</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-3](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-3)

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

cecq.eng23@uea.edu.br1, cedds.eng23@uea.edu.br2, jgd.eng23@uea.edu.br3, enunes@uea.edu.br4,  
affragata@uea.edu.br5, scbsilva@uea.edu.br6

### 1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem tanto da disciplina Física quanto de outras relacionadas às ciências exatas, tem em sua base um sistema de ensino tradicional. A aprendizagem dos alunos e seu rendimento são objetivos de estudo[1]. No início dos anos 2000, outros pesquisadores [2] indicavam que entre as possíveis razões desses insucessos da aprendizagem em Física estariam relacionados aos métodos de ensino utilizados, enfatizando a inserção de “teorias de aprendizagem mais recentes” e em cooperação com as tecnologias emergentes.

Em um estudo recente (conforme [1]), é mostrado que a ausência de laboratórios virtuais e metodologias relacionadas a recursos tecnológicos digitais, como fatores principais e desafios para o ensino de Física. Nesta análise, o autor argumenta que esses recursos fazem parte da realidade dos/as estudantes e, por conseguinte, devem ser aderidos às aulas, seja por meio de simuladores computacionais, modelagem computacional e/ou experimentos virtuais. No caso dos simuladores computacionais, ênfase deste trabalho, as potencialidades se mostram ainda mais significativas, uma vez que, dentre outros pontos, são capazes de representar aspectos do mundo real de forma relativamente satisfatória[3].

Reconhecendo a importância da programação em inúmeras áreas da Ciência, este projeto teve como objetivo ampliar os conhecimentos necessários em programação para alunos /estudantes, de tal forma que possam desenvolver seus próprios simuladores com a utilização de linguagem Python, como ferramenta potencializadora no processo de ensino-aprendizagem da Física[4].

## 1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste projeto consiste em aplicar conceitos teóricos de física em simulações computacionais. Selecionar e utilizar bibliotecas Python adequadas. Desenvolver algoritmos precisos e eficientes. Validar os resultados das simulações. Documentar o processo e os resultados obtidos. Contribuir para o ensino e aprendizagem de física. Explorar novas aplicações em física e engenharia.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto utilizou uma metodologia iterativa para criar simulações físicas. As principais ferramentas foram:

- **NumPy** para manipulação de arrays.
- **SciPy** para funções matemáticas avançadas.
- **Matplotlib** para visualização gráfica.
- **SymPy** para cálculos simbólicos.

## 3. RESULTADOS

As simulações de movimento uniformemente variado[5] e queda livre foram realizadas com sucesso, reproduzindo com precisão as previsões teóricas. As bibliotecas utilizadas mostraram-se eficazes na modelagem e visualização dos fenômenos físicos.

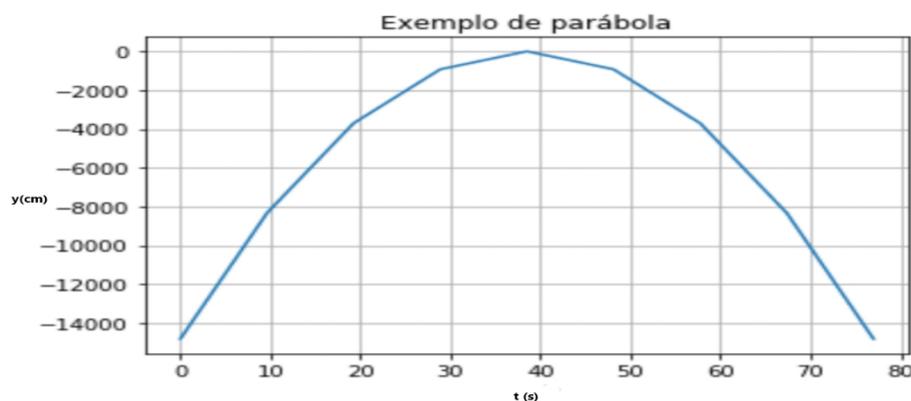


Fig.1 – Gráfico espaço em função do tempo, obtido através do programa Python.

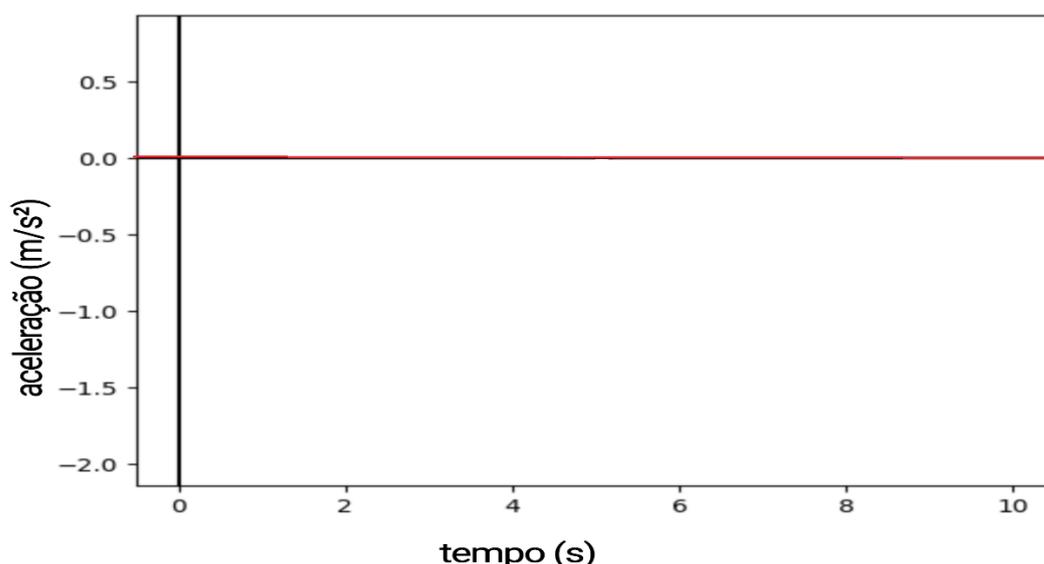


Fig.2 – Gráfico aceleração em função do tempo, obtido através do programa Python. Verificação da aceleração constante, reta paralela ao eixo do tempo.

#### 4. CONCLUSÃO

O uso de Python em aplicações de física computacional demonstrou ser eficaz e enriquecedor para a educação. As ferramentas e bibliotecas empregadas permitiram a implementação de simulações precisas e visualmente claras. Recomenda-se o estudo de outros movimentos como o movimento circular e o movimento harmônico simples, como verificação dos limites de aplicação do algoritmo. A pesquisa realizada promoveu uma melhor compreensão dos conceitos físicos fundamentais e percebe-se novas possibilidades para estudos futuros.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MOREIRA, M. A. Desafios no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. 1, p. 1-8, 2021.
- [2] FIOLEAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das Ciências Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 25, p. 259-272, 3 set. 2003.
- [3] PASTORIO, D. **Processos avaliativos reflexivos integrados a tarefas contínuas no âmbito do ensino superior em Física**. 2018. 223 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- [4] Galvão, L.C *et al.* **O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 39, n. 1, p. 204-237, abr. 2022. 204

[5] HALLIDAY, D; RESNICK, R & WALKER, J. 2012. **Fundamentos de Física – Mecânica, vol 1**, 9ª Edição. LTC – Livros técnicos e Científicos Editora.

# CAPÍTULO IV

## APLICATIVO MÓVEL DE MATEMÁTICA FINANCEIRA

Luan Pedro Nogueira Maciel<sup>1</sup>, Luiz Eduardo Fritz Semen<sup>1</sup>, Maria Laura Farias dos Santos<sup>1</sup>, Pedro Gabriel Alcantara Barroso Dias<sup>1</sup>, Yan Victor Ximenes<sup>1</sup>.  
Orientadores: Arlindo Pires Lopes<sup>1</sup>, Renata da Encarnação Onety<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-4**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

lpnma.eng24@uea.edu.br, lefse.eng24@uea.edu.br, mlfdsa.eng24@uea.edu.br,  
pgabdi.eng24@uea.edu.br, breyvxs.eng24@uea.edu.br.

### 1. INTRODUÇÃO

A matemática, uma das ciências mais antigas, surgiu da necessidade prática de contar, medir e registrar transações. Civilizações antigas, como os babilônios e egípcios, já utilizavam conceitos matemáticos para resolver problemas do cotidiano, como comércio e construção. (DA SILVA, K., 2014, apud POMBO, 2021). Com o tempo, a matemática evoluiu e se tornou fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico.

A matemática financeira surgiu como um ramo voltado para a análise de operações financeiras, com conceitos como juros e capitalização sendo utilizados desde a Antiguidade. Durante o Renascimento, com o crescimento do comércio e a criação dos primeiros bancos, os cálculos financeiros se tornaram mais sofisticados, influenciando a economia moderna. (DA SILVA, C., 2016, p.163).

Com o avanço da tecnologia, surgiu a necessidade de ferramentas que facilitassem os cálculos financeiros. (DA SILVA, C., 2016, p.163). Este projeto propõe o desenvolvimento de um aplicativo acessível e intuitivo, visando tornar os cálculos financeiros mais rápidos, precisos e fáceis de realizar, atendendo a estudantes, profissionais, empreendedores e qualquer pessoa que precise lidar com operações financeiras no dia a dia.

#### 1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo móvel de matemática financeira para facilitar cálculos como juros, descontos, amortização de empréstimos e conversão monetária. Criado na plataforma Kodular, o aplicativo tem uma interface intuitiva, tornando

suas funcionalidades acessíveis a qualquer pessoa, independentemente do conhecimento financeiro. O foco é democratizar o acesso a ferramentas financeiras, auxiliando estudantes, empreendedores e demais usuários na gestão de recursos.

Espera-se, com essa iniciativa, ampliar o acesso a recursos financeiros, contribuindo para a inclusão financeira, redução de erros na administração econômica e oferecendo suporte ao planejamento financeiro e à conversão de moedas, tornando os cálculos mais simples, precisos e seguros.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do aplicativo seguiu um processo estruturado utilizando a plataforma Kodular, que permite criar aplicativos móveis sem a necessidade de conhecimentos avançados em programação. A metodologia adotada teve como objetivo garantir a criação de uma solução eficiente, intuitiva e acessível para cálculos de matemática financeira.

### 2.1. Pesquisa Bibliográfica e Levantamento de Requisitos

A primeira etapa do projeto consistiu em uma pesquisa bibliográfica sobre conceitos de matemática financeira, como juros simples, juros compostos, valor presente, taxas, conversão de moedas e amortização. Também foram analisados aplicativos similares para identificar seus pontos fortes e limitações, visando aprimorar o design e funcionalidades do novo app. Essa pesquisa orientou a definição dos cálculos e funcionalidades essenciais para atender ao público-alvo.

### 2.2. Planejamento e Design da Interface

O planejamento da interface foi feito utilizando as ferramentas visuais da plataforma Kodular, com o design focado em proporcionar uma experiência simples e intuitiva. A primeira tela do aplicativo contém caixas de texto para inserção de valores, um spinner para seleção de opções específicas dentro de cada tipo de cálculo e botões para executar as operações. O fluxo de uso é o seguinte: o usuário seleciona o tipo de cálculo, insere os valores, escolhe configurações adicionais no spinner (como juros simples ou compostos, sistema de amortização, etc.) e, ao pressionar o botão correspondente, o aplicativo processa os dados e leva o usuário à tela de resultados. As demais telas são:

As imagens a seguir dizem respeito aos tópicos 2.2.1; 2.2.2; 2.2.3 e 2.2.4; 2.2.5, respectivamente.

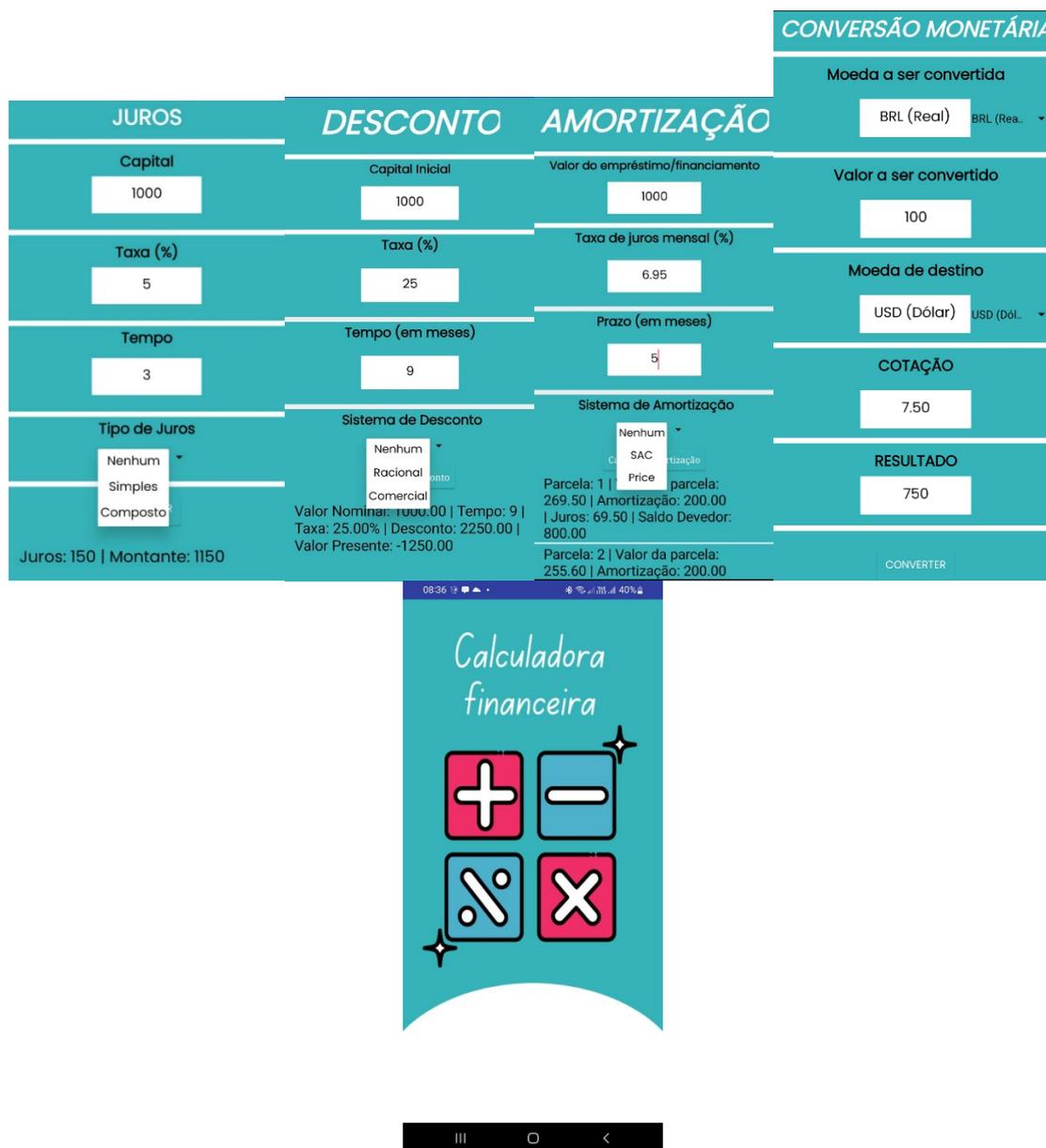


Figura 1: Layout das telas do aplicativo

### 2.2.1. Tela de Juros Simples e Composto

O sistema permite inserir valores de capital, taxa de juros e período para calcular o montante final, utilizando um botão seletor para o usuário escolher as fórmulas de juros simples ou compostos. Na tela de Juros Simples, o cálculo segue as equações  $J = C \times i \times T$  e  $M = J + C$ , onde **M** é o montante final, **C** o capital inicial, **i** a taxa de juros e **t** o período. Já na

tela de Juros Compostos, a fórmula aplicada é  $M = C \times (1 + i)^t$ , possibilitando a visualização da evolução do montante ao longo do tempo.

### 2.2.2. Desconto comercial e racional

O sistema permite calcular o desconto de um título financeiro utilizando os métodos de desconto comercial e desconto racional. No desconto comercial, o cálculo tem como base o valor nominal do título, seguindo as fórmulas  $D_C = N \times I \times T$  e  $V_P = N - D_C$ , onde  $D_C$  é o desconto comercial,  $V_P$  representa o valor presente (ou valor líquido recebido antecipadamente),  $N$  é o valor nominal do título (quantia a ser recebida no futuro),  $i$  é a taxa de juros e  $t$  o período. Já no desconto racional, o abatimento é calculado com base no valor presente, e não no valor nominal. A fórmula utilizada é  $V_P = \frac{N}{(1+I \times T)}$  e  $D_R = N - V_P$ , onde  $D_R$  representa o desconto racional,  $V_P$  o valor presente,  $N$  o valor nominal do título,  $i$  a taxa de juros e  $t$  o período.

### 2.2.3. Tela de Amortização de Empréstimos

No Sistema Price, as parcelas permanecem iguais do início ao fim do financiamento, mas a proporção entre juros e amortização varia ao longo do tempo. A fórmula utilizada para calcular a prestação é  $P = \frac{C \times i}{1 - (1+i)^{-n}}$ , onde  $P$  é o valor da prestação,  $C$  o capital emprestado,  $i$  a taxa de juros por período e  $n$  o número de períodos. Já no Sistema SAC (Amortização Constante), as parcelas de amortização são fixas, enquanto os juros diminuem ao longo do tempo. A fórmula para calcular a prestação no primeiro período é  $P = A + (C \times i)$ , onde  $P$  é o valor da prestação,  $A$  a amortização constante (obtida dividindo o saldo devedor inicial pelo número de períodos),  $C$  o capital inicial e  $i$  a taxa de juros por período.

### 2.2.4. Tela de Conversão Monetária

Realiza a conversão entre real e outras moedas (dólar ou euro), utilizando a taxa de câmbio do momento. A fórmula de conversão é:  $V_d = V_o \times T$ , onde  $V_d$  = Valor convertido na moeda de destino; (dólar, real ou euro),  $V_o$  = Valor a ser convertido; (dólar, real ou euro) e  $T$  = Taxa de câmbio. (dólar, real ou euro)

### 2.2.5. Tela de Histórico

O aplicativo armazena os cálculos realizados pelo usuário em um banco de dados interno, permitindo consultas futuras. As telas foram criadas com componentes do Kodular, como botões, caixas de texto, *spinners* e *labels*. A programação usa funções e condicionais

para garantir que cada operação seja processada corretamente conforme a entrada do usuário.

### 3. RESULTADOS

Após os testes e validação, foi realizada uma análise com base na interação dos usuários, focando na precisão dos cálculos, usabilidade da interface e desempenho. A precisão dos cálculos foi considerada satisfatória, com resultados confiáveis para operações financeiras.

A interface foi elogiada pela navegação intuitiva e facilidade de uso, especialmente para iniciantes. O design da Kodular permitiu criar uma interface acessível e clara. Quanto ao desempenho, o aplicativo teve boa compatibilidade com dispositivos Android e baixo consumo de recursos. Os testes com estudantes ajudaram a identificar melhorias, como ajustes no layout e personalização das taxas de juros.

Conclui-se que o aplicativo atendeu aos objetivos propostos, oferecendo uma solução eficiente e fácil de usar. A plataforma Kodular se mostrou eficaz para o desenvolvimento rápido de aplicativos móveis, e o aprimoramento contínuo pode tornar o aplicativo ainda mais útil para o público-alvo.

### 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo móvel para cálculos de matemática financeira, utilizando a plataforma Kodular. O aplicativo oferece funcionalidades para o cálculo de juros simples, juros compostos, descontos comerciais e racionais, e amortização de empréstimos, com foco na simplicidade e acessibilidade.

A metodologia aplicada, incluindo pesquisa bibliográfica, planejamento de design e testes práticos, resultou em uma solução eficiente e fácil de usar. A plataforma Kodular permitiu o desenvolvimento rápido do aplicativo, dispensando conhecimento avançado em programação. Os testes realizados confirmaram a precisão dos cálculos e a usabilidade da interface, garantindo uma boa experiência ao usuário.

Em resumo, o aplicativo atendeu aos objetivos propostos, oferecendo uma ferramenta útil para cálculos financeiros. A utilização de Kodular demonstrou ser uma solução eficaz e acessível para o desenvolvimento de aplicativos móveis, com potencial para futuras melhorias e expansão de funcionalidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA SILVA, Claubert Hilton Valeriano. Ensaio sobre os juros e sua aplicação nos contratos bancários. **Revista Da Ejuse**, [s. l.], ed. 24, p. 163-185, 2016.

DA SILVA, Késia Isabel. **História Da Matemática: Os Primeiros Indícios Dos Números**. Orientador: Professor Dr. Alessandro Frederico da Silveira. 2014. 32 f. Monografia (Especialização) - Universidade Estadual Da Paraíba, Paraíba, 2014.

KODULAR. **Kodular: Platform for building mobile apps**. Disponível em: <https://www.kodular.io>. Acesso em: 12 de janeiro de 2025.

POMBO, T. R.; LIMA, C. N. DE. A concepção da Matemática através da história. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 39, 26 out. 2021.

# CAPÍTULO V

## ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM BATERIAS ELETROQUÍMICAS: TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES

Isaac Levi Biancardi Chagas, Matheus Pereira Borges, Marcos Vinicius Machado da Fonseca, Victor Andrade Pessoa, Cláudio Gonçalves de Azevedo

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-5**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

ilbc.eng24@uea.edu, mpbo.eng24@uea.edu.br, mvmdfo.eng24@uea.edu.br, vape.eng24@uea.edu.br, cgoncalves@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O armazenamento de energia desempenha um papel fundamental na transição para fontes renováveis e na garantia da estabilidade dos sistemas elétricos modernos. Entre as diversas tecnologias disponíveis, as baterias eletroquímicas se destacam devido à sua eficiência, flexibilidade e crescente viabilidade econômica. Esse estudo busca desenvolver uma pesquisa técnica abrangente sobre o armazenamento de energia em baterias eletroquímicas, abordando desde os processos de fabricação até suas principais aplicações. São analisadas as tecnologias predominantes, como baterias de íons de lítio, chumbo-ácido e sódio-enxofre, bem como os desafios associados à sua produção, desempenho e impacto ambiental. Dessa forma, este trabalho contribui para uma melhor compreensão da importância das baterias eletroquímicas no cenário energético global.

#### 1.1. OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo analisar as baterias eletroquímicas como solução para o armazenamento de energia, investigando suas principais tecnologias, desempenho e aplicações. Para isso, busca-se compreender os diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica e eletroquímico, explorando suas características e viabilidade. Além disso, será realizada uma pesquisa detalhada sobre os tipos de baterias, suas tecnologias e aplicações em diversos setores, com exemplos concretos de uso. A fim de aprofundar a análise, também será feita uma investigação sobre softwares de modelagem de baterias, permitindo a avaliação de fatores como eficiência, vida útil e impacto ambiental por meio de

simulações computacionais. Os resultados esperados visam fornecer subsídios para a escolha das tecnologias mais adequadas, promovendo soluções mais sustentáveis e economicamente viáveis para o setor energético.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo adota uma abordagem baseada em revisão bibliográfica e modelagem computacional para avaliar o armazenamento de energia em baterias eletroquímicas. Foram analisadas diferentes tecnologias, incluindo baterias de íons de lítio, chumbo-ácido, sódio-enxofre e de fluxo, com base em artigos técnicos e relatórios especializados.

A metodologia seguiu três etapas principais: revisão da literatura sobre tecnologias e aplicações das baterias, modelagem computacional para avaliar seu comportamento sob diferentes condições operacionais e análise da viabilidade técnica e econômica para aplicações em redes elétricas e geração distribuída. Esse estudo visa fornecer subsídios para a escolha otimizada de soluções de armazenamento de energia, considerando tanto o desempenho técnico quanto a aplicabilidade em diferentes cenários.

## **3. RESULTADOS**

Os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e da modelagem computacional confirmam a importância das baterias eletroquímicas no armazenamento de energia, especialmente para a integração de fontes renováveis e a estabilidade da rede elétrica. A análise das diferentes tecnologias evidenciou que as baterias de íons de lítio apresentam maior eficiência energética e vida útil, sendo amplamente utilizadas em aplicações móveis e estacionárias.

As baterias de fluxo, como as de vanádio redox, demonstraram boa escalabilidade e capacidade de descarga prolongada, tornando-se viáveis para sistemas de grande porte. Já as baterias de chumbo-ácido, apesar do baixo custo, possuem ciclo de vida reduzido e menor eficiência, o que limita sua aplicação em sistemas de longa duração. A análise técnica das aplicações mostrou que o armazenamento de energia com baterias desempenha um papel estratégico na geração distribuída e nas redes inteligentes, permitindo maior estabilidade e flexibilidade do sistema elétrico.

No entanto, desafios como custos elevados, disponibilidade de materiais e descarte sustentável ainda representam barreiras para a ampla adoção dessas tecnologias. Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade de avanços tecnológicos e políticas de incentivo

para viabilizar economicamente o armazenamento de energia em larga escala.

#### 4. CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que as baterias eletroquímicas desempenham um papel essencial no armazenamento de energia, especialmente na integração de fontes renováveis e no suporte às redes elétricas. As simulações indicaram que fatores como temperatura, profundidade de descarga e gerenciamento térmico são determinantes para a eficiência e a vida útil das baterias.

O estudo evidenciou que o armazenamento de energia por baterias eletroquímicas é uma solução estratégica para a transição energética, mas enfrenta desafios econômicos e ambientais. A viabilidade dessas tecnologias depende não apenas do avanço na eficiência e na vida útil, mas também da redução de custos e da implementação de políticas que incentivem sua adoção. Além disso, a gestão do descarte e a busca por materiais mais sustentáveis são fundamentais para minimizar impactos ambientais. Portanto, para que as baterias desempenhem um papel central no setor energético, é necessário um equilíbrio entre inovação tecnológica, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTANE, Daniel Augusto; ANDO JUNIOR, Oswaldo Hideo; HAMERSCHMIDT, Márcio Biehl (Org.). *Tecnologias de Armazenamento de Energia Aplicadas ao Setor Elétrico Brasileiro*. São Carlos: Editora Scienza, 2020. ISBN 978-65-5668-013-2. DOI: 10.26626/978-65-5668-013-2.2020B0001.

COMITÊ DE ENERGIA DA ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA. *Armazenamento de Energia: Situação Atual, Perspectivas e Recomendações*. Rio de Janeiro, 2016.

COSTA E SILVA, Y. F. F.; BORTONI, E. C. *Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica em Redes Inteligentes: Características, Oportunidades e Barreiras*. *Revista Brasileira de Energia*, v. 22, n. 1, 2016.

COPETTI, J. B.; MACAGNAN, M. H. *Baterias em Sistemas Solares Fotovoltaicos*. In: *I Congresso Brasileiro de Energia Solar – CBENS, Fortaleza, 2007*. Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS).

SILVA, Rogério Diogne de Souza e. *Novas tecnologias e infraestrutura do setor elétrico brasileiro: Armazenamento de energia em baterias*. *Texto para Discussão*, n. 2746. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2022. DOI: 10.38116/td2746.

SOUSA JUNIOR, Elizaldo Severino de. Sistemas de Armazenamento de Energia por Baterias: Histórico, Aplicações e Desafios. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

# CAPÍTULO VI

## AUTOMATIZAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO SOLARIMETRICA

Amanda Vitoria Lima dos Santos<sup>1</sup>, Cauã Reymon Fernandes Nogueira<sup>2</sup>, Giovanna Pucu Melo<sup>3</sup>, João Lucas de Almeida Luz<sup>4</sup>, Samuel Oliveira de Oliveira<sup>5</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-6](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-6)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

gio.melopp@gmail.com<sup>3</sup>, Luz.jla3@gmail.com<sup>4</sup>, samueldeoliveira0406@gmail.com<sup>5</sup>.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com as energias não renováveis esgotando e causando inúmeros problemas ao meio ambiente, tornou-se essencial buscar outras alternativas para produzir energia. Diante disso, a energia fotovoltaica se destaca como uma das opções mais acessíveis, sendo uma fonte limpa e sustentável. Além de exigir pouca manutenção, ela se apresenta como uma alternativa viável para reduzir os custos com fontes de energia tradicionais.

Dessa forma, por receber altos níveis de radiação por ano, o Norte é uma das regiões mais promissoras para o investimento na produção de energia solar. Essa iniciativa não apenas contribui para o cumprimento de metas ambientais e o desenvolvimento econômico, mas também facilita o fornecimento de eletricidade para áreas remotas. Porém, vários fatores devem ser levados em consideração, como a umidade do ar, a temperatura e a variação climática no geral. Assim, esse projeto visa estudar a eficiência produção de energia das placas solares nas condições climáticas do norte ao longo dos anos.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. OBJETIVOS GERAIS

Utilizar um equipamento solarimétrico de baixo custo, realizar estudos climáticos e meteorológicos na Amazônia e analisar a sua influência na produção de energia solar.

##### 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conectar o resultado dos sensores a um banco de dados para analisar os resultados em tempo real.

- Configurar uma plataforma de monitoramento para ter fácil acesso aos dados.
- Produzir um mapa regional com base no desempenho de cada região para planejar futuras instalações.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto é o conjunto de dois sistemas: A estação meteorológica, composta pelo Pluviômetro, Anemômetro, sensor de pressão, de umidade e de temperatura; E o sistema de energia solar, com o Painel, os sensores de tensão e corrente, o controlador do painel e a bateria. O primeiro sendo para a leitura do clima, e o segundo para analisar a produção de energia. Junto com a tecnologia LoRa, que permite a comunicação a longa distância.

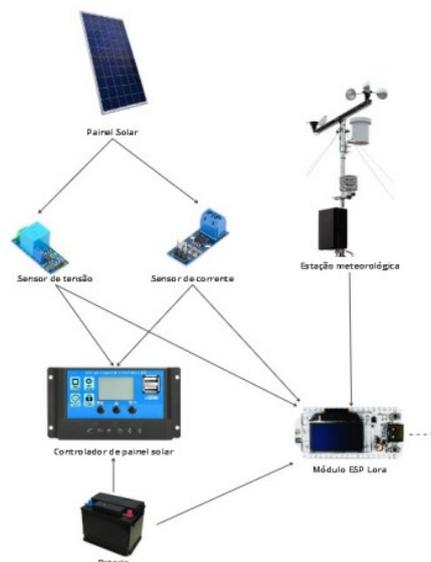


Figura 1. Materiais

A partir desse conjunto, todos os dados obtidos serão enviados para o Data Base, onde há o servidor, o banco de dados e, por fim, a plataforma de monitoramento.

### 2.1. MATERIAIS

#### ESTAÇÃO METEOROLÓGICA:

- Pluviômetro;
- Anemômetro;
- Sensor de pressão: BMP280.
- Sensor de umidade e temperatura: DHT11

#### **SISTEMA DO PAINEL SOLAR:**

- Sensor de tensão: AC712
- Sensor de corrente: ZMP101B

### **3. RESULTADOS**

No presente momento o projeto continua em andamento, porém, existem alguns resultados que devem ser levados em consideração:

- Conclusão da estação solarimétrica, garantindo sua funcionalidade.
- Simulação do funcionamento dos sensores, verificando a precisão de suas leituras.
- Simulação dos gráficos, para a interpretação dos dados coletados.



Figura 2. Montagem da estação.

### **4. CONCLUSÃO**

Este estudo tem a premissa de desenvolver um sistema solarimétrico e computacional integrado com banco de dados, capaz de coletar e analisar variáveis ambientais para otimizar a geração de energia solar. Com a implementação de sensores, firmware e gateway irá aprimorar o desempenho dos sistemas fotovoltaicos, permitindo maior eficiência e acessibilidade. O sistema também contribuirá para o monitoramento ambiental, ajudando a entender as variáveis meteorológicas que influenciam a captação solar e a sustentabilidade, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.

Por fim, a estação solarimétrica ainda está em fase de desenvolvimento, mas, mesmo neste estágio, o projeto abre novas possibilidades para futuras pesquisas, como a melhoria da precisão dos sensores, a aplicação de inteligência artificial para otimizar a geração solar e

a expansão para outras fontes renováveis. Além disso, o uso de tecnologias como computação em nuvem e redes inteligentes pode potencializar a eficiência dos sistemas. Agradecemos ao professor e aos mentores pelo apoio técnico e científico, cuja orientação foi fundamental para o sucesso do projeto e para o crescimento da equipe.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[OLIVEIRA, Ianuska Ramos]; [THOMAZ JR, José Celso]; [NOGUEIRA, Jorge Luis M.]; [MELO, Jorge M. de.]; Princípios básicos da instalação de uma estação solarimétrica - Sonda: uma visão teórica e preliminar – Parte I. Cachoeira Paulista, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

# CAPÍTULO VII

## CLASSIFICAÇÃO DE PNEUMONIA EM RADIOGRAFIAS DE TÓRAX COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZANDO REDES NEURAI CONVOLUCIONAIS BASEADAS EM DENSENET169

Manuella Martins de Oliveira<sup>1</sup>, Ricardo Henrique Paiva Leão<sup>2</sup>, Victor Enrique Vermehren Valenzuela<sup>2</sup>

DOI: 10.51859/ampla.uss2541-7

<sup>1</sup>Escola Superior de Ciências da Saúde (ESA) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

<sup>2</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

mmdo.med22@uea.edu.br, rhpl.eng21@uea.edu.br, vvalenzuela@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A pneumonia é uma infecção que afeta os pulmões, órgãos localizados na caixa torácica, podendo acometer os alvéolos pulmonares, onde ocorrem as trocas gasosas, e, em alguns casos, os interstícios, o espaço entre os alvéolos. Essa condição é causada pela penetração de agentes infecciosos ou irritantes, como bactérias, vírus, fungos ou reações alérgicas, no espaço alveolar, que deve permanecer livre de substâncias que possam impedir o contato do ar com o sangue (BVSMS, 2011).

A pneumonia, causada principalmente pelo *Streptococcus pneumoniae* (responsável por 60% dos casos), continua sendo um desafio significativo para a saúde pública, apesar da redução de 25,5% na taxa de mortalidade entre 1990 e 2015. Entre janeiro e agosto deste ano, foram registradas 417.924 internações no Brasil devido à doença, gerando um custo superior a R\$ 378 milhões com serviços hospitalares, um número que, embora ligeiramente menor que o do mesmo período do ano anterior (430.077 internações), ainda reflete o impacto econômico e social da doença. O diagnóstico precoce e o tratamento adequado são essenciais para evitar complicações, sendo a radiografia de tórax uma ferramenta fundamental para confirmar a presença da infecção e avaliar sua extensão (SBPT, 2018).

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) e o *machine learning* (ML) surgem como ferramentas promissoras para auxiliar no diagnóstico de pneumonia, oferecendo a capacidade de analisar grandes volumes de dados com precisão e rapidez. Técnicas de aprendizado profundo (*deep learning*), como redes neurais convolucionais (CNNs), têm se

destacado na análise de imagens médicas, incluindo radiografias de tórax, demonstrando desempenho comparável ao de especialistas humanos (Rajpurkar et al., 2017). Este trabalho propõe a aplicação de uma arquitetura baseada em DenseNet169, adaptada para a classificação binária de pneumonia em radiografias de tórax, com o objetivo de contribuir para o avanço de soluções tecnológicas no campo da saúde.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um modelo de classificação de pneumonia em radiografias de tórax utilizando a arquitetura DenseNet169, com o intuito de auxiliar no diagnóstico preciso e automatizado da doença.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar e preparar um banco de dados de imagens de radiografias de tórax, organizando-as em categorias de "pneumonia" e "normal".
- Padronizar as imagens em um tamanho único (512x512 pixels) e dividir o conjunto de dados em subconjuntos de treino (70%), teste (15%) e validação (15%).
- Adaptar e treinar o modelo DenseNet169, pré-treinado na base ImageNet, para a tarefa de classificação binária de pneumonia.
- Avaliar o desempenho do modelo por meio de métricas como acurácia, precisão, *recall* e F1-score, utilizando os conjuntos de teste e validação.
- Analisar os resultados obtidos, identificando pontos fortes e limitações do modelo, e discutir possíveis melhorias para aplicações futuras.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no ambiente Jupyter Notebook, utilizando a linguagem de programação Python. O banco de dados de radiografias de tórax, obtido da plataforma Kaggle, foi composto por imagens categorizadas em "NORMAL" e "PNEUMONIA". Para a construção e treinamento do modelo, foram utilizadas as bibliotecas TensorFlow e Keras, enquanto Matplotlib foi empregado para a visualização de gráficos. Além disso, NumPy foi utilizado para manipulação de arrays numéricos, e Scikit-learn para o cálculo de métricas de avaliação.

As imagens foram redimensionadas para 512x512 pixels utilizando a biblioteca PIL (Pillow), com o método de interpolação LANCZOS para preservar a qualidade. Após o

redimensionamento, o conjunto de dados foi dividido em subconjuntos de treino (70%), teste (15%) e validação (15%) por meio da função `train_test_split` do Scikit-learn, organizando as imagens em pastas separadas para cada classe. O modelo foi construído com base na arquitetura DenseNet169, pré-treinada na base ImageNet, com suas camadas convolucionais congeladas. Camadas personalizadas foram adicionadas, incluindo Global Average Pooling, uma camada Dense com 1024 unidades e ativação ReLU, Dropout (0.5) e uma camada de saída com ativação sigmoide para classificação binária. O modelo foi compilado com o otimizador Adam, taxa de aprendizado de 0.0001, função de perda `binary_crossentropy` e métrica de avaliação `accuracy`.

O treinamento foi realizado em 10 épocas, com batch size de 32, utilizando callbacks como `EarlyStopping`, `ModelCheckpoint` e `ReduceLROnPlateau` para otimizar o desempenho. Os conjuntos de treino e validação foram configurados com `prefetch` para carregamento assíncrono dos dados. Após o treinamento, o modelo foi avaliado no conjunto de teste, com métricas como acurácia, precisão, recall e F1-score.

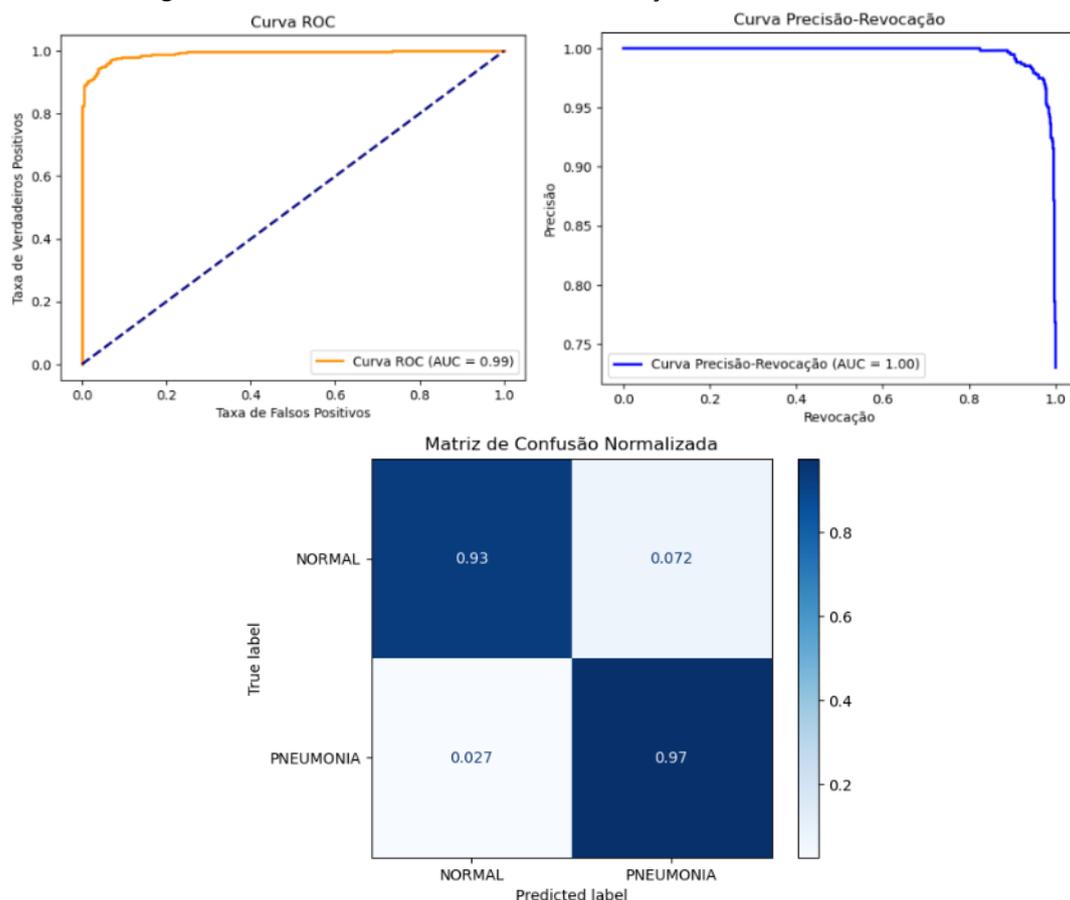
#### 4. RESULTADOS

O modelo desenvolvido apresentou um desempenho notável na classificação de pneumonia em radiografias de tórax. A matriz de confusão normalizada mostrou uma alta precisão e revocação para ambas as classes, com valores de 93% para a classe "NORMAL" e 97% para a classe "PNEUMONIA". A acurácia geral do modelo foi de 96%, indicando uma alta taxa de classificação correta.

As métricas de precisão, revocação e F1-score foram consistentes, com valores de 97,35% para a classe "PNEUMONIA", demonstrando um equilíbrio entre a capacidade do modelo de identificar corretamente os casos positivos e evitar falsos positivos. A especificidade do modelo foi de 92,83%, indicando uma boa capacidade de identificar corretamente os casos negativos.

A curva ROC (Receiver Operating Characteristic) apresentou uma área sob a curva (AUC) de 99%, refletindo uma excelente capacidade do modelo em distinguir entre as classes. A curva de Precisão-Revocação também mostrou um desempenho ideal, com AUC de 100%, confirmando a alta confiabilidade do modelo na classificação das imagens. Esses resultados indicam que o modelo é altamente eficaz para a tarefa de diagnóstico de pneumonia em radiografias de tórax.

Figuras: Curva ROC, Curva Precisão-Revocação e Matriz de Confusão.



Fonte: Autores.

## 5. CONCLUSÃO

O modelo desenvolvido para classificação de pneumonia em radiografias de tórax demonstrou um desempenho excepcional, com alta precisão, revocação e F1-score de 97,35% para a classe "PNEUMONIA", além de uma acurácia geral de 96%. A especificidade de 92,83% e a sensibilidade de 97,35% indicam que o modelo é capaz de identificar corretamente tanto os casos positivos quanto os negativos, minimizando falsos positivos e falsos negativos. A curva ROC, com AUC de 99%, e a curva de Precisão-Revocação, com AUC de 100%, reforçam a robustez e a confiabilidade do modelo na distinção entre as classes.

Esses resultados destacam o potencial da inteligência artificial, em particular das redes neurais convolucionais baseadas em DenseNet169, para auxiliar no diagnóstico médico de pneumonia. A aplicação desse modelo em ambientes clínicos pode contribuir para a agilização do diagnóstico, a redução de erros e a melhoria dos resultados para os pacientes. Futuros trabalhos podem explorar a integração do modelo em sistemas de apoio à decisão clínica, bem como a validação em conjuntos de dados mais amplos e diversificados para garantir sua generalização e aplicabilidade em diferentes contextos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] DA CÂMARA GUILHERMINO, Steffany; DA SILVA, Paulo César Linhares; DUARTE, Suene Campos. A utilização de redes neurais convolucionais para a identificação de doenças respiratórias em radiografias de tórax.

[2] HALIM, Chandra et al. Chest X-ray Image Classification to Identify Lung Diseases Using Convolutional Neural Network and Convolutional Block Attention Module. JOIV: International Journal on Informatics Visualization, v. 7, n. 3, p. 651-658, 2023.

[3] Ministério da Saúde. (2011). Pneumonia. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/pneumonia-5/>

[4] Rajpurkar, P. et al. (2017). CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning. arXiv preprint arXiv:1711.05225.

[5] Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). (2018). 12 de novembro: Dia Mundial da Pneumonia. Disponível em: <https://sbpt.org.br/portal/dia-mundial-pneumonia-2018/>

# CAPÍTULO VIII

## COMO DESENVOLVER UM SISTEMA IOT DE BAIXO CUSTO PARA OTIMIZAR A COMUNICAÇÃO E CONTROLE DE AR-CONDICIONADO EM AMBIENTES GRANDES?

Matheus Eduardo Amazonas Costa<sup>1</sup>, Tiago Feitosa da Costa<sup>1</sup>, Laís Lopes Moutinho<sup>1</sup>, Gustavo Corrêa Alves<sup>1</sup>

Orientadores: Jonathas Silva dos Santos<sup>1</sup>, Danielle Gordiano Valente<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-8**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

meac.eng24@uea.edu.br, tfdco.eng24@uea.edu.br, llm.eng24@uea.edu.br, gcal.eng24@uea.edu.br,  
jssantos@uea.edu.br, dvalente@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A busca por eficiência energética e conforto térmico em ambientes empresariais têm impulsionado o uso de tecnologias avançadas na climatização. Sistemas convencionais de ar-condicionado frequentemente geram desperdício de energia e altos custos operacionais, especialmente em grandes espaços comerciais e industriais.

A IoT oferece uma solução eficiente ao integrar sensores e atuadores para automatizar o controle térmico. Este trabalho propõe um sistema IoT de baixo custo utilizando ESP32, sensores DHT22 e o protocolo MQTT para otimizar o uso de ar-condicionados. Um aplicativo em Kotlin permite o monitoramento remoto, aumentando a eficiência e reduzindo o consumo de energia. A viabilidade do sistema foi avaliada por meio de simulações, demonstrando seu potencial para aplicações reais na automação de ambientes climatizados. A implementação simulada da solução avalia a viabilidade técnica do sistema, destacando seu potencial para aplicações reais e contribuindo para a sustentabilidade e inovação no setor de climatização.

#### 1.1. OBJETIVOS

A automação de sistemas de climatização é essencial para eficiência energética e conforto térmico em ambientes corporativos. O uso indiscriminado de ar-condicionado gera desperdício de energia, impactando custos e o meio ambiente. Este artigo propõe um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) para otimizar a comunicação e controle de múltiplos

aparelhos de ar-condicionado. Utiliza ESP32, protocolo MQTT e sensores DHT22 para monitoramento contínuo e ajuste dinâmico. Um aplicativo em Kotlin permite gerenciamento remoto, aumentando a praticidade e eficiência. Os testes em simuladores demonstram a viabilidade da proposta, indicando um potencial significativo para aplicações reais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

- **Internet das Coisas (IoT):** A IoT refere-se à interconexão de dispositivos físicos à internet, permitindo a automação e controle remoto. Essa tecnologia já está presente em diversos setores, incluindo a automação residencial e industrial (Mecatron, 2023).
- **Microcontroladores ESP32:** Os microcontroladores ESP32 são amplamente utilizados em projetos IoT devido ao seu baixo custo, conectividade Wi-Fi/Bluetooth e capacidade de processamento. Estes dispositivos possibilitam a comunicação entre sensores e atuadores de forma eficiente (VictorVision, 2023).
- **Protocolo MQTT:** O MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) é um protocolo de comunicação leve baseado no modelo publicação/assinatura. Ele permite a troca de mensagens entre dispositivos através de um broker, garantindo eficiência na transmissão de dados (AWS, 2023; UFRJ, 2019).
- **Sensores de Temperatura e Umidade (DHT22):** O sensor DHT22 é utilizado para medir temperatura e umidade do ambiente, fornecendo dados que podem ser usados para ajustes automáticos no sistema de climatização

### 2.1. Arquitetura do Sistema

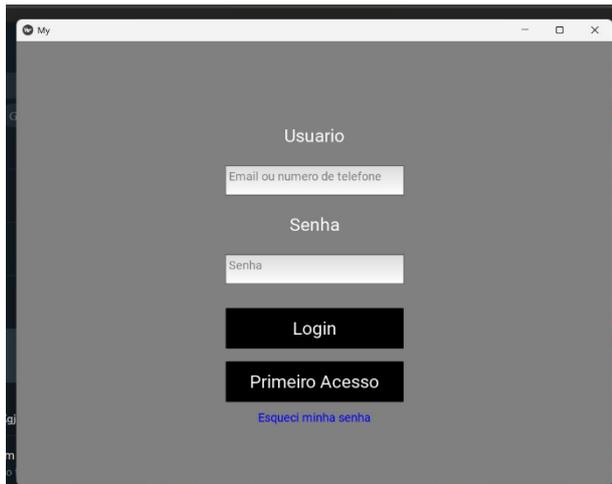
O sistema é composto por um microcontrolador ESP32 atuando como controle mestre, que envia comandos via MQTT para múltiplos ESP32 conectados aos aparelhos de ar-condicionado. Sensores DHT22 capturam os dados ambientais, que são enviados ao broker MQTT e utilizados para ajustes automáticos.

### 2.2. Aplicativo para Controle e Monitoramento

O protótipo foi desenvolvido em Kotlin, uma linguagem adotada pelo Google para aplicações Android devido à sua eficiência e suporte oficial. Utilizamos a IDE Android Studio, que não só conta com suporte oficial da Google, mas também possui uma performance otimizada para o desenvolvimento Android e emuladores integrados. Possui também interface visual XML, com a qual foi possível rodar testes diversos.

O aplicativo possui as seguintes funcionalidades:

- Cadastro e gerenciamento de dispositivos;
- Sincronização dos ESP32 via QR Code ou Hotspot;
- Monitoramento da temperatura ambiente;
- Controle remoto para ligar/desligar os aparelhos e ajustar a temperatura;
- Relatórios periódicos sobre o consumo e status dos dispositivos.



**Figura 1** - Tela de Logon.



**Figura 2** - Exemplo de uma Rede de Controladores.

### 2.3. Descrição do Sistema

A arquitetura do sistema desenvolvido é composta por três componentes principais (Figuras 3 e 4):

#### 1. Módulo de Controle Mestre (ESP32 Central)

- Responsável pela comunicação entre os sensores de temperatura e umidade (DHT22), os aparelhos de ar-condicionado e o aplicativo de controle.
- Atua como o nó central da rede IoT, processando os dados coletados e enviando comandos para os dispositivos terminais.
- Utiliza o protocolo MQTT para garantir uma comunicação eficiente e de baixa latência.

#### 2. Módulo de Controle dos Aparelhos de Ar-Condicionado (ESP32 Escravo)

- Cada unidade de ar-condicionado é equipada com um ESP32 que recebe os comandos enviados pelo ESP32 mestre.

- Realiza a interface com o aparelho, controlando funções como ligar/desligar e ajuste da temperatura.

### 3. Servidor MQTT e Aplicativo de Controle

- O servidor MQTT funciona como intermediário na comunicação entre os módulos ESP32.
- O aplicativo móvel desenvolvido permite que os usuários monitorem e ajustem remotamente os parâmetros de climatização.
- Caso a comunicação com o servidor MQTT seja interrompida, o ESP32 escravo pode operar em modo autônomo com base em regras pré-configuradas.

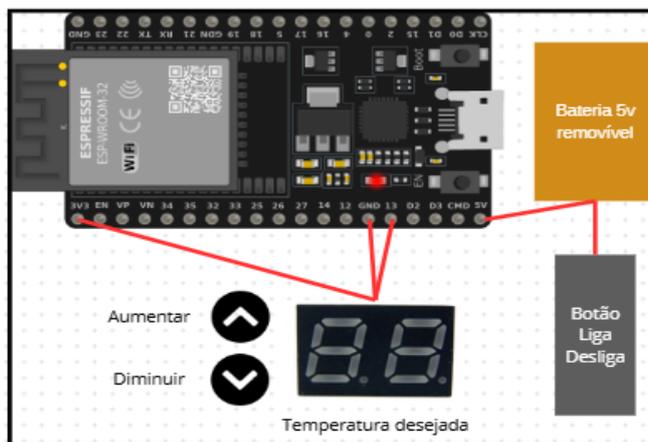


Figura 3 - Protótipo do Controlador Mestre.

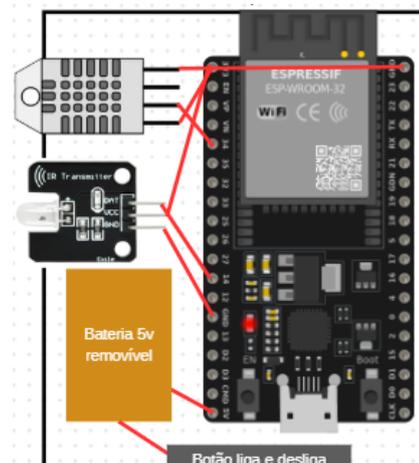


Figura 4 - Protótipo do Controlador Escravo.

## 2.4. Simulação e Implementação do Sistema

O código utilizado para a simulação foi desenvolvido em MicroPython, adaptado para a linguagem Python e utilizado em microcontroladores. A comunicação entre os dispositivos ESP32 foi realizada via Wi-Fi, e os dados de temperatura e umidade foram enviados utilizando o protocolo MQTT. O sistema também é capaz de registrar e armazenar esses dados em um banco de dados para análise posterior, possibilitando ajustes automatizados. Como se trata de um projeto simulado, utilizamos o ambiente Wokwi para testar a integração dos microcontroladores ESP32, sensores DHT22 e a comunicação via protocolo MQTT.

No simulador, os sensores virtuais foram programados para enviar leituras de temperatura e umidade ao ESP32, que então repassa essas informações ao broker MQTT.

A implementação do sistema incluiu:

- Criação de um ambiente simulado: No Wokwi, foram configurados múltiplos ESP32 interligados para representar o funcionamento real do sistema.
- Envio e recepção de dados: Simulamos variações de temperatura e umidade para testar a capacidade do sistema em responder dinamicamente.
- Teste de comunicação MQTT: Avaliamos o tempo de resposta na troca de mensagens entre os dispositivos e o broker.
- Validação do conceito: Analisamos a eficiência do sistema no controle da climatização em diferentes cenários simulados.

### 3. RESULTADOS

Os testes foram realizados no simulador Wokwi, validando a comunicação entre os ESP32, a integração com sensores DHT22 e o envio de comandos via MQTT. O sistema demonstrou ser eficiente na automatização da climatização, reduzindo a necessidade de intervenção manual. A simulação indicou que o uso do protocolo MQTT garante uma comunicação estável e rápida entre os dispositivos, permitindo ajustes em tempo real e melhorando a eficiência energética.

A integração do aplicativo facilita a administração remota, permitindo ajustes em tempo real. No entanto, a principal limitação identificada é a dependência de conectividade estável para o funcionamento adequado do sistema. A adoção de servidores MQTT locais pode mitigar essa limitação. Para aprimorar ainda mais a eficiência do sistema, futuras implementações podem incluir inteligência artificial para prever padrões de uso e otimizar o controle térmico de maneira dinâmica.

### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a viabilidade de um sistema IoT de baixo custo para otimizar o controle de climatização em ambientes empresariais. Através da simulação no ambiente Wokwi, foi possível validar a comunicação entre os dispositivos e a eficiência do protocolo MQTT. A proposta mostrou potencial para redução do consumo energético e maior controle sobre o funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado. Embora o projeto tenha sido simulado, sua implementação real pode representar um avanço significativo na automação de ambientes, contribuindo para eficiência energética e sustentabilidade.

Estudos futuros podem explorar o uso de inteligência artificial para aprimorar ainda mais a automação e o aprendizado do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mecatron.org.br. (2023). Internet das Coisas - IoT. Disponível em: <https://mecatron.org.br/internet-das-coisas>

Victor Vision. (2023). O que é um microcontrolador?. Disponível em: <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-um-microcontrolador/>

Andrade, L. F. (2022). Automação e IoT no controle climático de edifícios. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada, 14(2), 45-60.

Silva, R. C. (2021). Eficiência energética em sistemas de climatização. Engenharia Sustentável, 9(3), 112-130.

UFRJ. (2019). Protocolo MQTT. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/mqtt/>

AWS. (2023). What is MQTT?. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/mqtt/>

# CAPÍTULO IX

## COMPARAÇÃO DE COBERTURA DE CÓDIGO EM TESTES UNITÁRIOS

Bernardo Gontijo Fernandes, David Augusto de Oliveira e Silva, Mateus Cabral Pinheiro, Pedro Henrique Castro de Lima, Victor Hugo Guimaraes da Cruz  
Jonathas Silva dos Santos, Danielle Gordiano Valente

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-9**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

bgfe.eng24@uea.edu.br, dados.eng21@uea.edu.br, mcpi.eng24@uea.edu.br, phcdl.eng24@uea.edu.br,  
vhgdc.eng24@uea.edu.br, jssantos@uea.edu.br, dvalente@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Na criação de um código, vários detalhes precisam estar corretos e concordando entre si para que ele funcione da maneira planejada. Visto isso, é percebida uma falta de estudos comparativos que permitam avaliar diferentes tipos e estratégias de testes unitários.

Para resolver essa problemática e garantir a qualidade e a confiabilidade dos sistemas de software, desenvolveu-se a cobertura de código em testes unitários, uma métrica crucial para avaliar a robustez de uma aplicação. Entretanto, a escolha da estratégia de teste mais adequada ainda é um desafio, uma vez que esse trabalho visa investigar as possíveis falhas na execução do código e como isso pode afetar a utilização dele pelo cliente, baseando-se em requisitos, decisões e mutações. Esse estudo procura identificar a maneira mais eficaz para maximizar a cobertura de código e contribuir para a melhoria dos processos de desenvolvimento de software.

#### 1.1. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é comparar e avaliar de forma direta as vantagens e desvantagens de cada estratégia de teste unitário (*mocks* versus testes em integrações reais), considerando diferentes contextos e diferentes tipos de aplicações, identificando a abordagem mais eficaz para maximizar a cobertura de código e melhorar seu processo de desenvolvimento.

Além disso, demonstrar de forma separada a funcionalidade de *mocks* (verificação de partes específicas do código) e de integrações reais (verificação do sistema como um todo),

bem como a sua funcionalidade utilizada em conjunto. Para assim conseguir chegar a uma conclusão da aplicabilidade de ambos os métodos de testes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa comparação foi feita por meio da diferenciação entre estratégias de teste unitário com a utilização de **Mocks** versus **Integrações Reais**. Visto que são duas maneiras muito eficazes, porém com princípios distintos.

Os **mocks** permitem verificar o funcionamento de uma parte específica do código isoladamente a partir da substituição de componentes reais (como bancos de dados, APIs, entre outras classes) por *mocks*. É como testar uma engrenagem de um relógio individualmente: você verifica se ela funciona sozinha, sem se preocupar com o funcionamento de todo o relógio. O *mock* se comporta exatamente como você espera que o componente real se comporte, permitindo que você teste a lógica da sua unidade de código sem se preocupar com efeitos colaterais ou dependências externas.

Os **testes em integrações reais**, diferente dos *mocks*, simulam o comportamento do sistema como um todo, validando a interação entre seus diferentes componentes, ou seja, utilizam de componentes reais para proporcionar uma visão mais próxima de como o sistema se comportaria com um usuário, garantindo que funcionem corretamente em conjunto.

Foram feitas diversas pesquisas e análises para entender e diferenciar a maneira de uso entre essas estratégias. Além disso, utilizamos o **VS Code** como editor de código, e nele incluímos a biblioteca **unittest**, biblioteca padrão para testes unitários no Python, inspirada no JUnit (para Java). Ele segue a abordagem xUnit, baseada em classes (`unittest.TestCase`), além de usar métodos específicos para preparar e limpar o ambiente de teste (como `setUp()` e `tearDown()`), além de que suas verificações são feitas com asserts especiais (`self.assertEqual()`, `self.assertTrue()`, entre outras).

Além dela também foi utilizada a biblioteca **pytest**, uma alternativa mais flexível e intuitiva ao **unittest**. Ele tem menos "boilerplate" (código repetitivo ou padrão que precisa ser escrito toda vez que se usa uma determinada tecnologia ou estrutura) e usa funções em vez de classes, além de utilizar asserts comuns (do próprio Python), ter suporte avançado a parametrização de testes e também integração com *plug-ins*.

## 3. RESULTADOS

Começamos o desenvolvimento do projeto por pensando em uma ideia de código base

que conseguisse ser utilizado para realizar testes tanto com *Mocks* quanto a integração real de forma útil. Então, decidimos utilizar um **agendador de tarefas**:

No caso mostrado na Figura1, foi utilizado o método de integração real visando garantir que diferentes partes do código funcionem juntas corretamente, em seu comportamento real. Fazendo testes com a função **Tarefa** e **Agendador**, cobrindo-as por completo como mostra no **coverage html** (imagem a direita).

```
#Teste para o agendador(integracao real)
def test_inicializacao_agendador(agendador):
    assert len(agendador.tarefas) == 0

def test_adicionar_tarefa(agendador):
    agendador.adicionar_tarefa("Teste", "22-02-2025", "09:00")
    assert len(agendador.tarefas) == 1
    assert agendador.tarefas[0].nome == "Teste"
    assert agendador.tarefas[0].data == "22-02-2025"
    assert agendador.tarefas[0].hora == "09:00"

def test_remover_tarefa(agendador):
    agendador.adicionar_tarefa("Teste", "22-02-2025", "09:00")
    agendador.remover_tarefa("Teste")
    assert len(agendador.tarefas) == 0

def test_mostrar_tarefas(agendador, capsys):
    agendador.adicionar_tarefa("Teste", "22-02-2025", "09:00")
    agendador.mostrar_tarefas()
    captured = capsys.readouterr()
    assert "Teste - 22-02-2025 09:00" in captured.out

def test_mostrar_tarefas_vazio(agendador, capsys):
    agendador.mostrar_tarefas()
    captured = capsys.readouterr()
    assert captured.out.strip() == ""

def test_adicionar_múltiplas_tarefas(agendador):
    agendador.adicionar_tarefa("Tarefa1", "10-03-2025", "10:00")
    agendador.adicionar_tarefa("Tarefa2", "11-03-2025", "11:00")
    agendador.adicionar_tarefa("Tarefa3", "12-03-2025", "12:00")
    assert len(agendador.tarefas) == 3
    assert agendador.tarefas[1].nome == "Tarefa2"
    assert agendador.tarefas[2].hora == "12:00"

class Tarefa:
    def __init__(self, nome, data, hora):
        self.nome = nome
        self.data = data
        self.hora = hora

    def __str__(self):
        return f'{self.nome} - {self.data} {self.hora}'

class Agendador:
    def __init__(self):
        self.tarefas = []

    def adicionar_tarefa(self, nome, data, hora):
        nova_tarefa = Tarefa(nome, data, hora)
        self.tarefas.append(nova_tarefa)

    def mostrar_tarefas(self):
        for tarefa in self.tarefas:
            print(tarefa)

    def remover_tarefa(self, nome):
        self.tarefas = [tarefa for tarefa in self.tarefas if tarefa.nome != nome]
```

Figura 1. Teste da função agendadora de tarefas – integração real

```
#Testes para o menu(mocks)
def test_menu_adicionar_tarefa(capsys):
    inputs = iter(["1", "Teste Menu", "15-03-2025", "14:30", "4"])
    with patch("builtins.input", lambda _: next(inputs)):
        menu()
    captured = capsys.readouterr()
    print("Saída capturada:", captured.out)
    assert "Teste Menu - 15-03-2025 14:30" in captured.out

def test_menu_remover_tarefa(capsys):
    inputs = iter(["1", "Teste Remover", "15-03-2025", "14:30", "3", "Teste Remover", "2", "4"])
    with patch("builtins.input", lambda _: next(inputs)):
        menu()
    captured = capsys.readouterr()
    assert "Teste Remover - 15-03-2025 14:30" not in captured.out

def test_menu_sair(capsys):
    inputs = iter(["4"])
    with patch("builtins.input", lambda _: next(inputs)):
        menu()
    captured = capsys.readouterr()
    assert "Menu:" in captured.out

def test_opção_inválida(capsys):
    inputs = iter(["5"])
    with patch("builtins.input", lambda _: next(inputs)):
        menu()
    captured = capsys.readouterr()
    print("Saída capturada:", captured.out)
    assert "Opção inválida! Tente novamente." in captured

def menu(agendador=None):
    if agendador is None:
        agendador = Agendador()
    while True:
        print("\nMenu:")
        print("1. Adicionar tarefa")
        print("2. Mostrar tarefas")
        print("3. Remover tarefa")
        print("4. Sair")
        opcao = input("Escolha uma opção: ")

        if opcao == '1':
            nome = input("Nome da tarefa: ")
            data = input("Data (DD-MM-YYYY): ")
            hora = input("Hora (HH:MM): ")
            agendador.adicionar_tarefa(nome, data, hora)
        elif opcao == '2':
            print("\nTarefas agendadas:")
            agendador.mostrar_tarefas()
        elif opcao == '3':
            nome = input("Nome da tarefa a ser removida: ")
            agendador.remover_tarefa(nome)
        elif opcao == '4':
            break
        else:
            print("Opção inválida! Tente novamente.")
```

Figura 2. Teste da função menu – testes com mocks

Já na parte do código mostrado na Figura2, foi utilizado *mocks* para realizar os testes na função **menu** que é exibida para o usuário, a utilização desse método foi feita por simular apenas as entradas e saídas, sem testar a execução real do programa com interação humana. Além disso, serviu para testar apenas a função específica, evitando dependências externas.

Dessa maneira, foi possível perceber que a utilização de ambos os métodos no mesmo código é possível e muito útil para a otimização dos testes do código. Tornando essa tarefa muito mais prática e diversificada, verificando cada etapa do processo de forma tanto ampla quanto específica. Também fizemos a coberturas desses testes por meio do **coverage** como mostra na Figura 3.

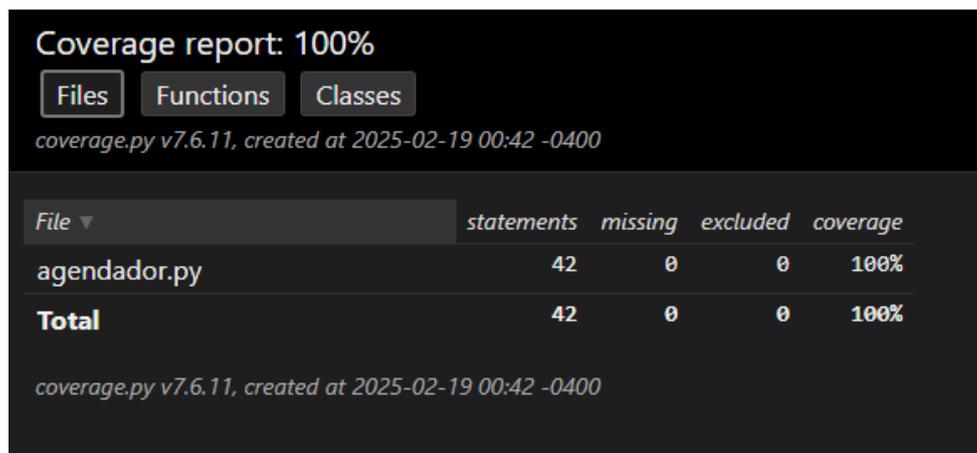


Figura 3. Testes por meio do coverage.

## 4. CONCLUSÃO

Em conclusão, a Comparação de Cobertura de Código em Testes Unitários é fundamental para o desenvolvimento eficaz de um projeto, possibilitando uma experiência confortável ao usuário. A possibilidade da utilização tanto de *mocks* quanto de testes de integração real dá ao testador um controle maior sobre a verificação do funcionamento de partes do código, uma vez que cada um se sobressai em sua especificidade.

Além disso, nota-se a utilidade das bibliotecas unittest e pytest em conjunto para realizar a cobertura de diversos testes num código, uma vez que permitem, entre algumas funções, checar quantos testes foram executados, além dos que foram executados com erro. Portanto, nota-se a importância da Comparação de Cobertura, sendo imprescindível para uma equipe de testes de um programa, uma vez que visa a melhor experiência para o usuário final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Machado, M. “Mocks, o que são?”, Mayara Machado, 2024. Disponível em: <https://mayaramachado.dev/mocks-o-que-sao/>. Acesso em: 12/02/2024

Nascimento, F. “Mocks e Stubs em testes: o que são e quais as diferenças”, Alura, 2021.  
Disponível em:  
<https://www.alura.com.br/artigos/testes-com-mocks-e-stubs>. Acesso em 12/02/2024

# CAPÍTULO X

## MAPEAMENTO DAS FILAS NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA EST-UEA

CHAMY, Nyckolas; SANTOS, Irla; SOUZA, Jamile; MACÊDO, Ramilly; MESQUITA, Marcos; ONETY, Renata

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-10**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

chamylemos@gmail.com, marcosvinioliveira092@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito

tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos.

O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito

tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

## 1.1. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivo estudar, analisar e otimizar as filas de serviço e pagamento no Restaurante Universitário da EST-UEA, visando melhorar a eficiência operacional, reduzir o tempo de espera dos usuários e aprimorar a experiência geral de atendimento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho baseou-se em pesquisa exploratória. Segundo Gil (2019), as pesquisas exploratórias tinham como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A pesquisa explicativa foi mais complexa, pois, além de interpretar os fenômenos estudados, procurou identificar seus fatores determinantes, ou seja, suas causas (Andrade, 2017). Por meio de entrevistas, buscou-se informações sobre o porquê de se apresentarem longas filas na hora das refeições. Este foi um estudo de caso único, no qual todos os resultados foram válidos para a situação em estudo. A metodologia adotada neste estudo envolveu uma abordagem sequencial, composta por várias etapas. Inicialmente, foi conduzida uma revisão bibliográfica abrangente sobre o tema em questão, a fim de contextualizar e fundamentar o trabalho. Posteriormente, foram realizadas observações diretas para acompanhar a dinâmica operacional do restaurante selecionado como objeto de estudo. Em seguida, foram implementadas técnicas de contagem dos clientes em fila, registrando-se esses dados de forma precisa e sistemática. Utilizando métodos estatísticos apropriados, foram calculadas as taxas de atendimento e chegada, com o objetivo de compreender melhor o fluxo de clientes e identificar possíveis obstáculos no processo. Paralelamente, foram desenvolvidos e avaliados novos métodos alternativos para otimizar o serviço e reduzir o tempo de espera dos clientes.

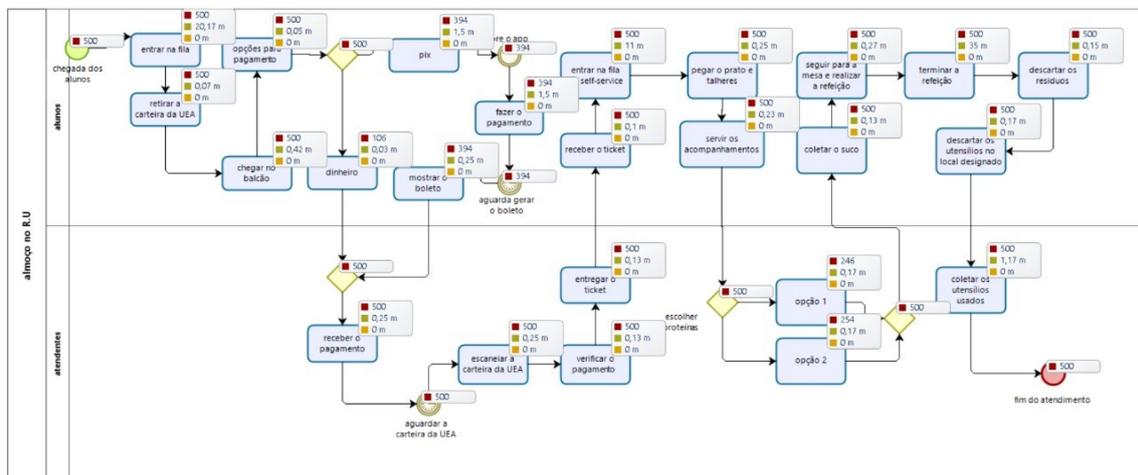


Figura 1- Fluxograma Atual do Projeto

## 3. RESULTADOS

De acordo com as formulações dos padrões de gráficos gerados a partir de um programa, foi possível avaliar que o gráfico de taxa de atendimento mostrado na figura 2, apresentou o seguinte comportamento em relação aos valores de usuários que frequentaram

o Restaurante Universitário (R.U) no período das 11h30 às 12h30. Na figura 3 observou-se o dia que houve a maior eficiência no quesito atendimento.

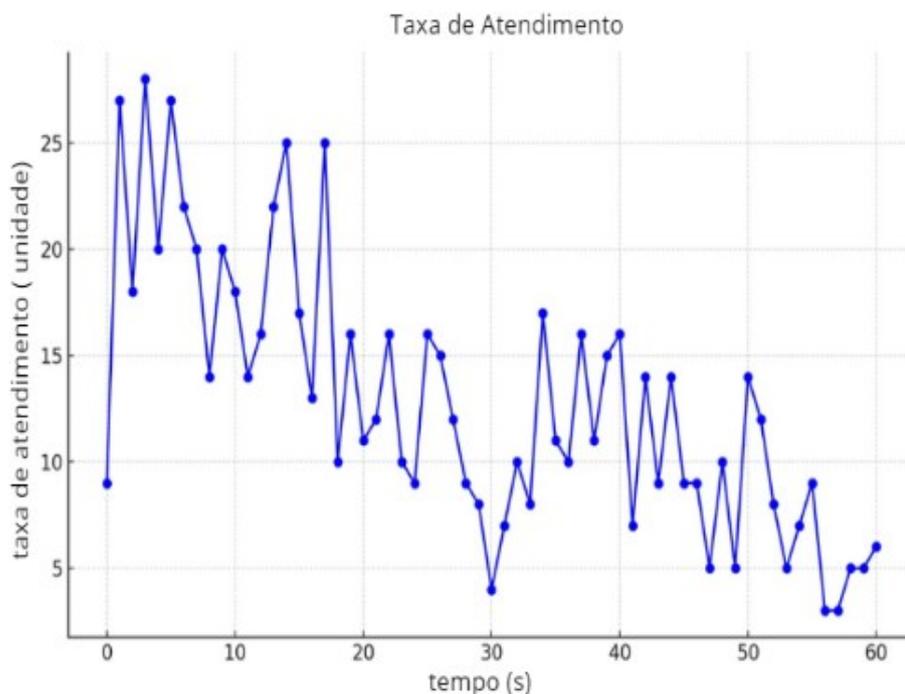


Figura 2- Curva com os pontos de valores da taxa de atendimento ao longo do tempo.

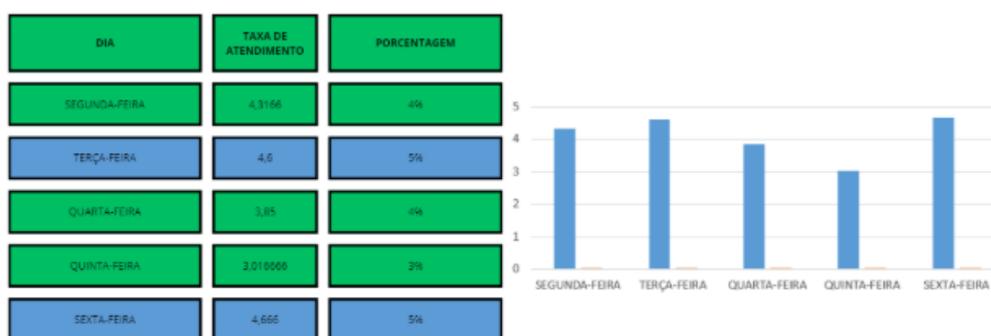


Figura 3- Tabela de dados e gráfico de barras da semana com maior taxa de atendimento.

No gráfico de taxa de chegada mostrado na figura 4, foi apresentado o seguinte comportamento em um mesmo período que a taxa de atendimento. Neste quesito de chegada, a figura 5 mostra o dia de maior rendimento.

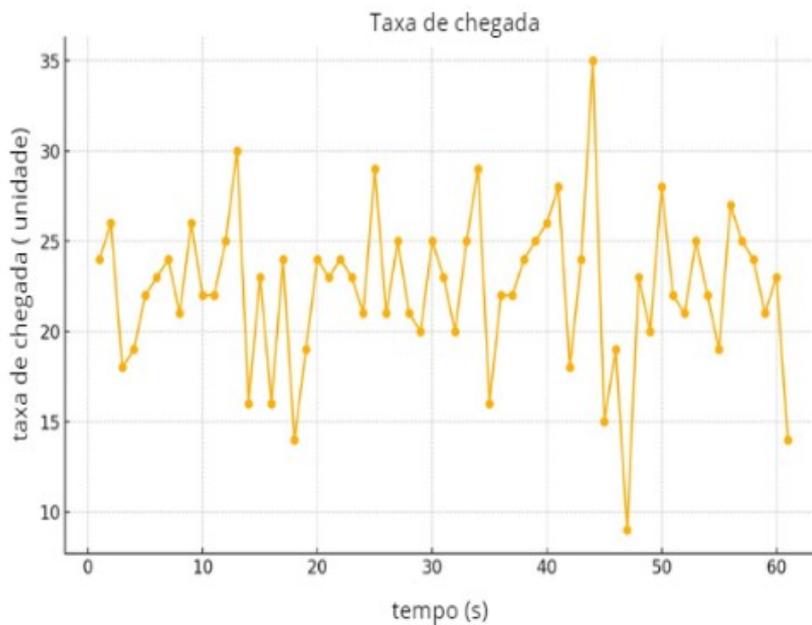


Figura 4- Curva com os pontos de valores da taxa de chegada ao longo do tempo.



Figura 5- Tabela de dados e gráfico de barras da semana com maior taxa de chegada.

## 4. CONCLUSÃO

Através da metodologia exploratória e explicativa adotada, foi possível entender de maneira detalhada a dinâmica das filas no Restaurante Universitário. A combinação de uma revisão bibliográfica abrangente, observações diretas, técnicas de contagem de clientes e análise estatística permitiu identificar os principais fatores que contribuem para a formação de longas filas durante o horário de pico. A implementação do software Bizagi auxiliou na simulação e avaliação de novos métodos alternativos, visando otimizar o serviço. Os resultados indicaram que, ao aplicar estratégias baseadas nos dados coletados e analisados, houve uma melhoria significativa na eficiência do atendimento. As propostas de melhoria discutidas e implementadas demonstraram ser eficazes na redução do tempo de espera dos clientes, promovendo uma experiência mais satisfatória para os usuários do restaurante. Em

suma, este estudo de caso único proporcionou insights valiosos para a otimização dos processos operacionais do restaurante, ressaltando a importância de uma abordagem metodológica estruturada e sequencial para a resolução de problemas complexos. As estratégias de melhoria sugeridas podem servir como referência para outros estabelecimentos enfrentando desafios similares, contribuindo para a melhoria contínua da qualidade do serviço.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Andrade, Maria. Introdução a Metodologia do Trabalho Científico. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Azevedo, Nicholas et al. Estudo da dinâmica das filas do restaurante universitário da escola superior de tecnologia da UEA-AM. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35, 2015, Fortaleza. ISSN ENEGEP: 2594-9713... Fortaleza: ABEPRO, 2015.

GIL. Antonio. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

# CAPÍTULO XI

## CONTROLE INTELIGENTE DE TOMADAS

Alice Lima, Gabriela Barros, Isabella Eduarda Nascimento, Laiziane Gomes, Matheus C. Prado

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-11**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

[lsg.ele23@uea.edu.br](mailto:lsg.ele23@uea.edu.br), [mcp.ele23uea.edu.br](mailto:mcp.ele23uea.edu.br), [ielsdn.ele23@uea.edu.br](mailto:ielsdn.ele23@uea.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A automação residencial tem emergido como uma solução inovadora para otimizar o gerenciamento dos dispositivos elétricos em ambientes domésticos. O projeto Controle Inteligente de Tomadas se insere neste contexto ao proporcionar um sistema avançado de controle remoto para tomadas elétricas, utilizando o microcontrolador ESP32.

Este projeto visa transformar a maneira como os usuários interagem com suas tomadas elétricas, oferecendo um acesso conveniente e remoto via smartphone. Através do smartphone os usuários podem monitorar e controlar as tomadas de qualquer lugar, facilitando a gestão das funções elétricas sem a necessidade de presença física. A integração com o ESP32 permite a comunicação eficiente entre o hardware e o software, possibilitando um controle preciso e confiável.

Uma característica fundamental do sistema é a programação de horários, que permite a automação das tomadas com base em horários predefinidos. Essa funcionalidade contribui para uma gestão mais eficiente da energia, permitindo que os dispositivos sejam ligados e desligados automaticamente conforme a necessidade. Isso não apenas aumenta a conveniência para o usuário, mas também ajuda a reduzir o consumo desnecessário de energia.

Além da conveniência e da funcionalidade, o projeto foca na economia de energia. A capacidade de monitorar o consumo elétrico em tempo real e ajustar o funcionamento das tomadas conforme necessário ajuda a minimizar o desperdício de energia e promove práticas mais sustentáveis. O sistema oferece uma solução prática para aqueles que buscam não apenas um controle mais eficaz dos dispositivos elétricos, mas também uma forma de contribuir para a conservação de recursos.

Em suma, o Controle Inteligente de Tomadas representa uma inovação significativa na automação residencial, ao integrar tecnologias modernas para oferecer um controle remoto eficiente, programação automatizada e monitoramento do consumo energético. O projeto visa proporcionar uma experiência de uso mais prática e sustentável, alinhando-se com as necessidades e expectativas contemporâneas de gerenciamento doméstico inteligente.

## 1.1. OBJETIVOS

O projeto Controle Inteligente de Tomadas tem como principal objetivo modernizar as residências ao integrar tecnologias avançadas no controle de dispositivos elétricos. Utilizando o microcontrolador ESP32 e o smartphone, o projeto busca atualizar o gerenciamento das tomadas, oferecendo uma solução que proporciona controle remoto e programação automatizada dos dispositivos. Essa modernização visa atender às crescentes demandas por maior conectividade e eficiência no ambiente doméstico.

Outro objetivo importante é promover a eficiência energética, reduzindo o desperdício de energia elétrica. O sistema permite o monitoramento em tempo real do consumo de energia e a configuração de horários para o funcionamento das tomadas, possibilitando aos usuários ajustar o uso dos dispositivos conforme suas necessidades. Esta abordagem não só contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos energéticos, mas também ajuda a diminuir o impacto ambiental.

Além disso, pretende facilitar o uso da automação residencial tornando-a acessível e prática para todos. Ao simplificar o acesso à automação e a sua utilização, o projeto visa aumentar a adoção da tecnologia e melhorar a experiência do usuário, promovendo a integração da automação no cotidiano das residências de forma intuitiva e eficiente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

O desenvolvimento do projeto Controle Inteligente de Tomadas utilizou uma combinação de hardware e software para criar um sistema funcional e eficiente. Os principais materiais utilizados foram:

- Smartphone: Foi utilizado um servidor web. Ele permite que os usuários interajam com o sistema através de seus smartphones, oferecendo funcionalidades para ligar e desligar tomadas.

- **Relés:** Os relés são componentes eletromecânicos essenciais para a operação do sistema. Eles funcionam como interruptores controlados eletronicamente, permitindo que o microcontrolador ESP32 controle o fluxo de corrente elétrica nas tomadas conectadas.
- **Microcontrolador EES32:** Este microcontrolador é o núcleo do sistema. Com suporte para conectividade Wi-Fi e Bluetooth, o ESP32 facilita a comunicação entre o smartphone e os relés. Ele também processa os comandos recebidos e controla a operação dos relés.
- **Conexão Wi-Fi:** A conectividade Wi-Fi é fundamental para a comunicação entre o microcontrolador e o servidor. O ESP32 se conecta à rede Wi-Fi para receber comandos e transmitir informações sobre o status das tomadas.
- **Componentes de Eletrônica Básica:** Incluem resistores, capacitores, diodos e fios de conexão. Esses componentes são utilizados para montar e interligar o circuito, garantindo que o sistema funcione de forma estável e segura.

## 2.2. Metodologia

O desenvolvimento do projeto foi realizado em várias etapas, cada uma com objetivos específicos e procedimentos detalhados:

1. **Montagem do Circuito:** A primeira etapa envolve a construção física do circuito. O microcontrolador ESP32 é conectado aos relés e à fonte de alimentação. Os relés são ligados ao ESP32 de forma que possam ser controlados eletronicamente. A fonte de alimentação é conectada ao microcontrolador e aos relés, fornecendo a energia necessária para o funcionamento do sistema. A conexão Wi-Fi é configurada para permitir que o ESP32 se comunique com o smartphone. Durante esta fase, são realizados testes preliminares para garantir que todas as conexões estão corretas e que o circuito está funcionando conforme o esperado.

2. **Desenvolvimento do Firmware:** Nesta etapa, o firmware do ESP32 é programado utilizando o ambiente de desenvolvimento Arduino IDE. O firmware é responsável por gerenciar a comunicação entre o ESP32 e o smartphone, bem como controlar o funcionamento dos relés. O código é desenvolvido para processar os comandos recebidos do aplicativo e executar as ações correspondentes, como ligar ou desligar as tomadas e atualizar

o status do consumo de energia. Testes de depuração são realizados para verificar a funcionalidade e corrigir eventuais problemas no código.

3. Teste e Validação: A fase final do desenvolvimento consiste em testar e validar o sistema como um todo. Isso inclui a verificação do funcionamento completo do circuito, a comunicação entre o servidoreomicrocontrolador, e a operação dos relés. São realizados testes para assegurar que o sistema responde corretamente aos comandos do aplicativo, que as tomadas são controladas de acordo com a programação e que o monitoramento do consumo de energia está preciso. Problemas identificados durante os testes são corrigidos, e ajustes são feitos para otimizar o desempenho do sistema.

Essas etapas garantem que o Controle Inteligente de Tomadas seja desenvolvido de maneira eficiente e que atenda aos objetivos propostos, oferecendo uma solução prática e eficaz para o controle remoto e a automação das tomadas elétricas em ambientes residenciais.

### **3. RESULTADOS**

O desenvolvimento e a implementação do projeto Controle Inteligente de Tomadas resultaram em um sistema funcional que atende aos objetivos propostos de modernização, eficiência energética e acessibilidade na automação residencial. Os resultados obtidos são detalhados a seguir:

#### **1. Funcionamento do Sistema**

Após a conclusão das etapas de montagem do circuito, desenvolvimento do firmware e teste e validação, o sistema demonstrou operação satisfatória. O ESP32 conseguiu se comunicar eficientemente com o smartphone, permitindo o controle remoto das tomadas através de um smartphone. Os relés responderam corretamente aos comandos enviados pelo aplicativo, ligando e desligando as tomadas conforme programado.

#### **2. Eficiência Energética**

A funcionalidade de programação de horários foi testada e mostrou-se eficaz na redução do consumo de energia elétrica. Os usuários puderam definir horários específicos para o funcionamento das tomadas, evitando o desperdício de energia ao desligar automaticamente dispositivos que não estavam em uso. Esta funcionalidade contribuiu significativamente para a gestão eficiente da energia nas residências, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade do projeto.

#### **3. Facilidade de Uso**

A interface do servidor web foi avaliada pelos usuários e considerada intuitiva e fácil de usar. A configuração inicial do sistema e a operação diária foram simplificadas, permitindo que mesmo usuários sem conhecimentos técnicos avançados pudessem utilizar o sistema de maneira eficaz. A facilidade de uso aumentou a aceitação do sistema, demonstrando que a automação residencial pode ser acessível a um público mais amplo.

#### 4. Confiabilidade do Sistema

Durante os testes de validação, o sistema mostrou-se confiável e estável. A comunicação entre o ESP32 e o smartphone foi consistente, sem interrupções significativas. Os relés operaram conforme esperado, respondendo prontamente aos comandos. Eventuais problemas identificados durante os testes foram corrigidos, resultando em um sistema robusto e confiável para o controle das tomadas elétricas.

#### 5. Benefícios Adicionais

Além dos objetivos principais, o projeto trouxe benefícios adicionais, como a conveniência de controlar remotamente dispositivos elétricos e a segurança de poder desligar tomadas à distância, evitando riscos de sobrecarga e incêndio. A possibilidade de integrar o sistema a assistentes virtuais, como Google Assistant e Amazon Alexa, também foi considerada, ampliando as funcionalidades e a integração com outras soluções de automação residencial.



Figura 1 - Montagem do circuito.

## 4. CONCLUSÃO

O projeto Controle Inteligente de Tomadas atingiu com sucesso os objetivos estabelecidos, demonstrando a viabilidade e a eficiência da automação residencial utilizando tecnologias modernas. A implementação do sistema, com base no microcontrolador ESP32 e

no smartphone, resultou em uma solução prática e acessível para o controle remoto e a programação de tomadas elétricas.

Através do desenvolvimento e dos testes realizados, foi possível verificar que o sistema proporciona uma significativa eficiência energética ao permitir a programação de horários para o funcionamento das tomadas, reduzindo o desperdício de energia elétrica.

Os testes de confiabilidade demonstraram que o sistema é estável e responde adequadamente aos comandos do aplicativo, sem interrupções significativas na comunicação entre o ESP32 e o smartphone. Além disso, o monitoramento em tempo real do consumo de energia forneceu informações valiosas para a gestão energética, permitindo a identificação de padrões de uso e a adoção de medidas para otimização do consumo.

O projeto também apresentou benefícios adicionais, como a conveniência de controlar remotamente dispositivos elétricos e a segurança aumentada ao possibilitar o desligamento de tomadas à distância, evitando riscos de sobrecarga e incêndio. A consideração da integração com assistentes virtuais, como Google Assistant e Amazon Alexa, amplia as funcionalidades e a integração do sistema com outras soluções de automação residencial.

Em resumo, o Controle Inteligente de Tomadas representa uma contribuição significativa para a modernização das residências, promovendo a sustentabilidade e a eficiência energética. O sucesso do projeto destaca a importância da integração de tecnologias avançadas na automação doméstica e demonstra que soluções acessíveis e eficazes podem ser desenvolvidas para melhorar o conforto, a segurança e a eficiência das residências. O sistema desenvolvido é uma prova de conceito robusta que pode ser expandida e adaptada para atender a diversas necessidades e aplicações na automação residencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Espressif Systems. (2024). ESP32 Series Datasheet. Disponível em: [<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>](<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>)

Sharma, A., & Raj, R. (2023). Automação Residencial com ESP32 e Blynk. *Journal of Smart Home Technology*, 5(3), 112-121.

Costa, L. F., & Almeida, M. J. (2023). Eficiência Energética em Sistemas de Automação Residencial. *Revista de Engenharia Elétrica e Computação*, 29(2), 45-58.

# CAPÍTULO XII

## DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Annyeale Barbosa de C.<sup>1</sup>, Cristina da Silva B.<sup>2</sup>, Edvam de Oliveira N.<sup>3</sup>, Fabian Cardoso Litaiff<sup>4</sup>, Silvia Cristina Belo e Silva<sup>5</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-12](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-12)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

abdc.ele22@uea.edu.br<sup>1</sup>, cdsb.eng23@uea.edu.br<sup>2</sup>, enunes@uea.edu.br<sup>3</sup>, flitaiff@uea.edu.br<sup>4</sup>,  
scbsilva@uea.edu.br<sup>5</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

O ensino de física frequentemente apresenta desafios para estudantes, especialmente quando o aprendizado teórico é desvinculado de aplicações práticas e interativas. Para tornar o ensino mais dinâmico, este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo educacional voltado ao ensino de física, integrando inteligência artificial (IA) tanto no suporte ao aprendizado quanto no desenvolvimento do software.

Este projeto busca oferecer uma ferramenta intuitiva para estudantes, reunindo conteúdos essenciais de forma organizada e interativa[1]. Além disso, explora como a IA [2,3] pode auxiliar novos desenvolvedores na criação de aplicações, proporcionando um ambiente de aprendizado prático e tecnológico.

#### 1.1. OBJETIVOS

Os principais objetivos são:

- Criar um ambiente digital interativo para facilitar a compreensão da física;
- Explorar o uso da IA como ferramenta de apoio ao aprendizado de programação;
- Demonstrar o impacto da IA no processo de desenvolvimento de software;
- Disponibilizar materiais organizados e de fácil acesso;
- Integrar simulações que auxiliem na visualização dos fenômenos físicos;
- Proporcionar um ambiente de aprendizado tecnológico para desenvolvedores iniciantes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Desenvolvimento Back - End

O desenvolvimento do aplicativo Equation Solutions está sendo realizado utilizando o Visual Studio Code como IDE principal. A linguagem Dart, em conjunto com o framework Flutter, permitiu a criação de uma interface nativa e responsiva para dispositivos móveis. O Android Studio foi fundamental para a configuração do ambiente de desenvolvimento Android e a realização de testes em emuladores. O ciclo de desenvolvimento segue uma abordagem ágil, com iterações curtas e testes contínuos.

### 2.2. Desenvolvimento Front - End

O design do aplicativo está sendo desenvolvido através do próprio código com a escolha da paleta de cores e adição das artes personalizadas de fundo através do software FireAlpaca, uma ferramenta de pintura digital gratuita de origem japonesa, disponibilizada para Windows/Mac. Além disso, foi utilizada uma mesa digitalizadora Wacom Intuos Draw CTL490DW para possibilitar que o desenho fosse feito com uma caneta de maneira digital.



Figura 1. Ferramentas utilizadas na programação e simulação.

O diferencial do projeto reside na aplicação da IA tanto na interface do aplicativo quanto no suporte ao desenvolvimento. A IA foi utilizada para gerar sugestões de código, otimizar processos e auxiliar na depuração, permitindo que a equipe, com conhecimento limitado em programação, pudesse evoluir no aprendizado e implementação do software.

## 3. RESULTADOS

O desenvolvimento do aplicativo está em andamento, e alguns resultados já foram observados:

- A IA tem se mostrado uma ferramenta eficaz para auxiliar no aprendizado de programação e na resolução de desafios técnicos;
- A implementação da IA reduziu significativamente o tempo necessário para a

codificação e depuração do software;

- A interatividade do aplicativo foi aprimorada, facilitando a assimilação de conceitos físicos pelos usuários;
- O conceito do aplicativo despertou interesse entre os primeiros usuários consultados.

Entre os desafios encontrados estão:

- Equilibrar o aprendizado de programação com o desenvolvimento do aplicativo simultaneamente;
- Dependência da IA para soluções complexas, exigindo aprofundamento teórico para garantir um aprendizado sólido;
- Adaptação do conhecimento adquirido à estruturação de um software funcional e intuitivo.

No decorrer do desenvolvimento do aplicativo Android, foi possível observar que a utilização da IA foi um fator primordial para que essa criação já se demonstrasse de forma imediata, tendo em vista que o desenvolvimento de um aplicativo pode custar muito tempo a depender do seu grau de complexidade. A parte conceitual, envolvendo os temas de física, foi retirada dos livros mais comuns entre os estudantes dos períodos iniciais na universidade[4,5,6]. Abaixo pode-se observar como a estrutura foi ficando mais completa, personalizada e chamativa em menos de um mês.

Outros desafios encontrados foi a relação de tempo atividade entre universidade e trabalho, o que pode inferir também como o estudante de classe mais baixa possui dificuldade para adaptar seus horários, mas que isso não é um impeditivo para desenvolver projetos que vão ajudar os colegas na mesma situação a melhorar seu aprendizado.



Figura 2. Tela principal do aplicativo.

```

lib > main.dart > HomeScreen > build
24 class HomeScreen extends StatelessWidget {
28   Widget build(BuildContext context) {
72     }, // Positioned.fill
73     // conteúdo sobreposto
74     Center(
75       child: Column(
76         mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
77         children: <Widget>{
78           const SizedBox(
79             height:
80               | 10), // Ajusta a altura para posicionar o texto mais acima // SizedBox
81           const Text(
82             "Áreas da Física",
83             style: TextStyle(
84               fontSize: 35,
85               fontWeight: FontWeight.bold,
86             ), // TextStyle
87           ), // Text
88           const SizedBox(height: 20),
89           buildElevatedButton(context, "Mecânica",
90             | const MechanicsScreen(), Icons.settings),
91           buildElevatedButton(
92             | context, "Óptica", const OpticsScreen(), Icons.search)

```

Figura 3. Parte do código do desenvolvimento da tela Front-End.

## 4. CONCLUSÃO

O projeto demonstrou que a integração da IA ao ensino de física e ao desenvolvimento de software pode trazer benefícios significativos. Além de proporcionar um ambiente interativo para os estudantes, permitiu que a equipe adquirisse conhecimento prático sobre programação, mesmo sem experiência prévia. Embora o desenvolvimento do aplicativo ainda esteja em progresso, já foi possível perceber a relevância da IA como ferramenta de suporte tanto para estudantes quanto para desenvolvedores. Os próximos passos incluem a expansão dos recursos interativos, a melhoria da interface e a implementação de novos módulos de simulação. Este estudo reforça a importância da IA no contexto educacional e abre caminho

para novas pesquisas sobre sua aplicação no ensino de ciências exatas e desenvolvimento tecnológico.

Acredita-se que este projeto contribui significativamente para a melhoria do aprendizado de Física e para a formação de futuros profissionais da área de tecnologia. A integração da Inteligência Artificial neste projeto permite a criação de um sistema simples, pertinente e personalizado. Ao utilizar técnicas de IA, conseguimos iniciar o desenvolvimento de um software que não apenas apresentará o conteúdo, mas também auxiliará no processo de aprendizagem, oferecendo simulações e feedbacks personalizados. Este projeto demonstra o potencial da IA para nos ajudar a transformar a metodologia de ensino e aprendizagem, além do grande auxílio no desenvolvimento de projetos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BURKOV, A. *The Hundred-Page Machine Learning Book*. 1. ed. Canada: Andriy Burkov, 2019.

[2] GÉRON, A. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2019.

[3] [Howard e Guggen 2020] HOWARD, J.; GUGGER, S. *Deep Learning for Coders with Fastai and PyTorch*. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2020.

[4] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física. Volume 1: Mecânica*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física. Volume 2: Oscilações, Ondas e Termodinâmica*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

[6] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física. Volume 3: Eletricidade e Magnetismo*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

# CAPÍTULO XIII

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA HORTA HIDROPÔNICA

Beatriz de Souza Vieira<sup>1</sup>, Guilherme Henrique Moura de Sena<sup>2</sup>, Lucas do Carmo Pedroso<sup>3</sup>, Maria do Carmo das Neves Leal Neta<sup>4</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-13](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-13)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

bds.v.eai23@uea.edu.br, gh.mds.eai23@uea.edu.br, ldcp.eai23@uea.edu.br, mdcdnln.eai23@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos saudáveis e sustentáveis impulsiona a busca por alternativas de cultivo eficientes e ambientalmente responsáveis. A hidroponia surge como uma solução inovadora, permitindo o cultivo de hortaliças sem a necessidade de solo, utilizando apenas água e soluções nutritivas balanceadas. Esse método apresenta vantagens significativas em relação à agricultura tradicional, incluindo maior produtividade, economia de água e menor uso de agroquímicos, tornando-se uma alternativa viável tanto para pequenos produtores quanto para sistemas agrícolas em larga escala.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de horta hidropônica automatizada, visando aprimorar o monitoramento das condições do cultivo e facilitar a gestão dos nutrientes essenciais ao crescimento das plantas. A introdução de sensores permitirá acompanhar variáveis como temperatura e composição da solução nutritiva, tornando o cultivo mais preciso. Dessa forma, espera-se demonstrar a viabilidade técnica desse sistema, bem como suas vantagens em relação aos métodos agrícolas tradicionais.

#### 1.1. OBJETIVOS

Construir e implementar o protótipo de uma horta hidropônica.

- Integrar sensores para monitorar e controlar variáveis como: umidade e ciclos de irrigação.
- Desenvolvimento de um sistema que monitore a oferta de nutrientes.

- Minimizar o uso de agroquímicos.
- Demonstrar a viabilidade econômica e ambiental.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo foi montado inteiramente com canos PVC, sendo formado por três partes principais. Na primeira parte foram mantidas as plantas em muda, e as partes seguintes as plantas na fase adulta. A muda escolhida para o desenvolvimento foi a folhosa jambu (*Acmella oleracea*).

A estrutura continha três canos para cultivo, sendo um cano de 50 milímetros para a fase de muda, contendo 6 furos, com espaçamento de 15 centímetros entre as mudas, e dois canos de 75 milímetros para a fase adulta, tendo estes três furos com espaço de 20 centímetros. Os criadouros tinham distâncias de 20 centímetros.

Utilizou-se um cano de três metros de 40 milímetros para a base do protótipo, este fora dividido em partes menores e estruturado com o auxílio de 8 tês hidráulicos e 2 joelhos hidráulicos, ambos de 40 mm. O controle do desnível dos canos de cultivo foi feito por um apoio montado com 4 tês de 50 mm e dois canos do mesmo tamanho interligando--os.

A distribuição de nutrientes era executada por uma bomba d'água, mantida dentro do reservatório, conectada a uma mangueira de borracha que desempenhava a distribuição da solução nutritiva.

Para a etapa de automatização do protótipo adicionou-se componentes eletrônicos sendo estes um microcontrolador arduino e sensores, que auxiliam no monitoramento de temperatura e condutividade. A vazão da água foi controlada por uma válvula solenoide. Foi adicionado, também, uma fonte chaveada de 12V, para ligar o sistema composto pelo microcontrolador e sensores, e um módulo relé de 1 canal de 12V para acionamento da válvula.

Foram usados:

- Arduino Uno;
- Sensores de temperatura, ultrassônico e de condutividade;
- Válvula solenoide;
- Fonte chaveada 12V;
- Relé de um canal;
- Canos PVC para estrutura;

- Reservatório de água de 50l;
- Bomba d'água 3000l/h;

### 3. RESULTADOS

Com base nos dados coletados, foram obtidos os seguintes comparativos:

Em relação ao cultivo tradicional, o tempo de desenvolvimento da planta no protótipo foi menor, levando de 35 a 40 dias de desenvolvimento desde a semeadura, enquanto o cultivo tradicional leva de 40 a 50 dias para o pleno desenvolvimento. O resultado foi obtido com auxílio de 23g de solução nutritiva depositada no reservatório.

Economia no uso de água também é foi uma vantagem, já que a água utilizada no protótipo foi a mesma desde o início do processo, enquanto no cultivo tradicional a planta tem que ser regada periodicamente.

O Uso dos sensores no monitoramento ajudou a ter eficácia durante todo o tempo de desenvolvimento, tivemos um bom monitoramento sobre os principais elementos a serem observados durante o desenvolvimento da planta, como: temperatura, vazão, nível e qualidade da água, sendo o último fator verificado com um medidor simples de pH.



Figura 1: protótipo pronto. Figura 2: protótipo de outro ângulo.

## 4. CONCLUSÃO

A utilização dos sensores forneceu alta performance, rapidez e um eficiente controle sobre as plantas. Foi obtido um monitoramento eficaz do cultivo do Jambu por meio da estrutura montada. O cultivo da folhosa com o uso correto de solução nutritiva e monitoramento constante possibilitou um plantio mais rápido em relação ao cultivo tradicional, o uso dos sensores permitiu o maior acompanhamento sobre o desenvolvimento da muda até que se atingisse o tamanho ideal para colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MELONIO, N. (2012). Hidroponia: conheça os prós e contra nesse tipo de cultivo. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/noticias/25959-hidroponiaa conhca-os-pros-e-contra-nesse-tipo-de-cultivo/>. Acesso em 28 de fevereiro de 2024.

JEYARATMAN, J. Occupational health issues in developing countries. In: ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva, 1990, p. 207- 12.

# CAPÍTULO XIV

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA MONITORAMENTO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM INDÚSTRIAS

Blenna Mellissa Barbosa do Nascimento, Deyvid da Silva Torres, Isabelly Souza Ribeiro Porto, Kaicky Daniel Arcos Rêgo, Kennedy Maxwell Oliveira Seixas, Silvia Cristina Belo e Silva

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-14**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

bmbdna.eng24@uea.edu.br, ddsto.eng24@uea.edu.br, isrp.eng24@uea.edu.br,  
kdar.eng24@uea.edu.br, kmose.eng24@uea.edu.br, scbsilva@uea.edu.br.

### 1. INTRODUÇÃO

A busca por inovação e eficiência dentro do setor industrial tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para monitoramento de atividades e operações no ambiente fabril. Fatores como temperatura, ruído, umidade, qualidade do ar e níveis de gases podem influenciar diretamente a segurança dos trabalhadores, a integridade dos equipamentos e a qualidade dos produtos.

As ferramentas tecnológicas aliadas ao monitoramento de sistemas são fundamentais para auxiliar neste processo de gestão (FONTANA et al., 2019; ANDRADE et al., 2016; TROJAN et al, 2015).

Nesse contexto, o desenvolvimento de um Protótipo para Monitoramento de Condições Ambientais se apresenta como uma solução eficaz para a coleta, análise e resposta automatizada a variações ambientais em tempo real.

Combinando sensores de última geração e conectividade IoT (Internet das Coisas), esse protótipo permite a supervisão contínua das condições ambientais, fornecendo dados precisos para a tomada de decisões estratégicas. Além disso, sua implementação pode auxiliar na conformidade com normas regulatórias, como a NR-15 e na prevenção de falhas operacionais, reduzindo custos e impactos ambientais.

Este trabalho visa explorar o desenvolvimento e a aplicação de um protótipo, destacando seus benefícios, desafios tecnológicos e possíveis impactos na indústria.

Dentre as normas regulatórias voltadas à segurança do trabalhador, destaca-se a Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego,

que define os limites de tolerância para exposição a agentes físicos, químicos e biológicos no ambiente industrial. O não cumprimento dessas diretrizes pode resultar em impactos adversos à saúde dos trabalhadores, como fadiga térmica, perda auditiva ocupacional e outros distúrbios relacionados.

Diante desse cenário, o presente trabalho visa explorar o desenvolvimento e a aplicação de um protótipo inteligente para monitoramento ambiental. Além de otimizar a gestão ambiental, essa solução pode contribuir diretamente para a adequação das indústrias às exigências da NR-15, garantindo maior segurança ocupacional e eficiência operacional.

## 1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma plataforma destinada ao monitoramento e análise das condições ambientais em áreas industriais em tempo real, com o propósito de melhorar a segurança e a eficiência operacional desses ambientes, integrando sensores de temperatura e ruído a um sistema baseado em Arduino, com a finalidade de realizar a coleta de dados ambientais em tempo real. Esses dados serão processados e analisados para detectar anomalias como a presença de ruídos em níveis prejudiciais ou alterações de temperatura que possam comprometer a segurança da área.

Em um contexto industrial, a vigilância contínua das condições ambientais, como a qualidade do ar, a temperatura, a umidade e o nível de ruído, é crucial para garantir um ambiente saudável e seguro para os trabalhadores, além de contribuir para a otimização dos processos produtivos e para o cumprimento das regulamentações ambientais.

Além disso, a plataforma contará com um *dashboard* interativo e intuitivo, que permitirá a visualização dos dados ambientais em tempo real de forma clara e acessível aos operadores e gestores. Esse *dashboard* não apenas fornecerá as informações essenciais sobre as condições monitoradas, mas também incluirá alertas automáticos que serão acionados sempre que um dos parâmetros atingir níveis críticos ou fora dos padrões esperados, permitindo uma resposta rápida e eficiente a eventuais situações de risco. Para garantir a eficácia do sistema proposto, será realizada uma validação detalhada em um ambiente controlado, onde a precisão da coleta de dados e a funcionalidade do *dashboard* serão avaliadas e ajustadas conforme necessário. A validação é um passo fundamental para assegurar que a plataforma seja capaz de operar de maneira confiável em um ambiente industrial real.

Em suma, a plataforma desenvolvida neste trabalho busca oferecer uma solução

inovadora para o monitoramento contínuo das condições ambientais em áreas industriais, utilizando tecnologias de sensores para possibilitar a detecção de riscos e otimizar a gestão do ambiente de trabalho, promovendo um ambiente mais seguro e eficiente para os colaboradores e para a operação da indústria como um todo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com a finalidade de construir um protótipo de um sistema que mede temperatura e ruído e envia os dados coletados para o *dashboard*, utilizou-se a placa de controladores Arduino Mega. A escolha da placa, foi devida ao grande número de entradas e saídas. O *software* utilizado para o desenvolvimento da programação das placas foi o Arduino IDE que utiliza uma linguagem de programação baseada em *Wiring*. Para enviar os dados coletados para o *dashboard* optamos por um microcontrolador ESP8266 que tem a capacidade de comunicação através de *wi-fi*. Este processador possui CPU de 32 bits Tensilica L106 rodando a 80 MHz e conta com uma tensão de operação de 3.0V a 3.6V e o seu consumo de energia é baixo. Além do *dashboard* aplicamos um LED e o display LCD 12C de 16x2 com tensão de 5V, com corrente de operação de aproximadamente 2mA a 30mA, sua pinagem conta com o VCC (Tensão de Alimentação), GND (Terra), SDA (Pino de Dados do 12C), SCL (Pino de Clock 12C). Além destes, incluímos um *Buzzer* ativo para emissão de som; este *buzzer* utiliza uma frequência de operação de aproximadamente 2kHz a 4kHz, com uma corrente de operação de 20mA a 30mA. Os sensores utilizados foram: LM35 de encapsulamento TO-92; optamos por este sensor pela sua precisão e facilidade de uso, o seu sinal de tensão pode variar de 10mV para cada °C. Este sensor opera em uma temperatura que varia entre -55°C à 150°C, e o seu nível de precisão está entre  $\pm 0,4^\circ\text{C}$  à 25°C. Destaca-se ainda, que seu auto aquecimento é extremamente baixo pois conta com uma corrente de operação de 60 $\mu\text{A}$ . O sensor de ruído utilizado foi o KY-038, ideal para criar projetos responsivos ao som, a sua conexão é feita através do pinos, sendo eles: VCC (Tensão de Alimentação), GND (Terra), OUT (Saída). A sua sensibilidade pode ser ajustada através de um potenciômetro embutido, suas aplicações mais comuns são: projetos responsivos ao som, monitoramento e sistemas de alarme.

A metodologia adotada seguiu um processo estruturado para o desenvolvimento do protótipo de monitoramento ambiental. Inicialmente, foi realizada uma análise das necessidades industriais, com foco na medição de temperatura e nível de ruído. Com base nessa avaliação, foram definidos os parâmetros a serem monitorados e os objetivos do protótipo. Além disso, foi realizada uma revisão bibliográfica e tecnológica embasada na

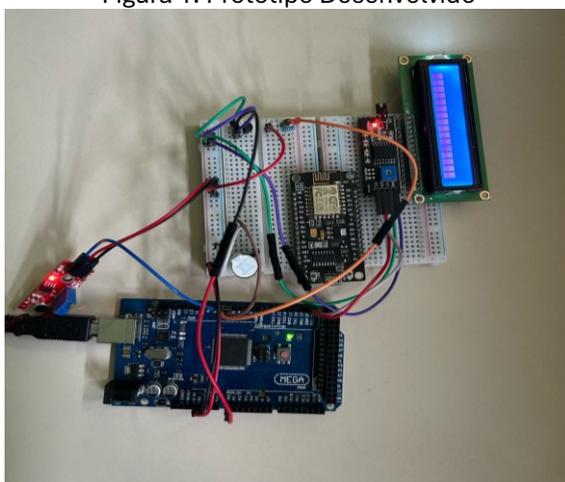
escolha dos sensores, do Arduino como plataforma de controle e do *dashboard* interativo para visualização dos dados em tempo real.

Na fase de desenvolvimento, os sensores foram integrados ao Arduino e ao microcontrolador responsável pela comunicação dos dados via *Wi-Fi*. Em seguida, foram conduzidos testes de calibração para validar a precisão das medições, verificação da estabilidade da transmissão de dados e avaliação a responsividade do *dashboard*. Foram realizados ajustes com o objetivo de aprimorar o desempenho do sistema.

### 3. RESULTADOS

O protótipo desenvolvido demonstrou eficiência na detecção de temperatura e ruídos, fornecendo medições precisas em tempo real. O sistema foi capaz de identificar variações nos parâmetros monitorados e exibiu os dados coletados por meio do display LCD e do acionamento do LED e do *Buzzer*. No entanto, devido ao curto prazo e às dificuldades enfrentadas na configuração da comunicação via *Wi-Fi*, não foi possível concluir a integração com o *dashboard* para visualização remota. Apesar dessa limitação, os resultados obtidos indicam que o protótipo possui grande potencial para ser aprimorado em versões futuras, com a implementação de melhorias na conectividade e na interface de monitoramento.

Figura 1: Protótipo Desenvolvido



Fonte: Os Autores

### 4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados no tópico anterior, a plataforma mostrou-se eficaz para o monitoramento das condições de trabalho. Devido ao curto prazo para a realização do projeto, não foi possível implementar o *dashboard*. No entanto, levando em consideração que já tínhamos implementado o LCD e o LED, mantivemos a projeção dos

resultados nesses dispositivos. O protótipo indicou uma boa visualização dos dados coletados pelos sensores, garantindo o cumprimento da norma NBR - 15 em tempo real.

Estes resultados podem apresentar importantes implicações em sistemas de monitoramento que visam garantir o acompanhamento simultâneo das condições ambientais na indústria, além de assegurar a segurança dos trabalhadores em relação à temperatura e ao ruído constante, promovendo uma boa produtividade.

Em suma, o monitoramento simultâneo pode proporcionar melhorias significativas nas condições de trabalho nas indústrias. Recomenda-se que estudos futuros considerem a implementação de *dashboards* para acompanhamento em aplicativos móveis e *web*, oferecendo uma visualização ainda mais acessível e detalhada dos dados monitorados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15). Portal Governo do Brasil. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conse15lhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-> >. Acesso em: 05 de fev. 2025.

COMPRACO. Pinagem do Sensor de Temperatura LM35: Guia de Interface, Construção de Circuito e Princípios de Funcionamento. Blog Compraco, 12 mar. 2021. Disponível em: < <https://compraco.com.br/blogs/tecnologia-e-desenvolvimento/pinagem-do-sensor-de-temperatura-lm35-guia-de-interface-construcao-de-circuito-e-principios-de-funcionamento> >. Acesso em: 05 fev. 2025.

DUTRA, Vithorio; KLUG, William; PEREIRA, Aline; RODRIGUEZ, Alejandro. Implementação de um Sistema de Monitoramento Inteligente na Gestão da Manutenção Industrial: Construção e Análise de um Protótipo para Medição de Vibração Triaxial e Temperatura. XLIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2024. Disponível em: < [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WG\\_411\\_2016\\_48156.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WG_411_2016_48156.pdf) >. Acesso em: 05 de fev. 2025.

ELETROGATE. Módulo Sensor de Som: Descrição e Aplicações. Blog Eletrogate, 13 jul. 2020. Atualizado em: 15 set. 2022. Disponível em: < <https://blog.eletrogate.com/modulo-sensor-de-som-descricao-e-aplicacoes/> >. Acesso em: 05 fev. 2025.

# CAPÍTULO XV

## DESIGN E PRINCÍPIOS DE AUTOMATIZAÇÃO DE UMA TERMOCOMPOSTADORA

Abraão Martins Benaion<sup>1</sup>, Felipe do Carmo Lima<sup>2</sup>, Gusthavo Henryque Vasconcelos Veloso<sup>3</sup>, Paulo Rodrigo Gomes Santana<sup>4</sup>, Pedro Henrique Mendonça da Mota<sup>5</sup>, Walter Andrés Vermehren Valenzuela<sup>6</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-15**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

amb.eai24@uea.edu.br<sup>1</sup>, fdcl.eai24@uea.edu.br<sup>2</sup>, ghvv.eai24@uea.edu.br<sup>3</sup>, prgs.eai24@uea.edu.br<sup>4</sup>,  
phmdm.eai24@uea.edu.br<sup>5</sup>, wvalenzuela@uea.edu.br<sup>6</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna enfrenta desafios significativos em relação à eficiência econômica e à sustentabilidade ambiental. Um dos principais pontos de atenção é a adubação orgânica, que, embora beneficie a fertilidade do solo e reduza impactos ambientais, pode ter custos elevados. Para mitigar esses desafios, a otimização de custos na formulação de adubos orgânicos e o uso eficiente da compostagem são fundamentais.

Este artigo visa apresentar uma abordagem inovadora para a otimização da compostagem utilizando design e princípios de automatização. Utilizando evidências de estudos recentes, mostraremos como o monitoramento automatizado da temperatura, utilizando sensores e microcontroladores, pode melhorar significativamente o processo de compostagem, garantindo condições ideais para a ação dos microrganismos.

### 2. OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo geral

Desenvolver um design eficiente e estabelecer princípios de automação para uma termocompostadora, criando um sistema sustentável e acessível para compostagem automatizada. O projeto visa integrar sensores, microcontroladores e interfaces interativas para otimizar o monitoramento e controle do processo de desidratação orgânica.

## 2.2. Objetivos específicos

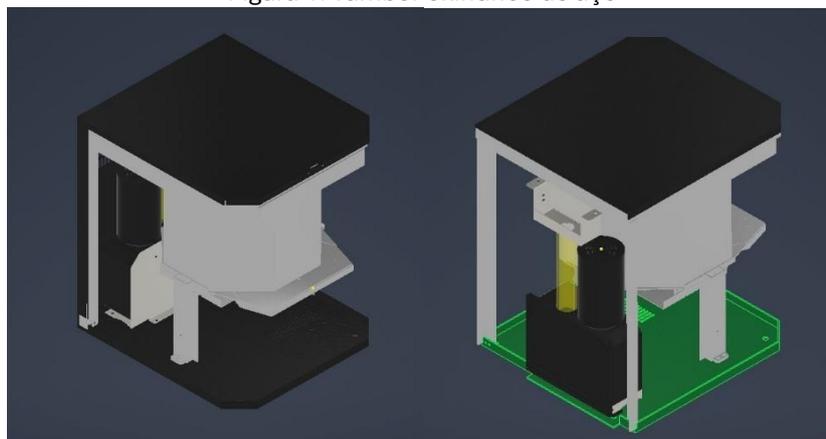
- Projetar e aprimorar um sistema de compostagem automatizado, garantindo eficiência no processamento da matéria orgânica.
- Avaliar a influência da temperatura no processo de compostagem e sua otimização por meio da automação.
- Implementar sensores para monitoramento em tempo real das condições ambientais dentro da termocompostadora.

## 3. MÉTODOS E MATERIAIS

### 3.1. Design do dispositivo

O dispositivo de compostagem foi projetado com uma estrutura robusta para garantir durabilidade e eficiência no processamento da matéria orgânica. Sua estrutura principal é composta por um tambor cilíndrico resistente, fabricado em aço inoxidável, permitindo a retenção de calor necessária para a decomposição dos resíduos.

Figura 1: Tambor cilíndrico de aço



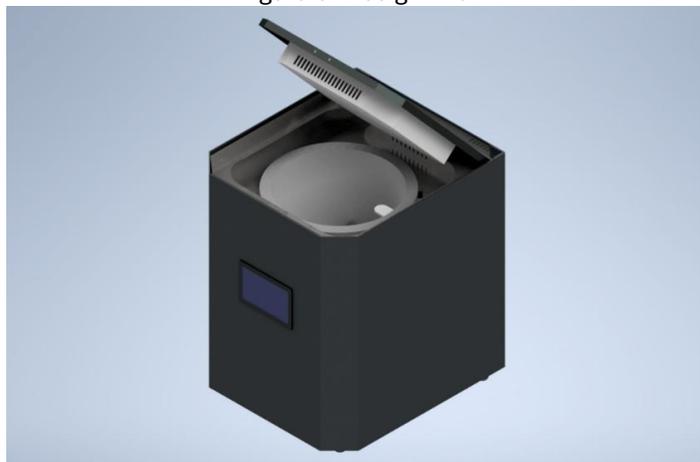
Fonte: Autor

O dispositivo foi projetado para garantir estabilidade, ventilação eficiente e controle de odores. Seu suporte reforçado proporciona maior firmeza, enquanto as aberturas estrategicamente posicionadas otimizam o fluxo de oxigênio, essencial para a decomposição aeróbica.

O sistema de rotação promove a mistura uniforme do material, distribuindo umidade e temperatura de forma equilibrada. Já a tampa hermética evita a liberação de odores e impede a entrada de pragas, mantendo o ambiente mais higiênico.

Para reforçar o controle de odores, um filtro de carvão ativado foi integrado ao sistema, retendo compostos voláteis e garantindo uma operação mais limpa e adequada para diferentes espaços.

Figura 3: Design final



Fonte: Autor

### 3.2. Automação

A termocompostadora possui sensores de temperatura e umidade estrategicamente distribuídos para monitoramento preciso. Esses sensores enviam dados para um microcontrolador, que ajusta automaticamente ventilação e umidificação para manter condições ideais de compostagem.

Um aplicativo móvel permite monitoramento em tempo real e registro do histórico de dados, facilitando análises e identificação de padrões. Além disso, está em desenvolvimento uma Interface Homem-Máquina (IHM) com tela tátil intuitiva, permitindo controle direto dos parâmetros, exibição do histórico e alertas de manutenção.

O design da IHM prioriza usabilidade e acessibilidade, garantindo visualização clara das informações. A integração com o aplicativo móvel possibilita monitoramento remoto, tornando a automação mais eficiente e flexível.

### 3.3. Princípios de Acionamento

O sistema automatizado de compostagem otimiza a decomposição do material orgânico com mínima intervenção manual. Um ESP32-S3-Touch-LCD de 5" da Waveshare atua como unidade de controle, processando dados dos sensores e permitindo interação via interface touchscreen (IHM) ou aplicativo móvel desenvolvido no MIT App Inventor com conexão Bluetooth.

O sensor DHT22 monitora temperatura e umidade, ativando a resistência de aquecimento quando necessário. Um motor de 12V promove aeração e mistura. O sistema é alimentado por uma fonte de 12V 10A, com um regulador de tensão para estabilização.

A IHM permite visualizar dados do DHT22, controlar resistência e motor, além de configurar tempo de rotação e limites de temperatura. O controle também pode ser feito remotamente via Bluetooth. Com ajustes automáticos, o sistema melhora a eficiência da compostagem, garantindo um processo controlado e acessível.

### 3.4. Materiais Utilizados

#### 3.4.1. Componentes de Controle e Interface

ESP32-S3-Touch-LCD 5" (Waveshare) → Controlador principal, responsável pelo processamento de dados e interação com o usuário.

Aplicativo MIT App Inventor → Interface para controle remoto e monitoramento do sistema via Bluetooth.

#### 3.4.2. Sensores e Atuadores

##### 3.4.2.1. Sensores

- DHT22 → Mede a temperatura e umidade dentro da câmara.

##### 3.4.2.2. Atuadores

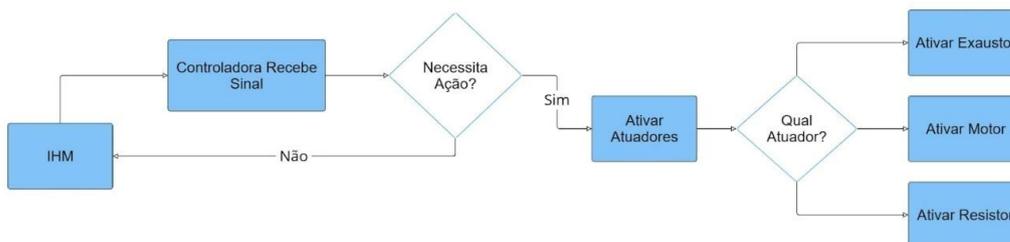
- Resistência de aquecimento → Mantém a temperatura ideal para decomposição.
- Motor 12V → Gira o composto periodicamente para aeração e mistura.
- Exaustor → Responsável pela troca do ar quente do ambiente pelo ar frio que vem de fora.

### 3.5. Fluxo de Operação da Termocompostadora

O processo da termocompostadora envolve um sistema automatizado que controla a compostagem térmica por meio de sensores, uma interface homem-máquina (IHM) e atuadores.

Esse fluxo busca automatizar e otimizar o processo de compostagem térmica, garantindo que o material atinja a temperatura ideal para uma decomposição eficiente, minimizando intervenções manuais e melhorando a qualidade do composto final.

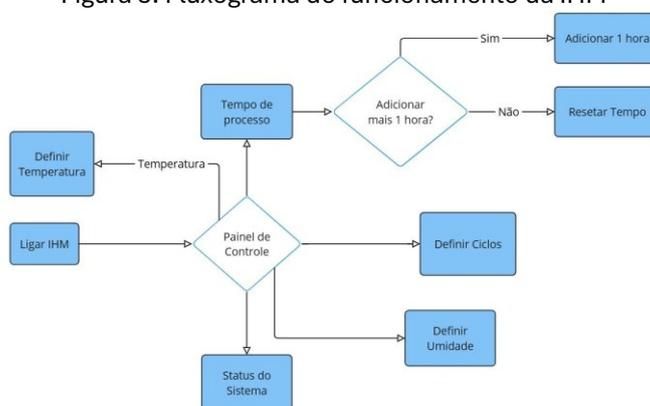
Figura 4: Fluxograma do processo de funcionamento da Termocompostadora



Fonte: Autor

Já o fluxograma da IHM (Interface Homem-Máquina) foi projetado para oferecer uma experiência intuitiva e eficiente ao usuário, permitindo o controle e monitoramento completo do processo de termocompostagem.

Figura 5: Fluxograma do funcionamento da IHM



Fonte: Autor

## 4. RESULTADOS

O principal êxito do projeto foi a concepção e desenvolvimento de um dispositivo eficiente para termocompostagem, alinhado aos princípios de automação e sustentabilidade. O design proposto integrou sensores precisos, microcontroladores programáveis e interfaces interativas, permitindo o monitoramento e controle automatizado do processo de desidratação orgânica.

Essa integração tecnológica resultou em um sistema acessível e funcional, capaz de otimizar a compostagem ao manter parâmetros ideais de temperatura, umidade e aeração. O dispositivo desenvolvido não apenas facilita a gestão de resíduos orgânicos, mas também promove a sustentabilidade ao transformar esses resíduos em compostos úteis de forma eficiente e automatizada. A eficácia do projeto está na combinação de um design inovador

com a aplicação de tecnologias acessíveis, tornando a termocompostagem uma solução viável para diferentes contextos, desde o doméstico até o industrial.

## 5. CONCLUSÃO

A termocomposteira automatizada integra sensores, microcontroladores e interfaces interativas, permitindo monitoramento e controle preciso para produzir adubo de alta qualidade. A automação aumenta a eficiência, reduz custos e impacto ambiental, enquanto o monitoramento remoto via aplicativo torna o sistema mais acessível.

Aplicável em diferentes escalas, a tecnologia contribui para a redução de resíduos e produção sustentável de adubo, promovendo soluções inovadoras para a gestão de resíduos orgânicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[RODRIGUES, Luan D.] et al. Controle de temperatura e de umidade de uma composteira utilizando o ESP32. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Agroinformática. SBC, 2021. p. 53-61.

[VIEIRA, Murilo Chennedge] et al. Comportamento da temperatura durante o processo de compostagem de resíduos domiciliares em pequena escala. Justiça Climática no Antropoceno, v. 13, n. 1, 2021.

[OLIVEIRA, Emanuelle Katryne Machado] et al. Compostagem de resíduos orgânicos de um centro de abastecimento de alimentos com adição de diferentes fontes de carbono. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, v. 17, n. 54, p. e1412-e1412, 2024.

[TEIXEIRA, Wilson de Paula]. Desenvolvimento da concepção de uma máquina de revolver compostagem. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 07, Vol. 14, pp. 141-148. Julho de 2019.

# CAPÍTULO XVI

## ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS COM IMAGENS DE PATOLOGIAS PNEUMOLÓGICAS E SUA CLASSIFICAÇÃO COM IA

Heitor Eduardo Moreira Reis<sup>1</sup>, Manuella Martins de Oliveira<sup>2</sup>, Ricardo Henrique Paiva Leão<sup>1</sup>, Victor Enrique Vermehren Valenzuela<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-16](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-16)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

<sup>2</sup>Escola Superior de Ciências da Saúde (ESA) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69065-001 – Manaus – AM – Brasil

hemr.eng23@uea.edu.br, mmdo.med22@uea.edu.br, rhpl.eng21@uea.edu.br, wvalenzuela@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A ausculta pulmonar é um dos métodos diagnósticos mais antigos e essenciais na prática clínica, permitindo a identificação de patologias respiratórias por meio da análise de sons pulmonares. No entanto, esse processo exige um elevado nível de expertise e experiência por parte dos profissionais de saúde, o que pode levar a variações na precisão diagnóstica e a desafios em ambientes com recursos limitados (Pasterkamp et al., 1997). Diante dessa problemática, a Inteligência Artificial (IA) tem emergido como uma ferramenta promissora para auxiliar na classificação automatizada de sons pulmonares, visando aumentar a eficiência e a precisão do diagnóstico de patologias pneumológicas (Charlton et al., 2020).

Recentemente, estudos têm explorado a utilização de bancos de dados contendo espectrogramas de sons pulmonares, que são representações visuais das frequências sonoras ao longo do tempo, como base para o desenvolvimento de algoritmos de IA. Esses algoritmos, especialmente aqueles baseados em redes neurais convolucionais (CNNs), têm demonstrado resultados significativos na classificação de sons normais e anormais, como crepitações, sibilos e roncos (Gurung et al., 2011; Rocha et al., 2021). A aplicação dessas técnicas não só acelera o processo de diagnóstico, mas também reduz a subjetividade associada à interpretação humana, oferecendo um suporte valioso para profissionais de saúde (Messner et al., 2020).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. GERAL

Desenvolver e avaliar um modelo de Inteligência Artificial (IA) baseado em espectrogramas de sons pulmonares para a classificação automatizada de patologias pneumológicas, visando aprimorar a precisão e a eficiência do diagnóstico de doenças respiratórias.

### 2.2. ESPECÍFICOS

- Utilizar um banco de dados de espectrogramas de sons pulmonares, contendo imagens representativas de diferentes patologias respiratórias, como normal, pneumonia, doença do trato respiratório e entre outras.
- Realizar o pré-processamento das imagens (espectrogramas) para garantir a qualidade e a consistência dos dados utilizados no treinamento do modelo.
- Implementar e treinar um algoritmo de classificação baseado em redes neurais convolucionais (CNNs), adaptado para a análise de espectrogramas de sons pulmonares.
- Validar o modelo utilizando um conjunto de dados separado

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do modelo de classificação de patologias pneumológicas com base em espectrogramas de sons pulmonares, foi adotada uma abordagem que combina técnicas de processamento de imagens e aprendizado profundo (deep learning). O ambiente de trabalho escolhido foi o Google Colab, uma plataforma em nuvem que oferece recursos computacionais de alto desempenho, como GPUs, essenciais para o treinamento eficiente de modelos complexos.

A linguagem de programação Python foi selecionada por sua versatilidade e pela disponibilidade de bibliotecas especializadas em ciência de dados e aprendizado de máquina. Dentre as bibliotecas utilizadas, destacam-se o TensorFlow e o Keras, que permitiram a construção e o treinamento do modelo de rede neural convolucional (CNN), amplamente reconhecido por sua eficácia no processamento de imagens. Além disso, o NumPy foi empregado para manipulação de arrays, enquanto o ImageDataGenerator, do Keras, foi

configurado para realizar o pré-processamento e o aumento de dados (data augmentation) das imagens.

Figura 1: Tecnologias utilizadas.



Fonte: Internet, 2024.

O banco de dados utilizado consistiu em espectrogramas de sons pulmonares, representações visuais das frequências sonoras ao longo do tempo, categorizados em classes como Pneumonia, Bronquite, Bronquiolite, Infecção do Trato Respiratório e Saudável.

Figura 2: Exemplo de Espectrograma utilizado do Banco de Dados.



Fonte: Autores, 2024.

## 4. RESULTADOS

Após o processo de treinamento, que incluiu a utilização de uma arquitetura de rede neural convolucional (CNN) e a aplicação de técnicas de pré-processamento e aumento de dados, o modelo alcançou uma acurácia de 90% no conjunto de dados de validação.

A alta acurácia obtida reflete a capacidade do modelo de aprender padrões complexos presentes nos espectrogramas, destacando-se como uma ferramenta promissora para auxiliar no diagnóstico de doenças respiratórias. Além disso, a utilização de técnicas como o aumento de dados e a normalização das imagens contribuiu para a generalização do modelo, reduzindo o risco de overfitting e garantindo que ele possa ser aplicado em cenários clínicos reais com confiabilidade.

## 5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo permitiu a criação de um modelo de Inteligência Artificial (IA) capaz de classificar patologias pneumológicas com base em espectrogramas de sons pulmonares, representando um avanço significativo na aplicação de tecnologias de aprendizado de máquina na área da saúde. A utilização de uma arquitetura de rede neural

convolucional (CNN), combinada com técnicas de pré-processamento e aumento de dados, resultou em um modelo robusto e eficiente, demonstrando que a IA pode ser uma ferramenta valiosa para auxiliar no diagnóstico de doenças respiratórias. A alta acurácia alcançada reflete não apenas a qualidade do modelo, mas também o potencial dessa abordagem para transformar a prática clínica, tornando o processo de diagnóstico mais rápido e preciso.

Além disso, este trabalho reforça a importância da integração entre tecnologia e medicina, mostrando como soluções baseadas em IA podem complementar o conhecimento e a experiência dos profissionais de saúde. A automatização da análise de sons pulmonares por meio de espectrogramas abre caminho para a redução de erros diagnósticos e a otimização de recursos em ambientes clínicos, especialmente em regiões com limitações de infraestrutura ou especialistas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHARLTON, P. H. et al. Waveform analysis to estimate respiratory rate. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 67, n. 7, p. 1963-1972, 2020.

CHOLET, F. **Deep Learning with Python**. Manning Publications, 2017.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep Learning**. MIT Press, 2016.

GURUNG, A. et al. Computerized lung sound analysis as diagnostic aid for the detection of abnormal lung sounds: A systematic review and meta-analysis. **Respiratory Medicine**, v. 105, n. 9, p. 1396-1403, 2011.

MCFEE, B. et al. librosa: Audio and music signal analysis in Python. In: **Proceedings of the 14th Python in Science Conference**, 2015. p. 18-25.

MESSNER, E. et al. Multi-channel lung sound classification with convolutional recurrent neural networks. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.

PASTERKAMP, H.; KRAMAN, S. S.; WODICKA, G. R. Respiratory sounds: Advances beyond the stethoscope. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 156, n. 3, p. 974-987, 1997.

ROCHA, B. M. et al. Automatic classification of adventitious respiratory sounds: A systematic review. **PLoS ONE**, v. 16, n. 5, p. e0251714, 2021.

SHORTEN, C.; KHOSHGOFTAAR, T. M. A survey on image data augmentation for deep learning. **Journal of Big Data**, v. 6, n. 1, p. 1-48, 2019.

# CAPÍTULO XVII

## ESTUDO E ANÁLISE DE FILTROS RESIDENCIAIS PARA MITIGAR HARMÔNICOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Eloiza dos Santos Anaquiri<sup>1</sup>, Sarah Jessica Santos da Silva<sup>1</sup>, Ana Sara Almeida dos Santos<sup>1</sup>, Maria Luiza Ferreira Mota<sup>1</sup>, Weverson dos Santos Cirino<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-17](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-17)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

[edsa.eng24@uea.edu.br](mailto:edsa.eng24@uea.edu.br), [sjsdsi.eng24@uea.edu.br](mailto:sjsdsi.eng24@uea.edu.br), [asads.eng24@uea.edu.br](mailto:asads.eng24@uea.edu.br), [mlfm.eng24@uea.edu.br](mailto:mlfm.eng24@uea.edu.br),  
[wdsantos@uea.edu.br](mailto:wdsantos@uea.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O uso de aparelhos eletrônicos vem crescendo a cada ano e tem gerado um aumento significativo na presença de harmônicos nas redes de distribuição de energia elétrica residencial. Esses harmônicos representam distúrbios nas formas de ondas da corrente elétrica que podem afetar a qualidade da energia, causando perdas de eficiência, superaquecimento dos dispositivos, falhas no sistema de proteção e danos em transformadores e motores.

Diante desse cenário, o estudo e a análise dos filtros residenciais é de muita importância, sendo assim, promovendo uma melhor qualidade de energia nas residências e diminuindo esses distúrbios. O objetivo desses filtros residenciais é melhorar o funcionamento adequado dos aparelhos domésticos e contribuir para a estabilidade do sistema elétrico. O presente resumo explora os filtros e seus princípios de operação.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. Objetivo Geral

O estudo tem como objetivo geral entender como um filtro passivo age mitigando e eliminando harmônicos na rede elétrica, seja em sua tensão ou em sua corrente, em instalações residenciais de baixa e média tensão.

##### 1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Analisar a eficácia dos filtros residenciais;
- Entender o que é distorções harmônicas, suas causas e efeitos;
- Entender e estudar como funciona um filtro passivo aplicado a rede elétrica.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho contou com grande ajuda do orientador para entender a aplicação e utilização dos filtros no dia a dia, como também a indução à pesquisas aprofundadas sobre o funcionamento dos filtros.

O projeto teve suas pesquisas sobre os temas de sistema elétrico de potência, distribuição de energia elétrica, distorções harmônicas, qualidade de energia elétrica e filtros passivos para harmônicos com aplicação em redes elétricas.

Uns dos principais objetivos bem estabelecidos são entender as distorções harmônicas, como a presença dos filtros são utilizados para mitigar os eliminar as distorções e, acima de tudo, evidenciar a melhora da qualidade da rede elétrica com a presença dos filtros.

## 3. RESULTADOS

Com base nos resultados obtidos, foi possível compreender o funcionamento de um Sistema Elétrico de Potência (SEP) e todas as suas vertentes, incluindo geração, Transmissão, distribuição e consumo, bem como os componentes que garantem que a energia elétrica gerada nas usinas chegue ao consumidor final.

O SEP opera assegurando o equilíbrio entre a oferta e a demanda de eletricidade. Para manter estável e em uma medida confiável o sistema, são implementadas estratégias de controle, como a regulação da tensão e da frequência, além de mecanismos de proteção contra sobrecargas. Um sistema elétrico de potência pode englobar diversas fontes de geração de energia, como usinas hidrelétricas, nucleares, termelétricas, parques eólicos e sistemas fotovoltaicos. Isso tudo reforça a segurança e a facilidade de adaptação do sistema.

Também foi possível identificar que a distorção harmônica, conforme definida no Módulo 8 do PRODIST, é um fenômeno caracterizado pela deformação das formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental. Ocorre devido à presença de componentes harmônicas, que são múltiplos inteiros da frequência fundamental, podendo comprometer a qualidade da energia elétrica fornecida.

Para mitigar ou eliminar essas distorções, a utilização de filtros passivos nos logradouros dos consumidores é fundamental. Esses filtros atuam na compensação das componentes harmônicas, ajudando a manter a forma de onda da tensão e da corrente mais próxima do ideal e minimizando distúrbios elétricos.

Com isso, reduzem-se impactos negativos na rede, como aquecimento excessivo de condutores e equipamentos, perdas de eficiência e possíveis danos a dispositivos eletrônicos sensíveis. Além disso, a aplicação desses filtros contribui para a preservação de componentes essenciais do SEP, como os Transformadores de Distribuição, prolongando sua vida útil e garantindo maior confiabilidade no fornecimento de energia.

A implementação de filtros passivos, portanto, garante maior confiabilidade, eficiência e vida útil dos equipamentos, além de melhorar a qualidade da energia elétrica

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram compreender o funcionamento do SEP e a importância das estratégias de controle para sua estabilidade. O estudo confirmou que a distorção harmônica compromete a qualidade da energia e que a aplicação de filtros passivos é essencial para mitigá-la. Além de melhorar a eficiência da rede, esses filtros aumentam a confiabilidade e prolongam a vida útil dos equipamentos. Dessa forma, reforça-se a relevância de medidas que garantam a qualidade da energia elétrica e a necessidade de estudos adicionais para otimizar seu desempenho.

Com isso, o estudo e análise de filtros residenciais passivos para mitigar harmônicas foi devidamente concluído tendo seus principais objetivos atingidos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WILLICH, Julia. Sistema Elétrico de Potência: o que é e quais são as etapas. 2024. Disponível em: <https://www.produttivo.com.br/blog/sistema-eletrico-de-potencia>. Acesso em 13 fev. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia Regras e Procedimentos de Distribuição (Prodist). Brasília DF: Ministério de Minas e Energia, 08 fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentosregulatorios/prodist>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CHAPMAN, David. Harmônicas Causas e Efeitos. Cap 3.1. São Paulo – SP: Copper Development Association. 2002. PROCOBRE. Disponível em: <http://abcobre.org.br/wpcontent/uploads/2021/11/qe07-guia-3-1-harmnicas-causas-efeitos.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

DECKMANN, Sigmar Maurer; POMILIO, José Antenor. Avaliação da qualidade da energia elétrica. 2017. Universidade Estadual De Campinas - Faculdade De Engenharia Elétrica e de Computação. São Paulo. 2017. Disponível em: <https://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/qualidade/a1.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

GIMACK, Worlen Ferreira. Projeto de Filtros Passivos Aplicado em Instalações Industriais. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: [https://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13761/1/Dissertacao\\_ProjetoFiltrosHarmonicos.pdf](https://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13761/1/Dissertacao_ProjetoFiltrosHarmonicos.pdf). Acesso em: 13 fev. 2025.

LEÃO, Ruth Pastôra Saraiva; SAMPAIO, Raimundo Furtado; ANTUNES, Fernando Luiz Marcelo, Harmônicos em Sistemas Elétricos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Ltda., 2014.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. Qualidade na energia elétrica. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2013.

MEHL, Ewaldo L.M. Qualidade da energia elétrica. 2011. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://www.eletrica.ufpr.br/mehl/downloads/qualidade-energia.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

BERTENE, Luciano. Histerese, correntes parasitas e perdas de cobre em transformadores. 2024. Disponível em: <https://compraco.com.br/blogs/tecnologia-e-desenvolvimento/histerese-correntes-parasitas-e-perdas-de-cobre-em-transformadores?hl=pt-BR>. Acesso em: 13 Fev. 2025.

# CAPÍTULO XVIII

## GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE UM GERADOR HIDROcinÉTICO PORTÁTIL PARA AS COMUNIDADES RIBEIRINHAS

Dayan Dias Guimarães<sup>1</sup>, Ester Alves Rodrigues<sup>1</sup>, Kamyly Dharya Ribeiro Couto<sup>1</sup>, Maria Laura Saife da Silva<sup>1</sup>, Weverson dos Santos Cirino<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-18](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-18)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

ddg.eng24@uea.edu.br, ear.eng24@uea.edu.br, kdrco.eng24@uea.edu.br, mlsdsi.eng24@uea.edu.br,  
wdsantos@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O acesso à energia elétrica é um fator essencial para o desenvolvimento social e econômico das comunidades. No entanto, muitas comunidades ribeirinhas da Amazônia ainda enfrentam dificuldades nesse aspecto devido à falta de infraestrutura adequada e à distância dos centros urbanos.

Nesse contexto, a energia hidrocinética, que aproveita a correnteza dos rios para gerar eletricidade, apresenta-se como uma alternativa promissora. Estudos indicam que a implementação de sistemas hidrocinéticos pode suprir as demandas energéticas de comunidades isoladas na Amazônia, proporcionando uma fonte de energia limpa e contínua.

Este resumo expandido apresenta um estudo sobre a viabilidade da geração de energia elétrica a partir de um gerador hidrocinético portátil, projetado especificamente para atender às necessidades energéticas das comunidades ribeirinhas.

#### 1.1. OBJETIVOS

Diante da importância da viabilidade da geração de energia elétrica a partir de um gerador hidrocinético portátil para as comunidades ribeirinhas, este estudo se dedica a compreensão do funcionamento básico de um gerador de energia elétrica, tipo Hidrocinético para aplicação de pequenas cargas.

Por meio, especificamente, do estudo sobre os diferentes tipos de geração de energia elétrica, o entendimento sobre papel da geração/produção de energia elétrica no

desenvolvimento econômico e a busca de maiores informações técnicas sobre geradores do tipo hidrocínético comercializados, selecionando um que se melhor se adequa às condições de comunidade ribeirinhas do Amazonas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto será conduzido em etapas sequenciais, iniciando com uma revisão bibliográfica para embasar a pesquisa. Inicialmente, serão explorados os principais tipos de geração de energia elétrica, seguidos pelo estudo dos recursos energéticos e suas classificações. Em seguida, será analisado o funcionamento dos geradores de energia elétrica, com ênfase no conceito de fonte primária na geração de eletricidade.

Dando continuidade, será investigado o princípio de operação dos geradores hidrocínéticos, abordando sua aplicabilidade na conversão de energia cinética da água em eletricidade. Além disso, será estudado o conceito de cargas elétricas e seu impacto no dimensionamento dos sistemas de geração. Por fim, será realizada uma pesquisa para identificar um modelo comercial de gerador hidrocínético adequado para fornecer energia elétrica a pequenas cargas, atendendo às necessidades de comunidades ribeirinhas no Amazonas.

## 3. RESULTADOS

Energia é um recurso de grande importância para o desenvolvimento econômico e social. O impacto ambiental ocasionado pelo seu consumo não sustentável está sendo agravado pela constante sobre-exploração e poluição originada dos combustíveis fósseis (BILGEN, 2014).

### 3.1. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS

A geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis é uma alternativa sustentável e limpa para reduzir a dependência de fontes fósseis e mitigar as mudanças climáticas. As fontes renováveis mais comuns incluem a hidroeletricidade, a energia solar e a energia eólica.

#### 3.1.1. ENERGIA HIDROELÉTRICA

A geração de energia hidroelétrica é o processo de conversão da energia cinética da água em energia elétrica. Esse processo ocorre em usinas hidroelétricas, que consistem em barragem: A barragem é uma estrutura que bloqueia o fluxo de água de um rio ou córrego, criando um reservatório de água; Turbina: A turbina é um dispositivo que converte a energia

cinética da água em energia mecânica; Gerador: O gerador é um dispositivo que converte a energia mecânica da turbina em energia elétrica.

A produção de energia hidroelétrica oferece várias vantagens, incluindo a renovabilidade, pois a energia hidroelétrica é uma fonte de energia renovável, pois a água é reabastecida naturalmente, a baixas emissões, porque a geração de energia hidroelétrica não emite gases de efeito estufa, contribuindo para a redução das mudanças climáticas, e o custo-efetividade, tendo em vista que a geração de energia hidroelétrica é uma das fontes de energia mais baratas, pois não há custos de combustível.

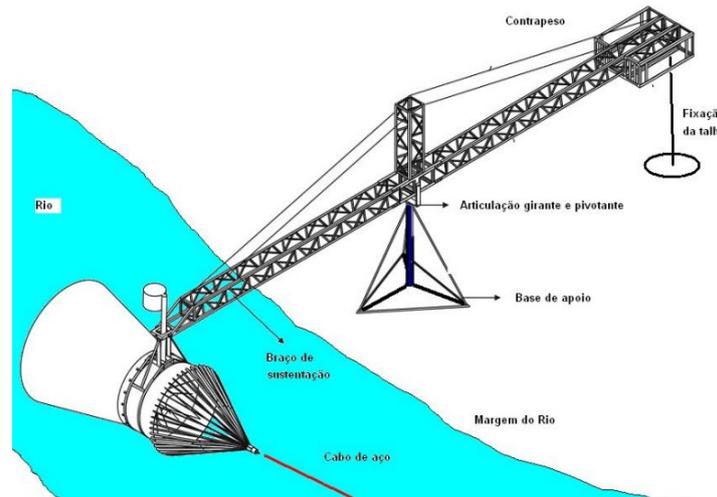
### 3.2. GERADOR HIDROKINÉTICO

Um gerador hidrocínético é um dispositivo que converte a energia cinética da água em energia elétrica. O funcionamento de um gerador hidrocínético pode ser descrito da seguinte forma: A água é capturada de uma fonte, como um rio ou um lago. Logo em seguida, a água é direcionada para uma turbina, que está conectada a um gerador, convertendo a energia cinética da água em energia mecânica. E por fim, o gerador converte a energia mecânica em energia elétrica.

### 3.3. QUAL GERADOR HIDROKINÉTICO USAR NAS COMUNIDADES?

Para comunidades ribeirinhas da região Amazônica, o melhor tipo de gerador hidrocínético deve levar em consideração fatores como a velocidade do fluxo dos rios da região que variam de 1 a 3m/s, exigindo turbinas eficientes para baixas velocidades, facilidade de manutenção e instalação devido às condições de logística da região, resistência a detritos e custo-benefício. Tendo tudo isso em vista, um gerador hidrocínético de eixo horizontal flutuante é uma excelente escolha, exemplo desse gerador na Figuras 1 e 2. Ele oferece alta eficiência podendo gerar até 2 kW de potência nas condições dos rios amazônicos, facilidade de instalação e manutenção podendo ser feito artesanalmente, e baixo impacto ambiental, sendo ideal para geração descentralizada e sustentável de eletricidade.

Figura 1. Representação do gerador hidrocínético de eixo horizontal flutuante



Fonte: XX SNPTEE

Figura 2. Exemplo de gerador hidrocínético de eixo horizontal flutuante



Fonte: wordpress.

#### 4. CONCLUSÃO

A geração de energia elétrica por meio de geradores hidrocínéticos portáteis apresenta-se como uma solução para atender às necessidades energéticas das comunidades isoladas ribeirinhas da Amazônia. Dessa maneira, a escolha de um gerador hidrocínético adequado deve levar em consideração fatores como a velocidade do fluxo dos rios, a facilidade de instalação e manutenção, bem como a resistência a detritos. O modelo de eixo horizontal flutuante mostrou-se uma opção eficiente.

Dessa forma, a implementação dessa tecnologia pode reduzir a dependência de combustíveis fósseis e ampliar o acesso à eletricidade para comunidades que enfrentam dificuldades de infraestrutura, promovendo o desenvolvimento social e econômico de maneira sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Empresa de Pesquisa Energética. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília : Empresa de Pesquisa Energética, 2020

IBAMA. Relatório de Sustentabilidade 2020. Brasília: Ibama, 2020.

Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2020.

Harwood, John Harry. Protótipo de uma cata-água que gera 1 Kw de eletricidade. Acta Amazonica, 1985. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/13748>. Acesso em 20 de fevereiro de 2025

VANS E. , Rudi; PINHO B. J., Antonio C; SOUZA V. , João N. Instalação de turbinas hidrocínéticas: viabilidade técnica e econômica. VI CBPE, Salvador-BA: 2008. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/21338281>. Acesso em 20 de fevereiro de 2025

CARMO, Gonçalves; POSSAMAI, Osmar; C. P. JUNIOR, Antonio B. Metodologias para a implantação de turbinas hidrocínéticas na amazônia. XX SNPTEE, Recife-PE:2009.

SCHNEIDER ELECTRIC. O impacto da energia nas comunidades ribeirinhas da Amazônia. Blog Schneider Electric, 2021. Disponível em: <https://blog.se.com/br/sustentabilidade/acesso-a-energia/2021/11/30/o-impacto-da-energia-nas-comunidades-ribeirinhas-da-amazonia/>. Acesso em: 23 fev. 2025.

BRASIL JÚNIOR, A.; et al. Alternativas energéticas para comunidades isoladas da Amazônia. ResearchGate, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Brasil-Junior/publication/264841597\\_ALTERNATIVAS\\_ENERGETICAS\\_PARA\\_COMUNIDADES\\_ISOLADAS\\_DA\\_AMAZONIA\\_A\\_ENERGIA\\_HIDROCIINETICA\\_NO\\_MARACA\\_SUL\\_DO\\_AMAPA](https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Brasil-Junior/publication/264841597_ALTERNATIVAS_ENERGETICAS_PARA_COMUNIDADES_ISOLADAS_DA_AMAZONIA_A_ENERGIA_HIDROCIINETICA_NO_MARACA_SUL_DO_AMAPA). Acesso em: 23 fev. 2025.

# CAPÍTULO XIX

## HEALTH ASSISTANT FOR LIFE OPTIMIZATION (H.A.L.O.)

Mateus Castro Icavino<sup>1</sup>, Thiago Márcio Braga Alecrim<sup>1</sup>, Francisco José de Araújo e Silva Neto<sup>1</sup>, Almir Kimura Júnior<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-19**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

mci.eai23@uea.edu.br, fjdasn.eai23@uea.edu.br, tmba.eai23@uea.edu.br, akimura@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O Projeto H.A.L.O. (*Health Assistant for Life Optimization*) propõe, de forma tecnológica, uma solução para a otimização e o acompanhamento clínico na área da saúde. Havendo a utilização de sensores acoplados a uma Placa de Circuito Impresso, o sistema desenvolvido monitora variáveis fisiológicas essenciais à vida humana, como a saturação do oxigênio no sangue, pressão arterial e temperatura corporal. Dessa forma, o projeto é um método efetivo e inovador de coleta de sinais vitais. Estudos como o de Ribas & Oliveira (2023) demonstram a viabilidade do uso de dispositivos baseados em ESP32 para monitorar os sinais vitais de forma remota, reforçando a importância de tecnologias acessíveis para a área da saúde.

#### 1.1. OBJETIVOS

O projeto H.A.L.O. tem como principal objetivo desenvolver um robô acessível para a medição de sinais vitais essenciais, como temperatura, oxigenação e frequência cardíaca. Para isso, utiliza os sensores DS18B20 e MAX30102, integrados a uma Placa de Circuito Impresso (PCB).

Projetado para ambientes como escolas, faculdades e residências, o robô facilita o monitoramento da saúde de forma prática, auxiliando no rastreamento de alterações fisiológicas. Além disso, o projeto promove a aplicação de conceitos em eletrônica, programação e inteligência artificial, permitindo futuras melhorias e integração com novas tecnologias.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Introdução

Este estudo tem como propósito o desenvolvimento de um robô acessível, voltado para ambientes sociais, que permita a medição dos sinais vitais dos usuários de forma simples e eficiente. A inspiração para o projeto surgiu do personagem Baymax, do filme *Operação Big Hero*, devido à sua abordagem amigável e interativa no cuidado com a saúde.

### 2.2. Materiais Utilizados

Para a construção do robô, foram empregados diversos componentes eletrônicos e estruturais, conforme descrito a seguir:

- Microcontrolador: ESP32.
- Sensores:
  - MAX30102 (oxigenação e batimentos cardíacos);
  - DS18B20 (temperatura).
- Dispositivos de Saída:
  - Tela LCD ST7920;
  - LED indicador;
  - Módulo de áudio DF Player Mini;
  - Alto-falante proveniente de uma caixa de som JBL GO2.
- Entrada de Dados:
  - Microfone I2S INMP441;
  - Interruptor para liga/desliga.
- Estrutura e Energia:
  - Peças impressas em 3D utilizando PLA (cores branca e preta);
  - Bateria para alimentação do sistema.

É importante destacar que o sensor MAX30102 foi selecionado por sua precisão na medição de oxigenação e batimentos cardíacos, sendo utilizado em projetos semelhantes (*Tinker Foundry*, 2023). Além disso, estudos como o de Bolzan e Oliveira (2023), indicam que sistemas de monitoramento remoto são eficientes para aplicações na telemedicina, uma vez que permitem um acompanhamento contínuo de sinais vitais.

## 2.3. Metodologia

A equipe, composta por três integrantes, organizou o trabalho em três áreas principais: mecânica, programação e elétrica.

- Mecânica: Responsável pelo design das peças e pela impressão 3D dos componentes estruturais do robô.
- Elétrica: Realizou os testes iniciais em protoboard e, posteriormente, projetou e confeccionou a PCB final.
- Programação: Trabalhou na integração dos componentes eletrônicos, desenvolvendo a ideia do software responsável pelo funcionamento geral do robô e programando os sensores utilizados.

A montagem final e a realização de testes foram conduzidas em conjunto, permitindo a verificação e ajustes na interação entre os módulos do sistema.

## 2.4. Limitações e Trabalhos Futuros

Como este projeto se configura como um **MVP (Minimum Viable Product)**, algumas funcionalidades planejadas não foram implementadas nesta versão inicial. Para aprimoramentos futuros, destacam-se as seguintes propostas:

- Desenvolvimento de um aplicativo que opere em tempo real para armazenar e visualizar os dados coletados pelos sensores.
- Integração de um módulo ESP32-CAM para reconhecimento facial dos usuários, proporcionando um monitoramento mais personalizado e seguro.

## 3. RESULTADOS

Após a montagem e programação do robô, foram realizados testes para validar o funcionamento dos sensores e a interação entre os componentes. O sistema demonstrou eficiência na medição e exibição dos sinais vitais de forma simples e intuitiva.

### 3.1. Estrutura Física

O robô foi projetado com um design inspirado no *Baymax*, como mostra a **Figura 1**, garantindo um visual amigável e acessível. A estrutura foi impressa em 3D, com peças planejadas para acomodar os sensores e demais componentes eletrônicos de forma eficiente.



Figura 1. Estrutura física do robô H.A.L.O.

### 3.2. Leitura dos Sensores

Os sensores MAX30102 e DS18B20 foram configurados para coletar dados em tempo real. A ativação do sistema ocorre por meio de um botão, que, ao ser pressionado, inicia uma interação por áudio e, em seguida, realiza as medições de temperatura, oxigenação e frequência cardíaca. Os dados coletados são processados e exibidos na tela LCD, proporcionando uma leitura clara e objetiva. Na **Figura 2**, é possível comparar os valores exibidos pelo robô com os de um oxímetro comercial, demonstrando que as medições apresentam coerência com dispositivos de referência, confirmando a precisão do sistema.

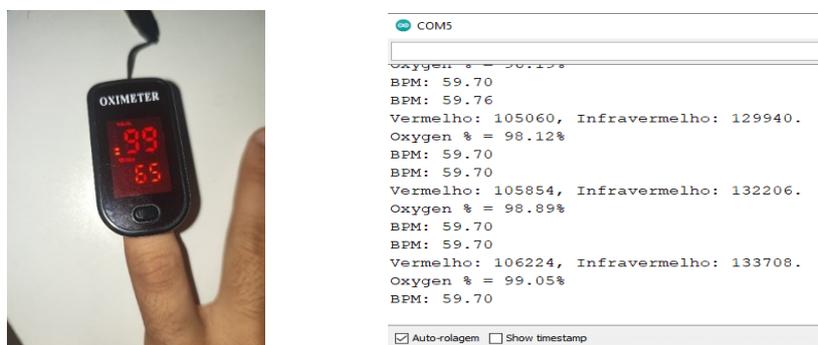


Figura 2. Comparação entre os valores do oxímetro comercial e do robô H.A.L.O.

### 3.3. 3.3 Integração de Sensores e Processamento de Dados

O sistema foi programado para garantir a comunicação entre os sensores, a ESP32 e os dispositivos de saída. Após a ativação pelo botão, o robô emite um aviso sonoro e inicia a medição dos sinais vitais, exibindo os resultados na tela LCD. A configuração inicial do sensor MAX30102 é mostrada na **Figura 3**, e a do sensor DS18B20 na **Figura 4** onde são definidas as bibliotecas e parâmetros de calibração dos dois sensores utilizados.

```

#include <Wire.h>
#include "MAX30105.h" // Biblioteca SparkFun MAX3010X
#include "spo2_algorithm.h" // Biblioteca para cálculo de SpO2

MAX30105 particleSensor;

double avered = 0;
double aveir = 0;
double sumirrms = 0;
double sumredrms = 0;
int i = 0;
int Num = 100; // Calcular SpO2 por este intervalo de amostragem
float ESpo2; // Valor inicial estimado de SpO2
double FSpO2 = 0.7; // Fator de filtro para SpO2 estimado
double frate = 0.95; // Filtro passa-baixa para valor LED IR/vermelho para eliminar componente AC

#define TIMETOBOOT 3000 // Esperar por este tempo (ms) para exibir SpO2
#define SCALE 88.0 // Ajustado para exibir batimento cardíaco e SpO2 na mesma escala
#define SAMPLING 100 // Ver o batimento cardíaco mais precisamente
#define FINGER_ON 30000 // Se o sinal vermelho for menor que isso, indica que o dedo não está no sensor
#define USEFIFO

long lastBeatTime = 0; // Armazena o tempo do último batimento
float bpm = 0; // Valor de BPM
long lastBpmTime = 0; // Tempo do último cálculo de BPM

```

Figura 3. Trecho inicial do código do sensor MAX30102

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// Pinos do DS18B20
#define DS18B20 15

// Configuração do OneWire e do sensor Dallas
OneWire oneWire(DS18B20);
DallasTemperature Sensor(&oneWire);

// Variável para armazenar temperatura
float leitura;

// Timer para leituras assíncronas
unsigned long previousMillis = 0;
const unsigned long interval = 100; // Atualização a cada 100ms

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Sensor.begin();

  // Reduz a resolução para 9 bits para acelerar as leituras
  Sensor.setResolution(9);
}

```

Figura 4. Trecho inicial do código do sensor DS18B20

Durante os testes, o BPM inicialmente apresentou valores limitados, o que exigiu ajustes na detecção de picos do sensor MAX30102. Após a correção na lógica de processamento dos sinais, os valores passaram a refletir corretamente a frequência cardíaca do usuário.

### 3.4. Avaliação do sistema

Os testes demonstraram que o robô H.A.L.O. foi capaz de medir sinais vitais com precisão, apresentando valores compatíveis com dispositivos comerciais. A utilização de sensores como MAX30102 e DS18B20 mostrou-se uma solução viável para monitoramento portátil, o que vai ao encontro de estudos que analisam o uso de tecnologias acessíveis para essa finalidade, como o de Santos et al. (2021), que aborda uma plataforma de baixo custo para captar e transmitir os sinais vitais.

A confiabilidade dos sensores empregados no projeto também está alinhada com pesquisas sobre monitoramento remoto de sinais vitais em sistemas inteligentes. Segundo Atta (2021), tecnologias desse tipo podem facilitar o rastreamento de condições clínicas, permitindo acompanhamento contínuo e respostas mais rápidas a alterações fisiológicas. O H.A.L.O. se insere nesse contexto ao propor um sistema portátil e de fácil implementação para diferentes ambientes.

### 3.5. Estimativa de custos

A tabela a seguir apresenta os custos estimados para o desenvolvimento do robô H.A.L.O., incluindo componentes eletrônicos, materiais estruturais e outros recursos. Os valores foram levantados com base em pesquisas de mercado e podem variar conforme a disponibilidade dos itens.

Tabela 1. Estimativa de Custos do Projeto H.A.L.O.

<b>COMPONENTES</b>	<b>VALOR</b>
Sensor max30102	28,50
Sensor ds18b20	22,00
Led vermelho	0,65
Tela LCD ST7920	62,71
Módulo de áudio DF Player Mini	22,00
Alto falante(genérico)	20,00
Microfone I2S INMP441	37,90
Interruptor para liga/desliga	9,00
Bateria(genérica)	30,00
Material impressão (PLA)	130,00
	<b>TOTAL: 362,76</b>

## 4. CONCLUSÃO

O projeto H.A.L.O. demonstrou ser uma solução viável e acessível para a medição de sinais vitais. A integração dos sensores MAX30102 e DS18B20 ao ESP32 permitiu aferições precisas de temperatura, oxigenação sanguínea e batimentos cardíacos, com exibição clara dos dados na tela LCD.

Os testes comparativos indicaram medições consistentes, e ajustes no sistema otimizaram a detecção do BPM. O design inspirado no *Baymax* facilita a interação, complementado pelo feedback sonoro. Melhorias futuras incluem ativação por comando de voz, integração com aplicativo e uso da ESP32-CAM para identificação do usuário.

Com custo de R\$ 362,76, o robô apresenta-se como uma alternativa acessível a dispositivos médicos mais caros. Para produção em larga escala, a otimização de componentes pode reduzir ainda mais os custos. Assim, o H.A.L.O. se destaca como uma opção econômica e funcional para monitoramento de saúde em ambientes públicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ribas, A. R. & Oliveira, A. A. M. (2023). **Sistema de Monitoramento Remoto de Sinais Vitais Utilizando ESP32**. Universidade Franciscana – Santa Maria, RS, Brasil.

Tinker Foundry. (2023). **ESP32-Based Pulse Oximeter Using MAX30102**. Disponível em: <https://tinkerfoundry.blogspot.com/2023/05/esp32-based-pulse-oximeter-using.html>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.

Atta, Raghied. M. (2021). **Cost-effective vital signs monitoring system for COVID-19 patients in smart hospital**. Health Technol (Berl), 12(1), 239–253. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8585524/>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2025.

Bolzan, F. & Oliveira, A. A. M. (2023). **Monitoramento de Sinais Vitais no Ambiente da Telemedicina**. Universidade Franciscana – Santa Maria, RS, Brasil.

Santos, E. N., Lima, J. F., Oliveira, E. R. S., Sousa, L. O., Andrade, H. D., & Sousa, M. E. T. (2021). **Plataforma de Baixo Custo para Captação e Transmissão de Sinais Vitais Utilizando Sensor de Baixa Tensão e Aplicação Móvel**. Anais do II ECOP - Pocket, Ufersa, Pau dos Ferros/RN, v.5. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/ecop>. Acesso em: 6 de dezembro de 2025.

# CAPÍTULO XX

## IDENTIFICAÇÃO DE OBJETOS EM LINHAS DE PRODUÇÃO UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Apolo da Silva Valente, Nelson Emeliano Silva, Samara Maria Nascimento Alves  
Orientadores: Arlindo Pires Lopes e Renata da Encarnação Onety

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-20**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

adsva.ele24@uea.edu.br, nesi.ele24@uea.edu.br, smnal.eng24@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A visão computacional tem se tornado essencial na automação industrial, permitindo que processos sejam automatizados devido a identificação precisa de objetos por meio de inteligência artificial, e conseqüentemente aumentando a eficiência e custos da produção. Em indústrias, muitas vezes o desperdício e retrabalho que envolve o descarte de peças ou produtos defeituosos podem apresentar um grande impacto no custo de produção do item em questão, diminuindo o lucro final obtido.

Este projeto, desenvolvido por alunos dos cursos de Engenharia da Universidade do Estado do Amazonas, bolsistas da Academia STEM juntamente com a orientação do professor Dr. Arlindo Pires Lopes, busca aplicar essa tecnologia para otimizar a inspeção e classificação de itens em linhas de produção. O objetivo principal do projeto visa reconhecer formas geométricas de acordo com um modelo de IA pré-treinado, desenvolvido pelos alunos.

Para isso, são utilizadas diversas ferramentas computacionais e bibliotecas específicas para visão computacional, como OpenCV, YOLOv8, PyTorch, Glob, Albumentations e LabelImg. Além disso, foi utilizada a plataforma GitHub para versionamento e controle do código desenvolvido e o site Pexels para banco de dados de imagens. Para teste do software de detecção foi feita uma simulação de linha de produção no software Blender e aplicado o modelo treinado na simulação. A pesquisa envolve o uso de algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de imagens para identificar padrões com precisão.

## 1.1. OBJETIVOS

Este projeto foi pensado inicialmente com o objetivo de minimizar a mão de obra manual na separação de peças defeituosas, assim como o retrabalho nas linhas de produção de uma fábrica. A proposta do projeto foi criar um software de visão computacional para identificação das formas geométricas de objetos em linhas de produção, utilizando técnicas avançadas de visão computacional. A ideia geral é considerar uma das formas como a correta, nesse caso um Cilindro, e descartar as demais formas da esteira (esferas e cubos). A abordagem adotada envolve o uso de bibliotecas e ferramentas de processamento digital de imagens, modelo de detecção de objetos, aprendizado de máquina, aumento de dados, além do uso de plataformas para controle de versão e simulação. O desenvolvimento do projeto inclui a modelagem e anotação de imagens, e também do gerenciamento de arquivos e estruturação de dados. Esperou-se que, com a implementação desse sistema, seja possível aprimorar a inspeção de peças em linhas de produção, reduzindo desperdícios, evitando gastos desnecessários e tornando o tempo mais eficiente possível dentro de uma indústria.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

#### **Software e Ferramentas:**

- **Blender:** Utilizado para modelagem 3D, simulação da linha de produção e renderização da viewport. O Blender foi configurado para simular a separação das peças de acordo com a detecção do software.
- **Python:** Linguagem de programação empregada para a automação dos processos, manipulação de imagens e execução do modelo de detecção de objetos.
- **GitHub:** Plataforma de controle de versão para gerenciamento e compartilhamento do código-fonte do projeto, garantindo a rastreabilidade e a integridade das alterações.
- **Pexels:** Recurso utilizado para obtenção de imagens que serviram como base de dados para o treinamento e validação do modelo de detecção.
- **Visual Studio Code:** Utilizado para programação do código principal do projeto, configurado para isolar as dependências e bibliotecas utilizadas.

### **Bibliotecas e Frameworks:**

- **OpenCV:** Responsável pelo processamento de imagens, leitura dos arquivos de imagem e exibição dos resultados das detecções.
- **YOLOv8 (Ultralytics YOLO):** Implementação do modelo YOLO (You Only Look Once) utilizado para detecção em tempo real de objetos nas imagens renderizadas. O modelo foi treinado para identificar classes específicas (cilindro, cubo e esfera).
- **PyTorch:** Biblioteca de deep learning que suporta a execução e inferência do modelo YOLOv8.
- **NumPy:** Utilizada para manipulação de arrays e processamento numérico das imagens capturadas.
- **Albumentations:** Biblioteca para aumento de imagens, empregada na preparação dos dados de treinamento por meio de transformações como rotação, ajuste de brilho e distorções.
- **Módulos Python (glob, shutil, json):**
  - **glob:** Para a varredura e leitura de arquivos em diretórios.
  - **shutil (copyfile):** Para gerenciamento e cópia de arquivos, facilitando a organização dos dados.
  - **json:** Para armazenamento estruturado dos resultados de detecção, permitindo posterior análise e integração com outras ferramentas.

## 2.2. Métodos

### **Preparação dos Dados:**

- Imagens são coletadas e organizadas utilizando o Pexels e armazenadas no diretório de imagens do projeto.
- As imagens são processadas e aumentadas com Albumentations para diversificar o conjunto de treinamento.

### **Treinamento do Modelo:**

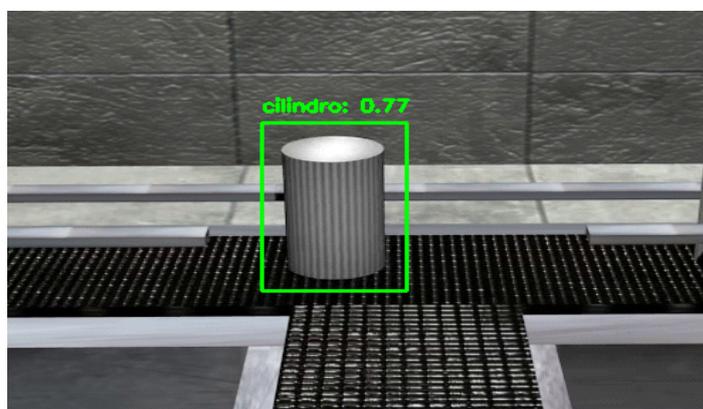
O modelo YOLOv8 é treinado com as imagens preparadas, definindo as classes de interesse e ajustando os parâmetros para obter alta precisão

### **Simulação e Renderização no Blender:**

A simulação da linha de produção foi realizada no software Blender, onde modelos 3D dos objetos foram criados e animados para representar um ambiente industrial. Após a configuração da cena, um vídeo foi renderizado, gerando um conjunto de quadros (frames) que foram posteriormente utilizados como entrada para o software de detecção.

### **Processamento e Detecção de Objetos:**

O vídeo renderizado foi processado quadro a quadro utilizando a biblioteca OpenCV. Cada frame foi carregado e convertido para um formato adequado à inferência do modelo de detecção YOLOv8. O modelo YOLOv8, implementado via Ultralytics e suportado por PyTorch, foi previamente treinado para identificar três classes de objetos: cilindro, cubo e esfera.



### **Detecção e Atualização:**

As detecções são realizadas em tempo real, e os resultados são utilizados para atualizar a posição dos objetos na simulação, demonstrando a viabilidade de um sistema integrado de visão computacional e simulação 3D.

### **Organização e Armazenamento dos Resultados:**

Os resultados das detecções são organizados em um arquivo JSON, que contém para cada frame:

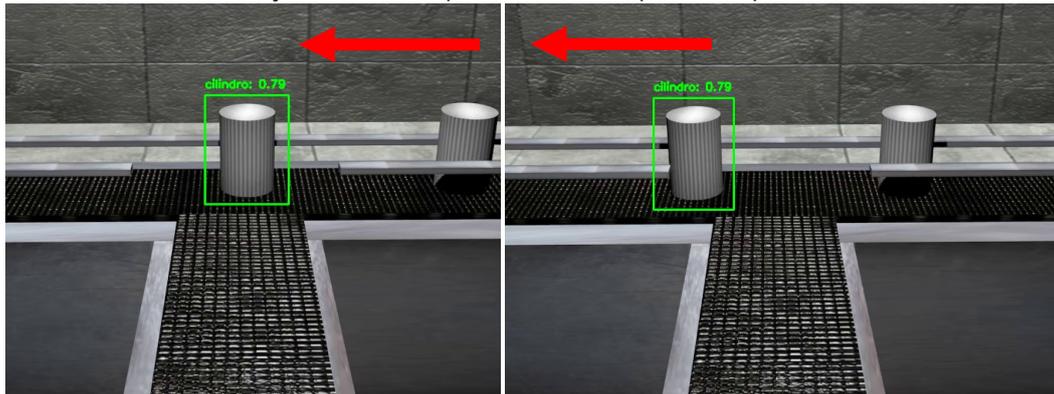
- Número do frame;
- Nome do objeto identificado;
- Coordenadas da caixa delimitadora (bounding box);
- Valor de confiança da detecção.

### 3. RESULTADOS

O sistema desenvolvido foi capaz de identificar e classificar corretamente os objetos simulados na linha de produção virtual, demonstrando a eficácia do modelo YOLOv8 na detecção de formas geométricas em um ambiente industrial simulado.

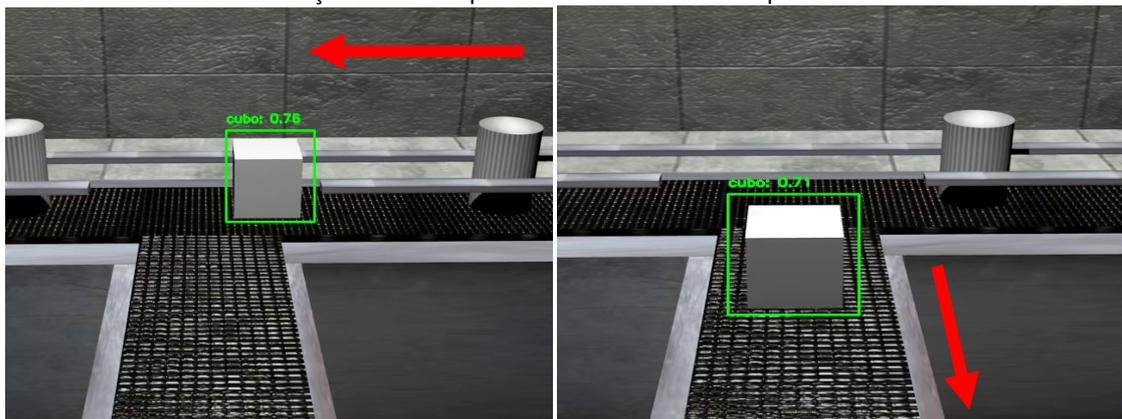
A situação abaixo simula o software identificando cilindros, que nesse caso passam direto pela esteira sem ser retidos.

1 – Identificação do cilindro passando direto para a esquerda da esteira

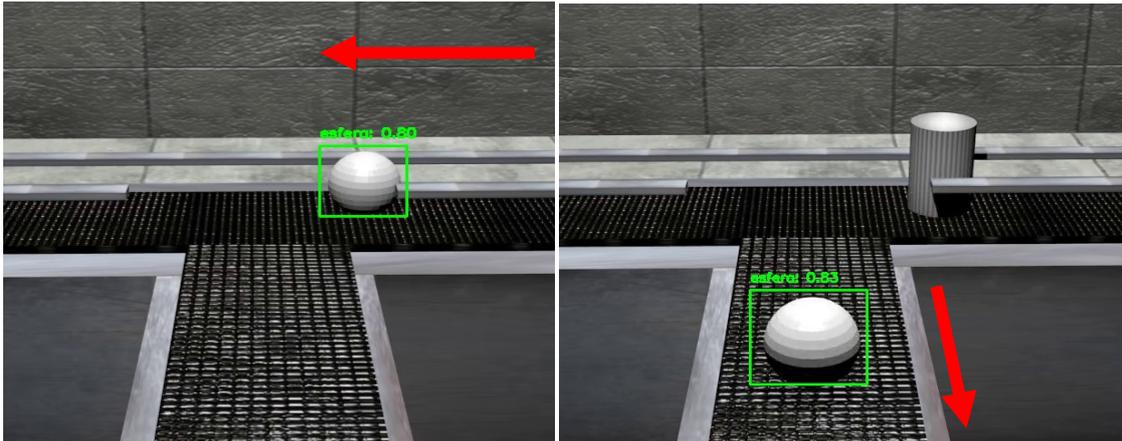


Já na próxima situação, tanto cubos quanto esferas são identificados pelo software, retidos e encaminhados para fora da linha de produção.

2 – Identificação do cubo que é retido e direcionado para fora da linha



### 3 – Identificação da esfera que é retida e direcionado para fora da linha



#### **Precisão das Detecções:**

Após a análise dos quadros extraídos do vídeo renderizado, o modelo YOLOv8 detectou com sucesso os três tipos de objetos (cilindro, cubo e esfera) com um nível de confiança superior a 70% na maioria dos casos. A identificação das formas ocorreu de maneira consistente ao longo dos frames, indicando a robustez do modelo treinado para o cenário proposto.

#### **Representação Visual das Detecções e Desempenho no Processamento:**

As detecções foram sobrepostas às imagens processadas, destacando as formas identificadas com caixas delimitadoras e rótulos correspondentes. Isso permitiu a verificação visual da precisão das detecções e a comparação com os objetos simulados no Blender. O software também demonstrou um tempo de inferência adequado para processar vídeos em tempo hábil, permitindo a detecção em tempo quase real quando aplicado a vídeos renderizados.

#### **Limitações Observadas:**

- Pequenas variações na iluminação e texturas dos objetos no Blender afetaram levemente a precisão das detecções.
- Objetos parcialmente ocluídos apresentaram uma taxa de detecção menor, sugerindo a necessidade de otimizações no treinamento do modelo;
- A abordagem baseada em vídeo processado offline impediu uma interação em tempo real com a simulação, o que pode ser um aspecto a melhorar em versões futuras.

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o modelo foi capaz de identificar os objetos com alta precisão, mesmo em um ambiente simulado. Dessa forma, o estudo atingiu seu objetivo ao validar a aplicabilidade da visão computacional na identificação de formas geométricas em um ambiente industrial simulado. Como perspectiva futura, sugere-se a aplicação do modelo em vídeos de ambientes reais e a implementação de ajustes para melhorar a robustez do sistema em condições variáveis. A pesquisa demonstra a viabilidade do uso de inteligência artificial na automação de processos industriais, contribuindo para o avanço de soluções inovadoras na área. Durante o desenvolvimento deste projeto, diversas dificuldades foram enfrentadas, sendo a principal delas a análise de um grande volume de imagens. O processamento de múltiplos frames exigiu uma quantidade significativa de tempo e recursos computacionais, tornando a detecção mais trabalhosa e demandando ajustes na eficiência do modelo para lidar com a carga de dados. A ideia inicial sendo alterada o foco foi ajustado para a identificação de formas geométricas (cilindro, cubo e esfera), um problema mais tangível dentro do escopo do projeto. A mudança permitiu a conclusão do trabalho dentro das limitações técnicas e temporais, sem comprometer a qualidade da análise realizada. Apesar dos desafios, a adaptação do escopo possibilitou a entrega de um sistema funcional e eficiente, demonstrando a viabilidade do uso de visão computacional na automação industrial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADSKI, Gary; KAEHLER, Adrian. *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. 1. ed. O'Reilly Media, 2008.

BLENDER FOUNDATION. *Blender Manual – The Free and Open Source 3D Creation Suite*. Disponível em: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>.

BLENDER DOCUMENTATION TEAM. *Blender 2.79 Reference Manual*. Blender Foundation, 17 jul. 2017. Disponível em: <https://docs.blender.org/manual/pt/2.79/>.

BUSLAEV, A. et al. *Albumentations: Fast and Flexible Image Augmentations*. In: **arXiv preprint**, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1809.06839>.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press, 2016.

Hütten, N.; Alves Gomes, M.; Hölken, F.; Andricevic, K.; Meyes, R.; Meisen, T. Deep Learning for Automated Visual Inspection in Manufacturing and Maintenance: A Survey of Open- Access Papers. *Appl. Syst. Innov.* 2024, 7, 11. <https://doi.org/10.3390/asi7010011>

OPENCV. *OpenCV Documentation*. Disponível em: <https://docs.opencv.org>.

PASZKE, Adam et al. *PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library*. In: **Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)**, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1912.01703>.

PEXELS. *Pexels Free Stock Photos & Videos*. Disponível em: <https://www.pexels.com/>.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. *Python 3.8 Documentation*. Disponível em: <https://docs.python.org/3/>.

PYTORCH. *PyTorch Documentation*. Disponível em: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>.

REDMON, Joseph et al. *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*. In: **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**, 2016. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1506.02640>.

TRINDADE, Hemili Beatriz Alves. **Detector de Objetos YOLO**. Canal: Café e Computação, 20 nov. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLqSRiSjByYuKqUleBDbwjNt5GJLhoae70>.

ULTRALYTICS. *YOLOv8 Documentation*. Disponível em: <https://docs.ultralytics.com>.

# CAPÍTULO XXI

## IMPLEMENTAÇÃO DE UM MICROCOMPUTADOR DE 8BITS EM FPGA

Adriana Raffaella<sup>1</sup>, Davi Moreira<sup>1</sup>, Henrique Furtado<sup>1</sup>, Luiz Fernando Brito<sup>1</sup>, Edgard Silva<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/amplla.uss2541-21](https://doi.org/10.51859/amplla.uss2541-21)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

(ardsf, dam, hdsf, lfbb).eng23@uea.edu.br,elsilva@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Os microprocessadores têm desempenhado um papel central na evolução dos computadores e dispositivos eletrônicos. O primeiro microprocessador comercialmente disponível, o Intel 4004, lançado em 1971, abriu caminho para uma nova geração de microcomputadores, como o 8008 e o 8080, e posteriormente o Zilog Z80, que foi amplamente utilizado nesses microcomputadores e em sistemas embarcados. Entre os desenvolvimentos mais notáveis dessa era, destaca-se o computador russo T80, uma réplica do Z80, que ilustra a influência global e as adaptações dos microprocessadores.

Dentro desse processo de evolução dos processadores, surgem os FPGAs (*Field-Programmable Gate Arrays*), que trouxeram uma revolução no design de hardware, permitindo que circuitos digitais complexos fossem reconfigurados de acordo com a necessidade, utilizando conjunto de células lógicas (*Logic Cells* - LC) que são programadas através de interconexões que fazem com que elas, em conjunto, desenvolvam atividades especializadas, sintetizando assim circuitos lógicos mais complexos. Os FPGAs passaram a ser amplamente utilizados em diversas áreas, desde telecomunicações até sistemas embarcados. No mercado atual, destacam-se as marcas Xilinx, com a popular placa Basys 3 Artix-7 e Altera, que foi adquirida pela Intel em 2015, uma aquisição estratégica para o desenvolvimento de microcomputadores programáveis. A linha de produtos da Altera inclui diversas placas, como o DE-1 e DE-2, equipadas com FPGAs da família Cyclone.

Neste projeto, utilizaremos a placa WXeda da marca Zr-Tech, equipada com um FPGA Cyclone IV. A placa possui 128MB de SDRAM, conector PS2, quatro botões de usuário, e suporte para programação via JTAG, o que facilita a depuração e o desenvolvimento de

sistemas complexos. Para programar o FPGA da Xilinx, utiliza-se o Quartus, que é empregado para a linha Altera. As características técnicas e pinagens da placa Cyclone IV serão detalhadas no decorrer do artigo.

## 1.1. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo a implementação de um microcomputador de 8 bits utilizando um FPGA, programado integralmente em lógica digital, sem recurso a emulação. O estudo busca demonstrar a viabilidade do uso de FPGAs para a construção de sistemas computacionais reconfiguráveis, evidenciando sua flexibilidade e eficiência em comparação com soluções tradicionais.

Para isso, foi escolhida a plataforma Cyclone IV, da Altera, e a programação será realizada na linguagem de descrição de hardware Verilog, utilizando o software Quartus II. O microcomputador desenvolvido contará com entrada via teclado PS2, permitindo interação direta com o sistema, e saída de vídeo para monitor VGA, possibilitando a visualização dos dados processados.

O impacto esperado desse projeto é demonstrar o potencial dos FPGAs na implementação de arquiteturas computacionais compactas e reconfiguráveis, podendo servir como base para estudos acadêmicos, desenvolvimento de sistemas embarcados e aprimoramento do ensino de arquitetura de computadores.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a implementação do microcomputador de 8 bits, foi utilizada a placa WXeda da ZrTech com FPGA Altera Cyclone IV, modelo EP4CE6F22C8N, devido à sua flexibilidade e capacidade de reconfiguração. A programação foi realizada em Verilog, utilizando o ambiente de desenvolvimento Quartus II, da Altera. A escolha dessa plataforma permitiu o desenvolvimento e teste de um sistema digital completo, simulando um microprocessador funcional.

### 2.1. RADIO-86RK

O Radio-86R é um computador doméstico de montagem própria, desenvolvido na União Soviética. Ele foi apresentado na popular revista Radio, voltada para radioamadores e entusiastas da eletrônica, em 1986. As letras "RK" no nome significam "Computador do Radioamador". O projeto do computador foi divulgado por meio de uma série de artigos que

detalhavam sua estrutura lógica, esquemas elétricos, desenhos de placas de circuito impresso e firmware. Esse computador poderia ser construído inteiramente a partir de peças padrão disponíveis no mercado. Mais tarde, também foi oferecido tanto em forma de kit quanto em versão completamente montada.

A ideia do projeto desenvolvido foi construir um computador com um processador FPGA, utilizando o Chip Altera Cyclone IV EP4CE6, que tivesse operações semelhantes.

## 2.2. ALTERA CYCLONE IV

Para a realização do projeto, foi utilizada a placa WXeda da ZrTech com a FPGA Altera Cyclone IV para realizar as operações lógicas e aritméticas. A seguir, estão as especificações técnicas dessa placa, apresentadas na Figura:

- **FPGA:** Altera Cyclone IV EP4CE6F22C8N com 6.272 LEs, 270 kbits de memória embutida, 10 redes de clock globais, 18 multiplicadores embutidos 18x18, 2 PLLs, 179 pinos de I/O para o usuário, 8 bancos de I/O.
- **Memória SDRAM:** 128 Mbits, sincronizada, taxa de dados simples.
- **Memória Flash:** 128 Mbits NOR Flash com suporte para modos de byte (8 bits) e palavra (16 bits).
- **Porta JTAG:** Para programação e depuração via USB Blaster.
- **Conectores de Expansão:** Headers de 26 pinos que incluem pinos de I/O do FPGA, além de 3 linhas de alimentação e terra.
- **Conectores PS2:** Para mouse e teclado.
- **Interfaces de usuário:**
  - 4 teclas de usuário.
  - 4 LEDs de usuário (ativos em baixo).
  - Display de 7 segmentos com 4 dígitos (ativo em alto).
  - Buzzer ativo.
- **Interface VGA:** Conector VGA de 15 pinos com saída RGB565 de 16 bits (cores verdadeiras).
- **Conversão USB-UART:** Utiliza o chip PL2303 para comunicação serial via USB.
- **Oscilador de Clock:** 48 MHz.
- **Porta de Alimentação:** Reguladores de tensão integrados de 1,2V, 2,5V e 3,3V.
- **Receptor Infravermelho:** Para controle sem fio via um controle remoto.

- **ADC:** Circuito de conversão analógico-digital com entrada SMA.

A programação foi realizada via JTAG, permitindo carregamento rápido do código durante o desenvolvimento. Para garantir que o programa fosse preservado após desligamento da placa, utilizou-se o modo AS (serial ativo).

Além da FPGA, foram necessários um monitor VGA, cabo VGA, teclado PS2 e os adaptadores adequados para conexão com a placa. A implementação do microcomputador foi validada por meio da execução de operações lógicas e aritméticas, entrada de comandos via teclado e exibição de dados no monitor VGA.

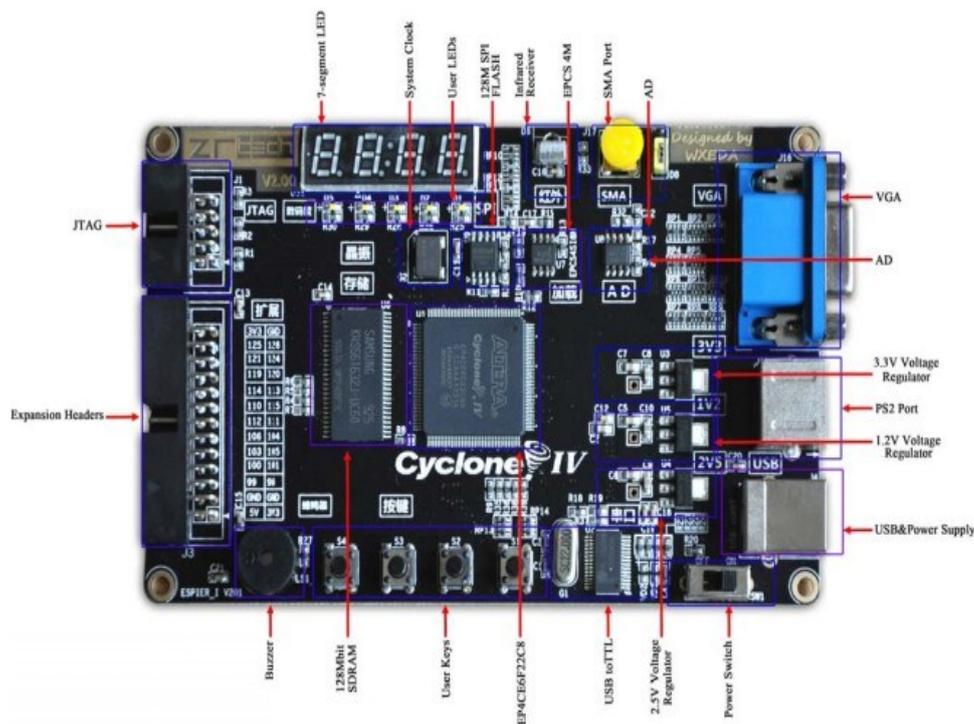


Figura 1. Placa WXeda da ZrTech com a FPGA Altera Cyclone IV

### 3. RESULTADOS

A implementação do microcomputador de 8 bits utilizando a FPGA Cyclone IV demonstrou a viabilidade e a flexibilidade dessa tecnologia na construção de sistemas digitais reconfiguráveis. Durante o desenvolvimento, todas as operações lógicas e aritméticas necessárias para o funcionamento do microprocessador foram corretamente implementadas em Verilog e sintetizadas na FPGA, garantindo a execução eficiente das instruções.

O sistema permitiu a interação via teclado PS2, viabilizando a entrada de comandos pelo usuário, bem como a saída de informações através do monitor VGA. O microcomputador conseguiu processar e exibir corretamente os dados, comprovando o sucesso na comunicação entre os módulos de entrada e saída.

Além disso, a utilização do Quartus II como ambiente de desenvolvimento facilitou a programação e depuração do sistema, permitindo ajustes rápidos no código e melhor otimização do desempenho do microcomputador. O uso do FPGA mostrou-se uma alternativa eficiente para estudos acadêmicos e experimentações no campo de sistemas embarcados e arquitetura de computadores.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi realizada a implementação de um microcomputador de 8 bits utilizando a placa FPGA Cyclone IV. A escolha dessa tecnologia possibilitou a construção de um sistema digital configurável, que pode ser adaptado a diferentes aplicações, destacando-se pela flexibilidade e eficiência.

Os resultados alcançados confirmaram a viabilidade do uso de FPGAs para a criação de microcomputadores, demonstrando a capacidade do hardware em realizar as operações lógicas e aritméticas necessárias, além de permitir a interação via teclado e a saída de dados através de um monitor VGA. A utilização da linguagem de descrição de hardware Verilog, junto ao software Quartus II da Altera, proporcionou um ambiente robusto para o desenvolvimento e programação do sistema.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, A. F. Placa de FPGA com Cyclone IV; disponível em: <<https://embarcados.com.br/placa-de-fpga-com-cyclone-iv/>> . Acesso em 15/01/2024

CURVELLO, André; Introdução do mundo do hardware reconfigurável: Conhecendo as FPGAs, 28/11/2018, Disponível em: <https://embarcados.com.br/introducao-do-mundo-do-hardware-reconfiguravel-conhecendo-as-fpgas/>. Acesso em 15/01/2024

CYPRIANO, Luiz Benedito. *Microprocessador Z80 - Vol. 2 - Software*. 3. ed. São Paulo: Érica, 1984. 332 p.

CYPRIANO, Luiz Benedito; CARDINALI, Paulo Roberto. *Microprocessador Z80 - Vol. 1 - Hardware*. São Paulo: Érica, 1983. 179 p.

LIMA, Delio Santos. *Hardware Sinclair para os micros TK82C, NE Z8000, TK 83, TK 85, CP 200, RINGO, AS 1000, etc* São Paulo: Micron Eletrônica Com. Ind. Ltda, 1984.

PEREIRA, Fábio; Ahmes: Uma CPU em VHDL, 18/07/2016, Disponível em: <<https://embarcados.com.br/ahmes-uma-cpu-em-vhdl/>>. Acesso em 15/01/2024

PEREIRA, Fábio; Implementação do Ahmes num FPGA Cyclone IV da Altera. 05/08/2016 Disponível em: <<https://embarcados.com.br/ahmes-num-fpga-cyclone-iv/>>. Acesso em 15/01/2024

PRADO, André Castelan; FPGA, 22/01/2014, Disponível em: <<https://embarcados.com.br/fpga/>>. Acesso em 01/08/2024

TEDESCHI, Frank P.; COLON, Robert. *1001 Projects for the Z80*. Blue Ridge Summit: Tab Books Inc, 1983.

# CAPÍTULO XXII

## IMPLEMENTAÇÃO EM PLACA DE DESENVOLVIMENTO FPGA DO JOGO VINTAGE YOSHI NIGHTMARES E PONG

João Victor Mattos Lopes<sup>1</sup>, Felipe Escobar do Amaral<sup>1</sup>, Leonardo Fernandes Cavalcante<sup>1</sup>, Antonio Gabriel Nunes Martins<sup>1</sup>, Edgard Luciano Oliveira de Silva<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-22](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-22)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

(jvm, feda, lfc, agnm).eng23@uea.edu.br, elsilva@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

As FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) são ferramentas para o desenvolvimento de sistemas digitais personalizados, permitindo a criação de circuitos altamente especializados e de alto desempenho. Elas consistem em células lógicas programáveis, que podem ser configuradas através de linguagens de descrição de hardware (HDLs). Essa flexibilidade permite adaptar o hardware a necessidades específicas, tornando as FPGAs ideais para uma variedade de aplicações.

Neste projeto, utilizou-se a linguagem Verilog, uma HDL amplamente adotada para modelar sistemas eletrônicos no nível de circuitos, conforme as especificações da norma IEEE. Sua sintaxe, inspirada na linguagem C, é voltada para a descrição de circuitos digitais.

O objetivo deste trabalho é implementar dois jogos clássicos em FPGA: *Yoshi Nightmares* e Pong. O Pong, um dos primeiros jogos eletrônicos, e *Yoshi Nightmares*, um jogo mais moderno, porém simples o suficiente para ser implementado em FPGA, foram escolhidos por sua simplicidade e por seu potencial didático. Ambos permitem a aplicação de conceitos de lógica digital, programação em Verilog e design de sistemas interativos.

A implementação desses jogos busca não apenas criar interatividade, mas também aplicar conhecimentos de circuitos digitais, organização de computadores e sistemas embarcados. O projeto utiliza a FPGA ZR-Tech WXEDA, programada em Verilog com a ferramenta Quartus II, com interação via teclado PS2 e exibição em monitor VGA.

## 1.1. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi implementar os jogos clássicos *Yoshi Nightmares* e Pong em uma FPGA (Field Programmable Gate Array), utilizando a linguagem de descrição de hardware Verilog. A proposta foi explorar as capacidades das FPGAs para o desenvolvimento de sistemas digitais interativos, aplicando conceitos de lógica digital e programação de circuitos eletrônicos. Além disso, buscou-se proporcionar aos estudantes de Engenharia da Computação uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em disciplinas como sistemas digitais, circuitos lógicos e organização de computadores.

O trabalho visou, também, a criação de uma plataforma prática para o ensino de design digital e programação de sistemas embarcados, permitindo aos alunos aplicarem conceitos teóricos em um cenário real de implementação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a implementação dos jogos *Yoshi Nightmares* e Pong na FPGA, utilizou-se uma série de ferramentas e componentes específicos, incluindo a placa de desenvolvimento ZR-Tech WXEDA, equipada com FPGA Altera Cyclone IV. A seguir, são apresentados os materiais e as metodologias empregadas neste projeto.

### 2.1. Materiais

- **Placa de Desenvolvimento FPGA:** A plataforma utilizada foi a ZR-Tech, modelo WXEDA, equipada com a FPGA Altera Cyclone IV EP4CE6E22C8. Essa FPGA possui 6.272 LEs (Lógica Elementar), 270 kbits de memória interna e 18 multiplicadores 18x18, oferecendo o desempenho necessário para a execução dos jogos. A placa conta com 179 pinos de I/O, 8 bancos de I/O e uma interface JTAG para programação, facilitando a transferência de código para a FPGA.
- **Memória SDRAM e Flash:** A placa inclui 128 MB de memória SDRAM, que é usada para armazenamento temporário durante a execução do jogo, e 128 MB de memória Flash NOR, destinada ao armazenamento do código e dados persistentes.
- **Teclado PS2:** Para interação do usuário, um teclado PS2 foi conectado à FPGA, permitindo que o jogador controlasse os jogos por meio de entradas de movimentação e ações específicas.

- **Monitor VGA:** A exibição dos jogos ocorreu em um monitor com entrada VGA, conectado à interface de vídeo da FPGA. A saída VGA utilizou o formato RGB565 para a exibição de gráficos em cores verdadeiras.
- **Dispositivos Adicionais:** Além do teclado e monitor, a placa possui LEDs e displays de 7 segmentos para fornecer feedback visual durante a execução dos jogos. Um buzzer ativo foi integrado para emitir sons em eventos específicos do jogo.

## 2.2. Métodos

- **Programação em Verilog:** A programação da FPGA foi realizada em Verilog, uma linguagem de descrição de hardware. O código foi desenvolvido para implementar a lógica dos jogos *Yoshi Nightmares* e Pong, incluindo o controle de entrada (movimento das peças e interação com o teclado PS2), a lógica de jogo (colisão, pontuação, reinício) e a exibição gráfica no monitor VGA.
- **Ferramenta de Desenvolvimento:** O software utilizado para o desenvolvimento foi o Quartus II da Intel, uma ferramenta de síntese e programação para FPGAs. O Quartus II permitiu a escrita, simulação e síntese do código Verilog, além da implementação do design na FPGA ZR-Tech.
- **Simulação e Testes:** Antes da implementação física, o código foi simulado no ambiente de desenvolvimento para verificar a funcionalidade das lógicas e corrigir eventuais erros. Testes foram realizados para verificar o controle de movimento, a resposta ao teclado PS2 e a saída gráfica no monitor VGA.
- **Integração de Hardware:** Após a validação do código, a FPGA foi programada e os jogos testados diretamente na plataforma. A interação com o teclado PS2 foi verificada, assim como a exibição no monitor VGA, garantindo o correto funcionamento das animações e da interface gráfica.

## 3. RESULTADOS

Ambos os jogos foram implementados com sucesso, atendendo aos objetivos estabelecidos para o projeto, apresentando desempenho satisfatório em todas as suas funcionalidades.

### Jogo Pong: (Figura 1)

- **Exibição Gráfica:** O jogo foi corretamente exibido no monitor VGA, com uma interface clara e bem definida, utilizando a configuração de cores RGB565.

- **Controle do Jogador:** O controle das barras de jogo foi preciso, com os jogadores podendo mover as barras para cima e para baixo usando o teclado PS2.
- **Pontuação:** O sistema de pontuação funcionou conforme o esperado, com o placar sendo atualizado a cada ponto conquistado.
- **Reinício do Jogo:** O jogo reiniciou automaticamente sempre que a bola saía da tela, mantendo a fluidez da partida sem interrupções.

#### **Jogo Yoshi Nightmares: (Figura 2)**

- **Exibição Gráfica:** O jogo foi exibido no monitor VGA com gráficos bem renderizados, garantindo a visibilidade e definição dos elementos do jogo, como o personagem principal e os obstáculos.
- **Controle do Jogador:** A movimentação do personagem foi implementada com sucesso, permitindo que o jogador controlasse os deslocamentos e interagisse com os elementos do jogo por meio do teclado PS2.
- **Mecânica de Jogo:** As principais mecânicas do jogo, como a movimentação do personagem e a interação com os obstáculos, foram adequadamente implementadas, proporcionando uma resposta imediata às ações do jogador.
- **Pontuação e Progressão:** O sistema de pontuação foi corretamente contabilizado, e o progresso do jogador foi registrado, permitindo o avanço dentro do jogo conforme o desempenho.

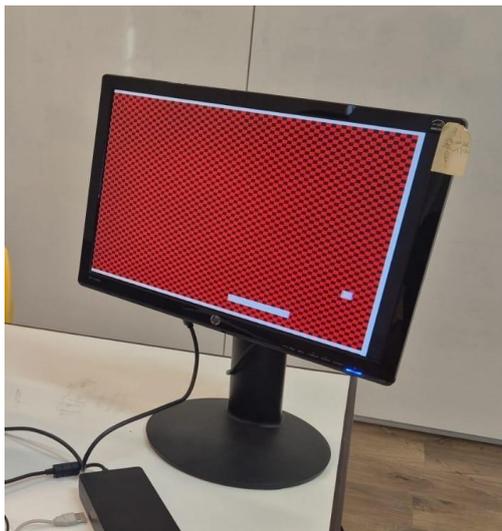


Figura 1. FPGA executando o Jogo Pong

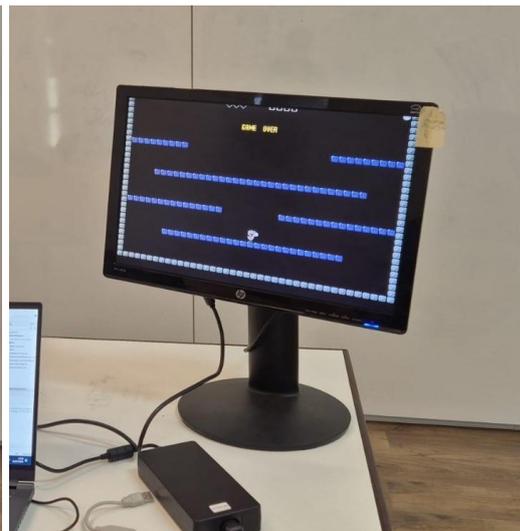


Figura 2. FPGA executando o Yoshi Nightmares

### 3.1. Considerações Finais sobre os Resultados:

Ambos os jogos *Pong* e *Yoshi Nightmares* (Figuras 1 e 2) foram concluídos com sucesso, atendendo a todos os requisitos e expectativas do projeto. A implementação foi realizada dentro das limitações da FPGA ZR-Tech, modelo WXEDA, e mostrou a viabilidade de utilizar essa plataforma para criar jogos interativos com gráficos e mecânicas simples, foi possível o teste de dois modelos de jogos: *Yoshi Nightmares* e o clássico jogo *Pong*.

## 4. CONCLUSÃO

A implementação dos jogos *Yoshi Nightmares* e *Pong* na FPGA ZR-Tech WXEDA foi concluída com êxito, atendendo aos objetivos do projeto. Utilizando a linguagem Verilog e a FPGA, foi possível implementar jogos interativos exibidos em monitor VGA, com controle via teclado PS2.

Este trabalho demonstrou a viabilidade das FPGAs para o desenvolvimento de jogos simples, destacando a flexibilidade e o desempenho dessas plataformas na criação de sistemas personalizados. A experiência proporcionou um aprendizado significativo sobre programação em Verilog e o uso de FPGAs em sistemas embarcados, reforçando sua importância no ensino de Engenharia da Computação.

Embora o projeto tenha sido bem-sucedido, surgiram oportunidades para melhorias, como a otimização do código para maximizar o uso dos recursos da FPGA, um possível foco para futuras pesquisas. Em resumo, a implementação dos jogos evidenciou o potencial das FPGAs em aplicações de entretenimento e aprendizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURVELLO, André; **Introdução do mundo do hardware reconfigurável: Conhecendo as FPGAs**, 28/11/2018. Disponível em: <https://embarcados.com.br/introducao-do-mundodo-hardware-reconfiguravel-conhecend-o-as-fpgas/>. Acesso em 15/01/2024.

SZABÓ, Roland; GONTEAN, Aurel. **Pong game on FPGA with CRT or LCD display and push button controls**. In: 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. IEEE, 2014. p. 729-734.

LOH, Yi Qhi. **Designing A Game On FPGA Using Verilog**. 2020. Tese de Doutorado. UTAR.

JCONENNA. **Yoshi's Nightmare** [repositório no GitHub]. 2022. Disponível em: <https://github.com/jconenna/Yoshis-Nightmare>. Acesso em 15/01/2024.

NUMATO LABS. **Gaming with FPGA: Yoshi's Nightmares.** 2022. Disponível em: <https://numato.com/blog/gaming-with-fpga-yoshis-nightmare/>. Acesso em 15/01/2024.

# CAPÍTULO XXIII

## INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO PREDITIVA DE EQUIPAMENTOS COM USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Matheus da Silva Oliveira<sup>1</sup>, João Batista Ponciano<sup>2</sup>, Andrea Freitas Fragata<sup>3</sup>, Edvam de Oliveira Nunes<sup>4</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-23](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-23)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

mdso.eng19@uea.edu.br, jponciano@uea.edu.br, affragata@uea.edu.br, enunes@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A qualidade da soldagem em placas de circuito impresso (PCBs) é essencial para a confiabilidade de dispositivos eletrônicos. No entanto, anomalias como solda fria, distúrbio na solda, cobre exposto, furo na junção da solda e falha na refusão podem comprometer a integridade das conexões elétricas. A norma IPC-A-610 define padrões para aceitação e inspeção dessas soldas, garantindo a conformidade na fabricação.

A manutenção preditiva utilizando Inteligência Artificial (IA) surge como uma solução para reduzir falhas e otimizar o processo de soldagem. Sensores IoT, visão computacional e algoritmos de *machine learning* podem prever defeitos antes que impactem a produção, reduzindo custos e aumentando a eficiência industrial.

### 2. OBJETIVOS

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente de manutenção preditiva, baseado na IA e no monitoramento contínuo do processo de soldagem, para:

- Detectar e classificar anomalias de solda por meio de visão computacional.
- Monitorar sensores IoT para prever falhas antes que ocorram.
- Gerar alertas automáticos e ajustar parâmetros do processo de soldagem.
- Fornecer um *dashboard* interativo para acompanhamento da produção.

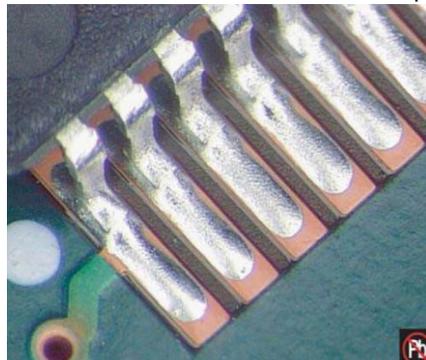
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A fase inicial consistiu em uma revisão de literatura sobre o tema. A partir da análise realizada, foram detectadas as ocorrências das anomalias de solda mais recorrentes, e as ações tomadas para evita-las. Dentre as anomalias observadas destacaram-se:

- **Cobre Exposto**

Ocorre quando uma parte da camada de cobre de uma PCB (Placa de Circuito Impresso) não é completamente coberta pela solda (Figura 1), ou por outro revestimento protetor. Isso expõe o cobre à oxidação e possíveis falhas elétricas.

Figura 1 - Anomalia de Solda - Cobre exposto



Fonte: IPC (2020). IPC-A-610H

- **Furo na Junção da Solda**

É uma cavidade visível dentro da área soldada. Esse defeito pode comprometer a integridade mecânica e a condutividade elétrica da conexão.

Figura 2 - Anomalia de Solda – Furo na Junção da Solda

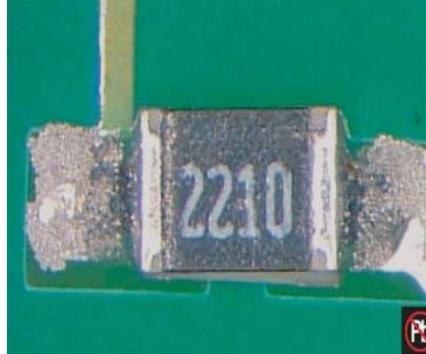


Fonte: IPC (2020). IPC-A-610H

- **Falha na Refusão**

A solda não derrete ou se funde corretamente durante o processo de soldagem por refusão. Pode levar a conexões elétricas frágeis ou inexistentes.

Figura 3 - Anomalia de Solda – Falha na refusão.



Fonte: IPC (2020). IPC-A-610H

- **Solda Fria**

Caracterizada por uma junção de solda fraca e com baixa condutividade elétrica. A superfície da solda pode parecer opaca, rugosa ou granulada, e a conexão pode ser mecanicamente frágil.

Figura 4 - Anomalia de Solda – Falha na refusão.



Fonte: IPC (2020). IPC-A-610H

A etapa seguinte consistirá em:

### **Aquisição de Dados**

O sistema utilizará sensores IoT e câmeras industriais para monitoramento contínuo da soldagem:

- Sensores de temperatura e umidade conectados via Arduino/Raspberry Pi.
- Câmeras de inspeção com OpenCV para capturar imagens das soldas.
- Banco de dados SQL para armazenamento dos dados coletados.

### **Processamento e Análise**

- Machine Learning (ML): Algoritmos de classificação (Redes Neurais Convolucionais - CNNs) para análise de imagens.
- Análise de séries temporais (Random Forest, LSTM) para prever falhas nos sensores.
- Visão Computacional para inspeção automática conforme a IPC-A-610.

### **Dashboard e Alertas**

- Desenvolvimento de uma interface web (Flask + Streamlit/Dash) para visualização em tempo real.
- Geração de alertas automáticos via MQTT/e-mail para notificações de falhas.
- Uso de solda e fluxo de alta qualidade: Certifique-se de usar materiais adequados para o processo.
- Manutenção do forno de refusão: Inspecionar regularmente os elementos de aquecimento e os sistemas de transporte.

## **4. RESULTADOS**

Com a implementação do sistema, espera-se obter os seguintes benefícios:

- Redução de custos com retrabalho e desperdício, minimizando falhas na soldagem.
- Aumento da eficiência operacional, ajustando automaticamente os parâmetros do processo.
- Melhoria da qualidade do produto final, garantindo conformidade com a IPC-A-610.
- Menor tempo de resposta a falhas, reduzindo paradas na linha de produção.

## **5. CONCLUSÃO**

O estudo apresentou os materiais e métodos necessários para o desenvolvimento de um sistema inteligente de manutenção preditiva para a inspeção e monitoramento da qualidade da soldagem em placas de circuito impresso (PCBs). Utilizando técnicas de Inteligência Artificial, visão computacional e sensores IoT, o sistema propõe a possibilidade de detectar e classificar anomalias de solda, além de prever falhas que impactem a produção.

Os resultados esperados projetam benefícios significativos, incluindo a redução de custos com retrabalho e desperdício, o aumento da eficiência operacional e a melhoria da qualidade do produto final, garantindo conformidade com a norma IPC-A-610. A implementação de um *dashboard* interativo e alertas automáticos contribuindo para uma resposta mais ágil a possíveis falhas.

Trabalhos futuros podem expandir essa abordagem para outros tipos de defeitos e integrar novas metodologias de aprendizado de máquina para aprimorar ainda mais a precisão da detecção de falhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOODFELLOW, I., Bengio, Y., & COURVILLE, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.

HALMSHAW, R. (2017). Non-Destructive Testing. CRC Press.

IPC (2020). IPC-A-610H: Acceptability of Electronic Assemblies. IPC International, Inc.

ISERMANN, R. (2017). Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. Springer.

JASIUNAS, L. (2021). Machine Learning for Predictive Maintenance: Applications and Techniques. Springer.

KUSIAK, A. (2018). Smart Manufacturing: Machine Learning Applications in Production Systems. Elsevier.

ZHANG, H., & WANG, Y. (2020). Deep Learning-Based Defect Detection in Electronics Manufacturing. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(5).

# CAPÍTULO XXIV

## LPS ( LOCAL POSITION SYSTEM )

Israel Rohl, Hugo chaves, Gabriele lima

DOI: 10.51859/amplla.uss2541-24

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA) CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

Israelbatalharohl@gmail.com, hugomscs7@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O LPS ( sistema de posicionamento local ) é um sistema de localização no qual utiliza sensores tecnológicos para determinar a localização de objetos ou pessoas dentro de um ambiente interno. O sistema de sensores colocados em locais estratégicos transmitem as informações para um servidor, no qual podem ser acessados e lidos de forma clara e objetiva através de um aplicativo ou software.

#### 1.1. OBJETIVOS

Determinar a localização com maior precisão possível, transmitir essa informação e apresentá-la de forma clara e objetiva, otimizando e beneficiando a interação do ambiente com o usuário.

##### **Como funciona um LPS?**

O **LPS** depende do uso de **sensores tecnológicos estratégicos** distribuídos pelo ambiente para coletar dados do objeto rastreado e calcular sua posição em tempo real. O sistema é composto pelos seguintes elementos principais:

##### **I. Dispositivos Localizadores (Tags ou Beacons):**

- Pequenos dispositivos que podem estar embutidos em crachás, equipamentos, veículos ou até mesmo no celular de um usuário.
- Emitem sinais que são captados pelos sensores do ambiente.

##### **II. Sensores e Receptores:**

- Instalados em locais estratégicos para captar os sinais dos dispositivos localizadores.

- Diferentes tecnologias podem ser usadas, como UWB (Ultra-Wideband), RFID, Bluetooth, Wi-Fi, Infravermelho e Ultrassom.

### III. Servidor de Processamento:

- Os sensores enviam as informações para um servidor que processa os dados.
- Esse servidor pode estar em nuvem ou localmente na rede interna da empresa.

### IV. Software de Monitoramento e Visualização:

- Os dados capturados pelo servidor são interpretados e apresentados através de um sistema de software.
- Geralmente, esses sistemas oferecem dashboards interativos, aplicativos mobile e APIs para integração com outros sistemas empresariais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. MATERIAIS

- Módulo (UWB 1000)
- Protoboard
- Jants
- Sensor ultrasonico
- Fonte de energia (3.3v)
- Tela LCD
- Suporte para sensor



## 2.2. MÉTODOS

Através de pesquisa foi determinado uma base de funções no qual foi destacado o cálculo de medidas providos do sensor ultrassônico e implementação do protocolo de comunicação (MQTT), assim criado um software que determina a localização e o introduzindo no ESP32. Com testes sendo realizados semanalmente para garantir o funcionamento e o aprimoramento do código, com erros de precisão e informações não claras sendo corrigidas. Além de apresentar uma interface para demonstração de dados mais simples de entendimento para o usuário.

## 3. RESULTADOS

Com base nos resultados em testes foi obtido a localização com pequena margem de erro de 2cm (dois centímetros) e o envio dessa informação para o servidor (Broker) que por sua vez enviou os dados de medidas/localização de objetos para o usuário como o esperado.

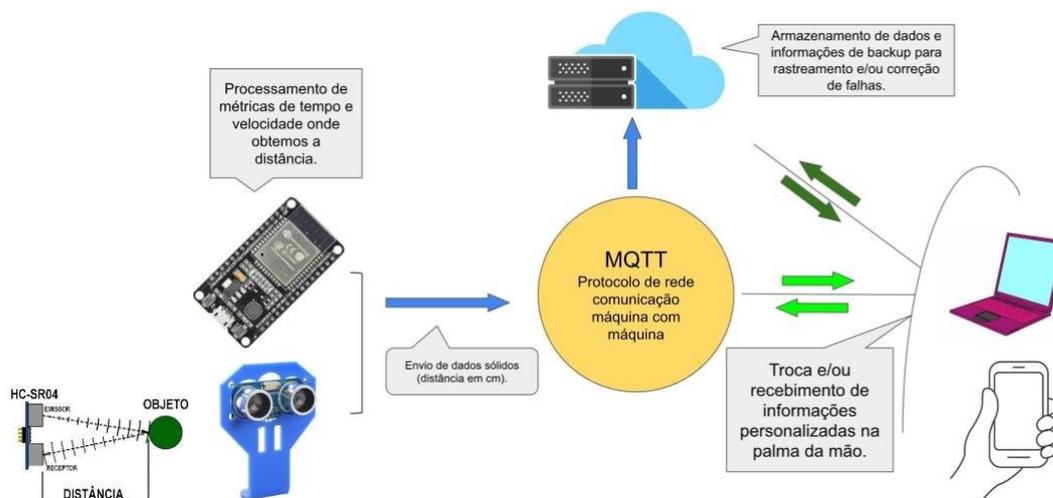
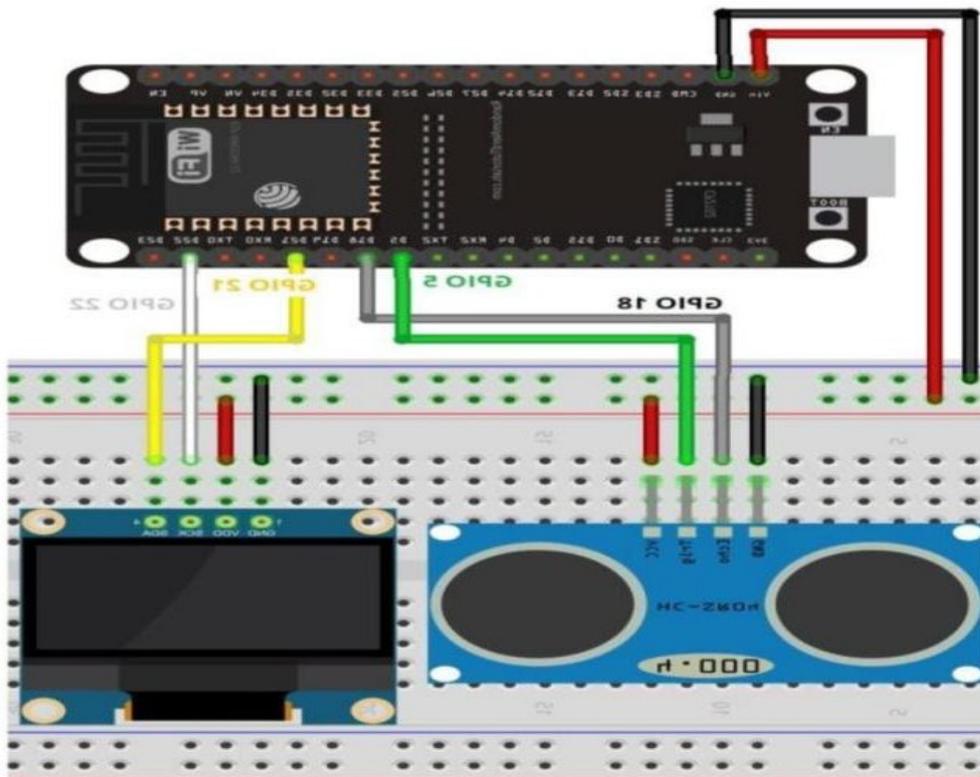


Tabela 1. Modelos de progressão

CRONOGRAMA				CONCLUÍDO			PLANEJADO			EM ANDAMENTO																			
Item	Atividades	Responsáveis	Mês	Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto					
			Semanas	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º		
1	Levantamento de dados para iniciação do projeto.	TODOS OS	Plano																										
		INTEGRANTES	Real																										
2	Fazer levantamento de matérias nescessários.	Hugo C.	Plano																										
		Gabriele L.	Real																										
3	Aprender a como utilizar os materiais.	TODOS OS	Plano																										
		INTEGRANTES	Real																										
4	Pesquisa e iniciação do software de localização.	Hugo C.	Plano																										
		Israel B.	Real																										
5	Montagem de maquete teste.	Érika L.	Plano																										
		Isabelle M.	Real																										
6	Otimização e aprimoramento do software para teste em escala menor.	Hugo C.	Plano																										
		Israel B.	Real																										
7	Início da criação do aplicativo	Gabriele L.	Plano																										
		Real																											

Montagem do sistema:



#### 4. CONCLUSÃO

Em síntese, destacamos o aprendizado na utilização de cada material e software no projeto, analisando estudos e formulando novas maneiras de contornar dificuldades, tais como erros no software ou energia insuficiente para o microcontrolador, nos quais foram solucionados. Com testes e aprimoramento realizados os resultados esperados foram

alcançados, tais como, o código de interface, a medição com margem de erro mínima esperada (2cm) e o envio das informações obtidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Livros

**Monk, Simon - Projetos com arduino e Android.** Bookman; 1ª edição (1 janeiro 2014).

KUMAR, Ashwin. *Indoor Positioning Technologies: Principles and Applications*. New York: Springer, 2020.

GUILLÉN, Antonio. *Arduino e Internet das Coisas: Projetos Práticos*. São Paulo: Novatec, 2018.

HIGHTOWER, Jeffrey; BORRIELLO, Gaetano. *Location Systems for Ubiquitous Computing*. Morgan & Claypool Publishers, 2008.

LAM, Kwok Yan; YIU, Steven. *Indoor Positioning Technologies*. CRC Press, 2021.

### Artigos Científicos

FERNANDES, André; RIBEIRO, C. G. *Análise de Sistemas de Posicionamento Local para Ambientes Industriais*. Revista Brasileira de Automação e Controle, v. 4, n. 2, p. 23-39, 2021.

LIMA, Tiago; SILVA, Roberto. *Comparação entre Diferentes Tecnologias para Rastreamento em Ambientes Fechados*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Computação, São Paulo, 2020. Anais [...]. São Paulo: SBC, 2020.

HARAMOUM, M.; ALI, M. *Survey on Indoor Positioning Techniques and Systems*. IEEE Access Journal, v. 7, p. 12345-12368, 2019.

### Link's

<https://youtu.be/rOWnVRUWkGs?si=PvUON1wGWCELaPLt>

[https://www.researchgate.net/publication/374864904\\_Design\\_an\\_Indoor\\_Positioning\\_System\\_Using\\_ESP](https://www.researchgate.net/publication/374864904_Design_an_Indoor_Positioning_System_Using_ESP)

# CAPÍTULO XXV

## MAPEAMENTO DAS FILAS NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA EST-UEA

CHAMY, Nyckolas; SANTOS, Irla; SOUZA, Jamile; MACÊDO, Ramilly; MESQUITA, Marcos; ONETY, Renata

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-25**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA) CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

chamylemos@gmail.com, marcosvinioliveira092@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito

tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos.

O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito

tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

A fila é um instrumento fundamental para a organização de diversos estabelecimentos e também um símbolo de ordem para a execução de atendimento. Sendo assim, este trabalho surgiu com a intenção de realizar uma pesquisa de campo para evidenciar as formas de otimização das filas de serviços dentro do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia (EST). Partiu-se do princípio de que uma fila se formava em um sistema de prestação de serviços sempre que um ponto de atendimento, no caso o atendente, estava prestando serviço para um cliente e existiam mais clientes aguardando para serem atendidos. O estudo teve como função trazer uma dinâmica eficiente para o atendimento do restaurante, tanto quanto a sua forma de servir os alunos, economizando tempo, espaço e trazendo melhoria na qualidade e quantidade do restaurante. Dessa forma, escolheu-se o cenário mais próximo da nossa realidade, que foi a formação de filas extensas dentro da EST. Os alunos, após as aulas, direcionavam-se para o R.U que, na maioria dos casos, estava sempre em constante congestionamento de fila, formando uma fila longa que acabava ocupando muito tempo dos alunos para se servirem. O R.U era administrado por uma empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação, tornando-se um restaurante com um preço acessível a todos, mas que dessa forma causava muita demanda para o estabelecimento. Assim, o estudo buscou evidenciar formas de otimizar esse processo de fila dentro do R.U para aumentar a eficiência do atendimento e trazer qualidade e rapidez para os colaboradores e alunos.

## 1.1. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivo estudar, analisar e otimizar as filas de serviço e pagamento no Restaurante Universitário da EST-UEA, visando melhorar a eficiência operacional, reduzir o tempo de espera dos usuários e aprimorar a experiência geral de atendimento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho baseou-se em pesquisa exploratória. Segundo Gil (2019), as pesquisas exploratórias tinham como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A pesquisa explicativa foi mais complexa, pois, além de interpretar os fenômenos estudados, procurou identificar seus fatores determinantes, ou seja, suas causas (Andrade, 2017). Por meio de entrevistas, buscou-se informações sobre o porquê de se apresentarem longas filas na hora das refeições. Este foi um estudo de caso único, no qual todos os resultados foram válidos para a situação em estudo. A metodologia adotada neste estudo envolveu uma abordagem sequencial, composta por várias etapas. Inicialmente, foi conduzida uma revisão bibliográfica abrangente sobre o tema em questão, a fim de contextualizar e fundamentar o trabalho. Posteriormente, foram realizadas observações diretas para acompanhar a dinâmica operacional do restaurante selecionado como objeto de estudo. Em seguida, foram implementadas técnicas de contagem dos clientes em fila, registrando-se esses dados de forma precisa e sistemática. Utilizando métodos estatísticos apropriados, foram calculadas as taxas de atendimento e chegada, com o objetivo de compreender melhor o fluxo de clientes e identificar possíveis obstáculos no processo. Paralelamente, foram desenvolvidos e avaliados novos métodos alternativos para otimizar o serviço e reduzir o tempo de espera dos clientes.

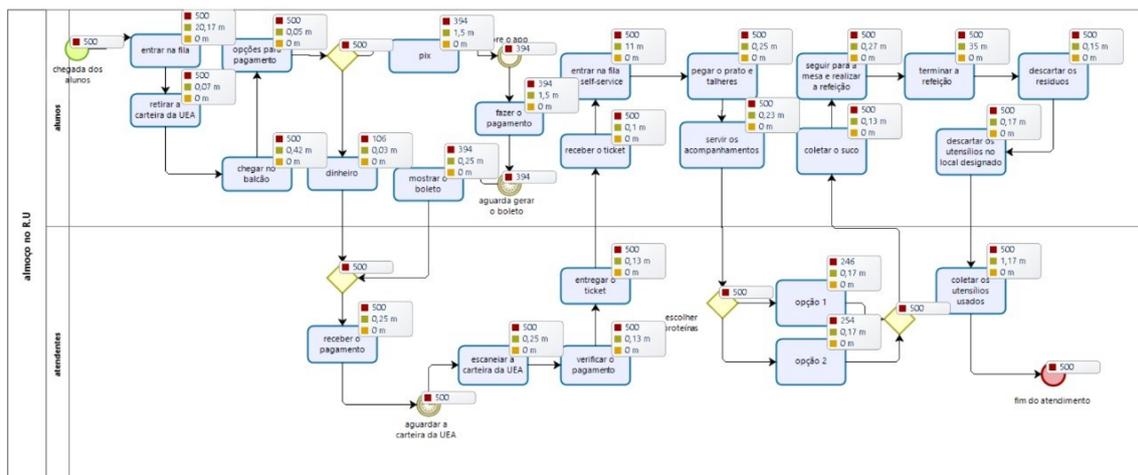


Figura 6- Fluxograma Atual do Projeto

### 3. RESULTADOS

De acordo com as formulações dos padrões de gráficos gerados a partir de um programa, foi possível avaliar que o gráfico de taxa de atendimento mostrado na figura 2, apresentou o seguinte comportamento em relação aos valores de usuários que frequentaram o Restaurante Universitário (R.U) no período das 11h30 às 12h30. Na figura 3 observou-se o dia que houve a maior eficiência no quesito atendimento.

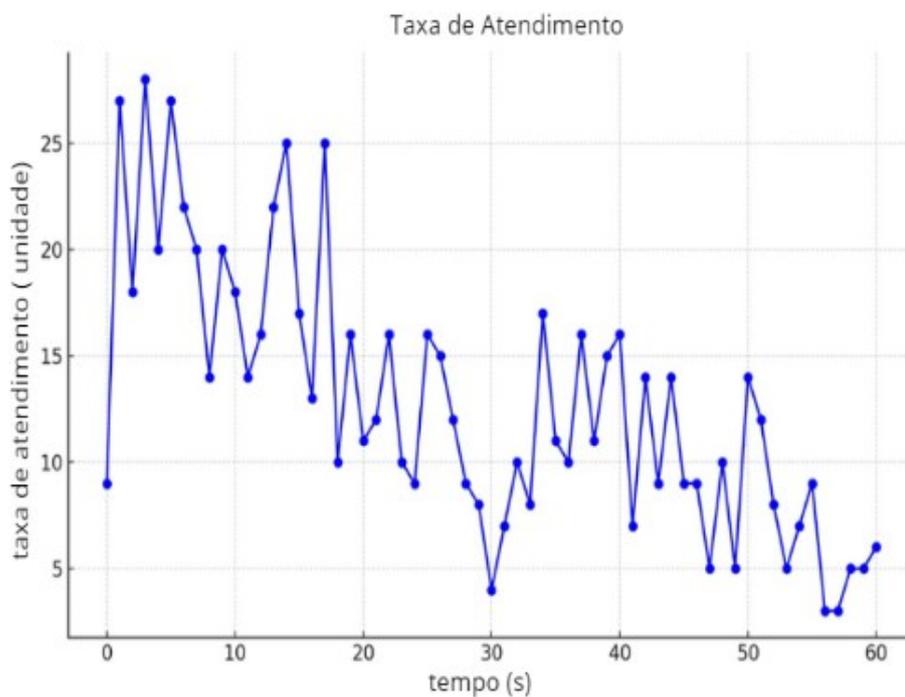


Figura 7- Curva com os pontos de valores da taxa de atendimento ao longo do tempo.

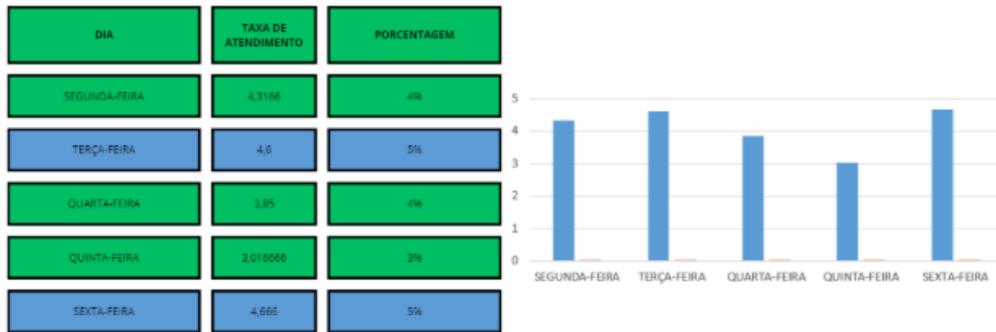


Figura 8- Tabela de dados e gráfico de barras da semana com maior taxa de atendimento.

No gráfico de taxa de chegada mostrado na figura 4, foi apresentado o seguinte comportamento em um mesmo período que a taxa de atendimento. Neste quesito de chegada, a figura 5 mostra o dia de maior rendimento.

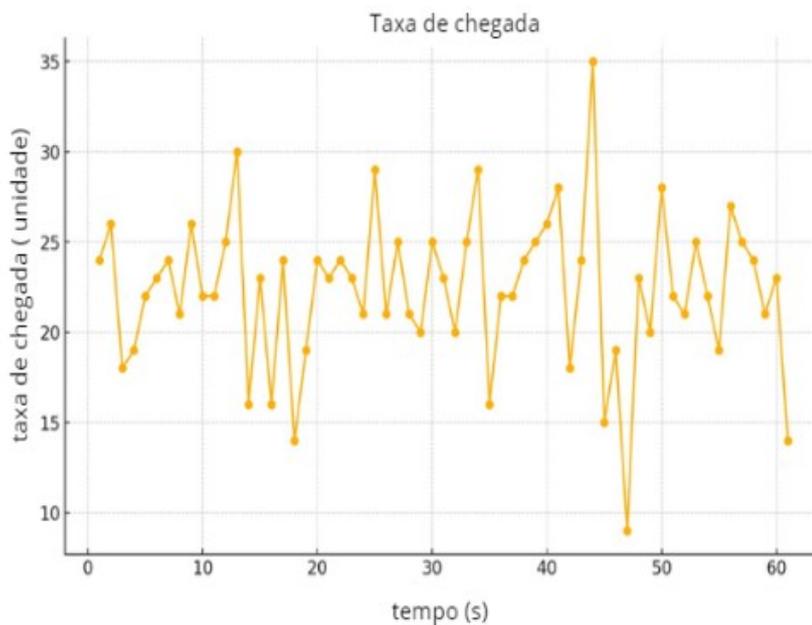


Figura 9- Curva com os pontos de valores da taxa de chegada ao longo do tempo.



Figura 10- Tabela de dados e gráfico de barras da semana com maior taxa de chegada.

## 4. CONCLUSÃO

Através da metodologia exploratória e explicativa adotada, foi possível entender de maneira detalhada a dinâmica das filas no Restaurante Universitário. A combinação de uma revisão bibliográfica abrangente, observações diretas, técnicas de contagem de clientes e análise estatística permitiu identificar os principais fatores que contribuem para a formação de longas filas durante o horário de pico. A implementação do software Bizagi auxiliou na simulação e avaliação de novos métodos alternativos, visando otimizar o serviço. Os resultados indicaram que, ao aplicar estratégias baseadas nos dados coletados e analisados, houve uma melhoria significativa na eficiência do atendimento. As propostas de melhoria discutidas e implementadas demonstraram ser eficazes na redução do tempo de espera dos clientes, promovendo uma experiência mais satisfatória para os usuários do restaurante. Em suma, este estudo de caso único proporcionou insights valiosos para a otimização dos processos operacionais do restaurante, ressaltando a importância de uma abordagem metodológica estruturada e sequencial para a resolução de problemas complexos. As estratégias de melhoria sugeridas podem servir como referência para outros estabelecimentos enfrentando desafios similares, contribuindo para a melhoria contínua da qualidade do serviço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, Maria. Introdução a Metodologia do Trabalho Científico. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Azevedo, Nicholas et al. Estudo da dinâmica das filas do restaurante universitário da escola superior de tecnologia da UEA-AM. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35, 2015, Fortaleza. ISSN ENEGEP: 2594-9713... Fortaleza: ABEPRO, 2015.

GIL. Antonio. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

# CAPÍTULO XXVI

## MODELAGEM DE CÉLULA ROBOTIZADA UTILIZANDO ROBÔ ARTICULADO BASEADO NOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0

Breno Albuquerque Alves Rosa, Bruno Rafael Moça Da Mota, Matheus Eigi Oliveira Kirisawa, Satoki Koba Muroya, Miguel Angel Orellana Postigo

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-26**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

baar.eai24@uea.edu.br , brmdmo.eai24@uea.edu.br, Meoki.eai24@uea.edu.br Skmu.eai24@uea.edu.br,  
mpostigo@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 tem impulsionado a automação industrial por meio da integração de robôs avançados e modelagem digital. No contexto de células robóticas, a utilização de robôs articulados permite a realização de tarefas complexas com precisão e flexibilidade, tornando-os ideais para processos como soldagem, montagem e manuseio de materiais (Bahrin, 2016). Esses robôs, equipados com sensores e inteligência artificial, podem operar em ambientes dinâmicos, ajustando seus movimentos em tempo real para otimizar desempenho e segurança (Bekey, 2015).

A modelagem digital desempenha um papel essencial no desenvolvimento dessas células robóticas. O uso de gêmeos digitais possibilita a simulação detalhada da operação do robô antes de sua implementação física, permitindo ajustes estruturais, otimização de trajetórias e detecção de possíveis falhas. Além disso, a modelagem permite prever o impacto das interações do robô com outros sistemas produtivos, garantindo um layout eficiente e seguro da célula robótica, (Bahrin, 2016).

Esse projeto se alinha às demandas da manufatura inteligente, promovendo maior eficiência, redução de custos e adaptação a diferentes necessidades produtivas. No entanto, sua implementação exige conhecimento avançado em robótica, automação e modelagem, além de investimentos em infraestrutura e integração digital. Dessa forma, a concepção de um robô articulado em uma célula robótica modelada representa um passo fundamental para a modernização da produção industrial dentro do paradigma da Indústria 4.0.

Para o projeto, foi utilizado o ambiente de simulação Roboguide, software da fabricante Fanuc com o intuito de realizar uma simulação de um robô articulado em um ambiente fabril, especificamente uma fábrica de bebidas.

## 1.1. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo empregar os conceitos da Indústria 4.0, para desenvolver uma prova de conceito sobre a modelagem digital aplicado a uma célula robótica, que permita avaliar viabilidade de implantação em um ambiente fabril, selecionando as ferramentas para implementação, no intuito de explorar os seus recursos, compreender suas aplicações e benefícios para a indústria, especificar e testar as ferramentas e tecnologias necessárias para construir um ambiente de fabril.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, foi necessário seguir algumas etapas para melhor organização e desenvolvimento do projeto. Nesse contexto, na primeira fase, houve pesquisas e levantamento de requisitos para o projeto, a fim de coletar as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Na segunda fase, houve o levantamento de requisitos, estudos de funcionalidades do sistema proposto.

O método para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado a seguinte metodologia: Inicialmente identificamos os requisitos da modelagem e as especificações do robô, em seguida partimos para a coleta de dados necessários sobre o robô, como dimensões físicas, propriedades dos materiais, especificações dos sensores e atuadores, na sequência foram realizados o desenvolvimento de modelos cinemáticos e dinâmicos do robô, o próximo passo e a implementação do software através da utilização de software de modelagem utilizando a ferramenta RoboGuide, o próximo passo e a validação e verificação comparando os resultados da simulação com dados experimentais para verificar a precisão do modelo, depois é realizada a otimização mediante ajuste dos parâmetros do modelo para melhorar a precisão e a eficiência, e finalmente a aplicação e simulação propriamente dita para simular o comportamento do robô em diferentes cenários e para o desenvolvimento de algoritmos de controle.

## 2.1. Definição dos Parâmetros do Robô

Inicialmente, foram coletadas as especificações técnicas do robô articulado, incluindo o número de graus de liberdade, alcance, capacidade de carga, velocidade máxima e precisão de movimentação. Essas informações foram obtidas a partir da documentação técnica da Fanuc e da literatura especializada.

## 2.2. Modelagem e Simulação Computacional

A modelagem do robô foi realizada no ambiente de simulação RoboGuide, da fabricante de robôs Fanuc, muito utilizado para simulações robóticas industriais. A geometria do robô foi definida com base nos parâmetros obtidos, e a cinemática direta e inversa foram implementadas para permitir a movimentação virtual do sistema.

## 2.3. Programação e Controle

A programação do robô foi desenvolvida utilizando uma linguagem de programação compatível com os sistemas Fanuc, como KAREL, além de utilizar o TP (Teach Pendant). Foram implementadas trajetórias específicas para a realização da tarefa de manipulação das caixas de refrigerante, considerando restrições cinemáticas e dinâmicas. Além disso, algoritmos de controle foram aplicados para garantir a precisão e estabilidade dos movimentos, assegurando a correta colocação das caixas na bandeja que segue pela esteira.

## 2.4. Validação e Análise dos Resultados

A validação da simulação foi realizada por meio da comparação dos resultados obtidos com dados experimentais disponíveis na literatura. Foram analisados aspectos como erro de posicionamento, tempo de execução das trajetórias e eficiência energética do sistema. Os dados foram coletados e processados estatisticamente para avaliação do desempenho do robô em diferentes condições operacionais.

## 3. RESULTADOS

Baseado nos resultados obtidos, verificou-se que a modelagem tem suas próprias vantagens e é escolhido com base nas necessidades específicas do projeto robótico. A experiência adquirida neste projeto trouxe um aprendizado abrangente e valioso. O conhecimento adquirido nos preparou melhor para desenvolver projetos robotizados no contexto da indústria 4.0.

Com base no treinamento obtido ao longo do projeto, e utilizando o conhecimento sobre as tecnologias habilitadoras na Indústria 4.0, foi possível realizar o modelo de Célula Robótica em Ambiente Fabril utilizando um robô industrial articulado mostrados nas figuras 1 e 2.

Figura 1- Simulação da Célula Robótica

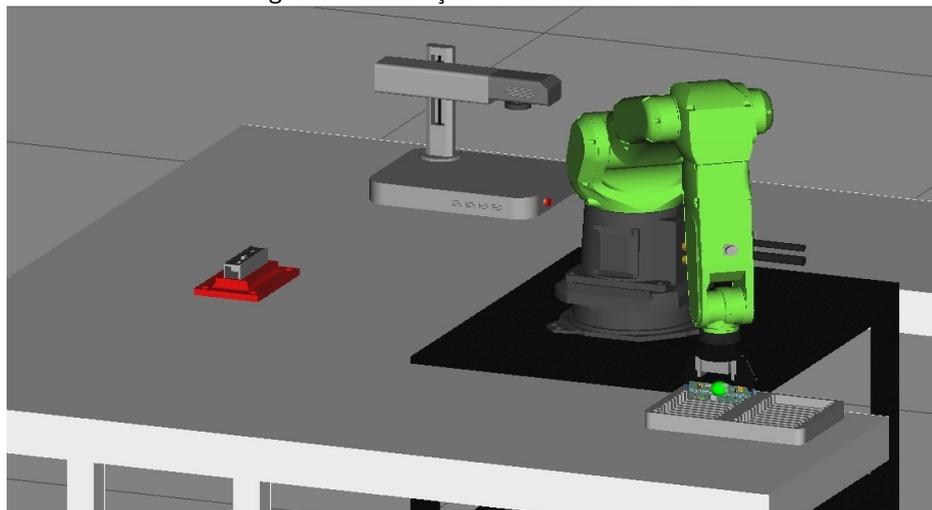
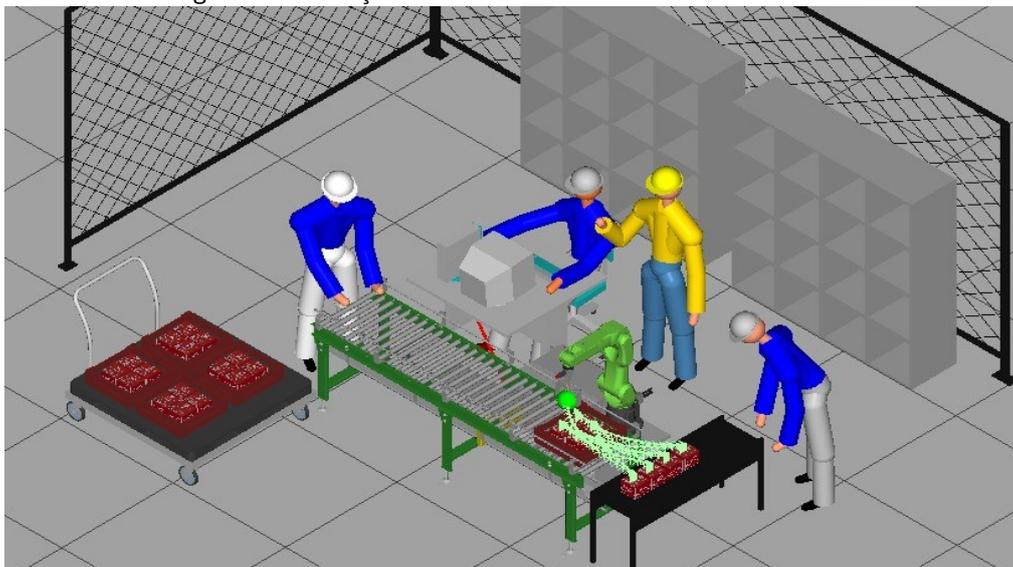


Figura 2- Simulação da Célula Robótica em Ambiente Fabril



#### 4. CONCLUSÃO

O projeto de modelagem de um robô articulado em uma célula robótica dentro do contexto da Indústria 4.0 demonstrou a importância da modelagem digital para a otimização dos processos fabris como as células robotizadas. A utilização do software RoboGuide possibilitou a simulação detalhada do funcionamento do robô, permitindo ajustes na programação e no layout produtivo antes da implementação real.

Os resultados evidenciam ganhos em eficiência, precisão e segurança, além da redução de custos operacionais. No entanto, desafios como a necessidade de qualificação técnica e investimento em infraestrutura digital devem ser considerados. Assim, o estudo reforça o potencial da robótica avançada e da modelagem computacional na modernização industrial e sugere aprimoramentos para futuras pesquisas e aplicações práticas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Bahrin, M. A. K. et al. (2016) “Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic”. *Journal Teknologi*, Malaysia, p. 137-143.

Bekey, G. A. (2015) *Autonomous robots: from biological inspiration to implementation and control*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press.

Guimarães, F. A. (2017) “Desenvolvimento de robô móvel utilizado para exploração de ambientes hostis”. 227f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP.

Lawich, G., Benini, F. A. V., Guimarães, J. P. E. (2019) “Um estudo sobre plataformas visuais de simulação robotica”. In: Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP, X, Sorocaba.

# CAPÍTULO XXVII

## MODELAGEM DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

Eduardo Souza de Freitas<sup>1</sup>, João Gabriel de Oliveira Coimbra Guedes<sup>1</sup>, Luis Guilherme Lima Souza<sup>1</sup>, Walker Domingues Normando<sup>1</sup>, William Cevalho da Silva<sup>1</sup>, Cláudio Gonçalves de Azevedo<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-27](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-27)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

[esdf.eng19@uea.edu.br](mailto:esdf.eng19@uea.edu.br), [jgdocgu.eng24@uea.edu.br](mailto:jgdocgu.eng24@uea.edu.br), [lgls.eng24@uea.edu.br](mailto:lgls.eng24@uea.edu.br), [wdno.eng24@uea.edu.br](mailto:wdno.eng24@uea.edu.br), [wcds.eng24@uea.edu.br](mailto:wcds.eng24@uea.edu.br), [cgoncalves@uea.edu.br](mailto:cgoncalves@uea.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A importância da energia solar pode ser avaliada a partir de seu impacto social e ambiental. A importância social da energia solar deve-se ao fato de que sua utilização contribui para que comunidades de baixa renda tenham acesso à eletricidade, incentivando a melhoria do saneamento básico e de outros serviços essenciais. Além disso, trata-se de uma solução promissora para instituições de ensino que buscam alternativas sustentáveis e econômicas para o abastecimento de energia. A adoção dessa tecnologia limpa permite que escolas e universidades não apenas reduzam seus gastos com eletricidade, mas também contribuam para a mitigação dos impactos ambientais associados à geração de energia convencional. Dessa forma, as instituições educacionais assumem um papel de liderança em sustentabilidade e inovação ao integrar a energia solar em suas operações.

Portanto, neste trabalho apresenta-se o exemplo de um trabalho sobre modelagem de um sistema fotovoltaico para a Escola Técnica (ETEC) de Guaianazes como uma proposta relevante para a eficiência energética de uma instituição educacional; como também é apresentado um panorama que cita algumas instituições que já utilizam ou possuem projetos de energia solar.

#### 1.1. OBJETIVOS

Este projeto de pesquisa é um estado da arte sobre a modelagem de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, com ênfase na avaliação da viabilidade de implementação de um sistema na ETEC de Guaianazes. O estudo tem como foco a eficiência energética e a redução de custos, analisando aspectos técnicos e econômicos, incluindo a modelagem no

software PVSol e o cálculo do payback. Além disso, apresenta um panorama de instituições educacionais que já adotaram essa tecnologia, destacando seu potencial e impacto no setor.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto de pesquisa consiste na elaboração de um resumo expandido sobre a modelagem de um sistema fotovoltaico conectado à rede, detalhando o passo a passo do seu dimensionamento. O estudo inclui o levantamento de dados, a modelagem no software PVSol, a análise do potencial de geração fotovoltaica e, por fim, a avaliação da viabilidade econômica por meio do cálculo do payback. O projeto foi desenvolvido na Escola Técnica Estadual de Guaianazes (ETEC), situada no distrito de Guaianases, na zona leste de São Paulo [Nunes et al. 2022].

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, monografias, artigos, teses e revistas científicas para aprofundar o conhecimento na área de energia solar fotovoltaica. Além disso, foram selecionados artigos científicos como base para este resumo expandido, incluindo um em particular que aborda o dimensionamento de um sistema fotovoltaico utilizando o software PVSol Premium. Esse software permite calcular a geração de energia, dimensionar módulos solares, modelar o arranjo dos painéis em 3D, analisar sombreamento e prever a viabilidade econômica do sistema, sendo uma ferramenta amplamente utilizada em projetos de energia solar.

A modelagem do sistema fotovoltaico foi realizada a partir do levantamento de dados da unidade consumidora, do dimensionamento e da simulação do sistema conectado à rede no software PVSol, seguido pelo cálculo do payback.

A metodologia adotada para atingir os objetivos propostos seguiu os seguintes passos: caracterização do local de instalação, obtenção de dados sobre a irradiação média local, levantamento do consumo médio (kWh) da ETEC de Guaianazes e cálculo do payback.

### 2.1. Caracterização do local de instalação

Segundo Nunes et al. (2022), o local escolhido para o estudo foi a ETEC de Guaianazes, situada na Rua Feliciano de Mendonça, 290, Guaianases, São Paulo – CEP 08460-365. O telhado da edificação é metálico, de formato trapezoidal, caracterizando-se pela alta resistência, leveza e longa durabilidade.

### 2.2 Irradiação Média Local

A irradiação solar é um fator essencial na avaliação da eficiência de sistemas de energia solar, como a geração fotovoltaica e os sistemas de aquecimento solar [Neris, 2023]. Para obter informações precisas sobre a irradiação solar média de uma região, foram utilizadas as coordenadas de latitude e longitude extraídas do Google Maps. Com esses dados, foi possível acessar o portal do CRESESB, uma plataforma amplamente empregada por empresas do setor solar, que fornece medições reais de irradiação.

O site disponibiliza dados detalhados, incluindo a média mensal de irradiação em kWh/m<sup>2</sup>.dia e a inclinação ideal para a instalação de painéis solares. Essas informações podem ser integradas ao software PVSol Premium, auxiliando no planejamento e na otimização de projetos solares.

Figura 1. Irradiação solar diária média mensal.

Estação: Sao Paulo  
Município: Sao Paulo , SP - BRASIL  
Latitude: 23,601° S  
Longitude: 46,449° O  
Distância do ponto de ref. ( 23,552721° S; 46,399681° O ) : 7,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,21	5,45	4,67	4,14	3,37	3,13	3,23	4,11	4,16	4,68	5,09	5,64	4,41	2,51
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	24° N	4,71	5,19	4,79	4,70	4,16	4,07	4,11	4,87	4,42	4,56	4,67	5,00	4,60	1,12
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	4,80	5,26	4,81	4,66	4,09	3,98	4,02	4,81	4,41	4,60	4,75	5,11	4,61	1,28
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	35° N	4,32	4,86	4,65	4,75	4,34	4,32	4,33	5,01	4,35	4,33	4,30	4,54	4,51	,71

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Sao Paulo–Sao Paulo, SP–BRASIL

23,601° S; 46,449° O

Fonte: Nunes et al (2022)

## 2.2. Consumo médio (kWh) da ETEC de Guaianazes

Para estimar a demanda real de energia da ETEC, foi fundamental analisar as faturas dos últimos 12 meses, determinando a média mensal de consumo em kWh. Com esses dados, foi possível calcular a potência necessária para o sistema fotovoltaico e a quantidade ideal de módulos solares.

Com base nessas informações, foi realizada uma simulação no software PVSol, permitindo avaliar a geração de energia solar ideal para atender ao consumo da instituição. A análise dos dados resultou em uma média mensal de consumo de 6.254,0 kWh, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo da ETEC em kWh/mês do ano de 2022 obtido da fatura de energia elétrica.

<b>Consumo kWh/mês ETEC Guaianazes</b>					
Janeiro	4.918,5	Maio	6.625,9	Setembro	7.731,2
Fevereiro	3.275,7	Junho	7.510,4	Outubro	5.816,7
Março	6.388,4	Julho	7.148,8	Novembro	5.653,2
Abril	8.147,2	Agosto	5.135,9	Dezembro	6.696,59

Fonte: Nunes et al. (2022)

### 2.3. Payback- Retorno de Investimento no Sistema Fotovoltaico

O payback corresponde ao tempo necessário para recuperar o investimento na instalação de um sistema fotovoltaico, a partir do qual ele passa a gerar lucro. Esse cálculo leva em consideração o investimento total e a geração média mensal de energia.

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022, citado em Nunes et al., 2022), o retorno do investimento para sistemas residenciais de geração distribuída pode ocorrer em até quatro anos. Além disso, conforme Nunes et al. (2022), o cálculo do payback segue um método específico, de acordo com a expressão:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Custo do Sistema}}{\text{Média de geração (kWh)} \times \text{quantidade de meses} \times \text{valor do kWh}} \quad (1)$$

## 3. RESULTADOS

Na Tabela 2 mostra-se a previsão de rendimento do sistema fotovoltaico. Os cálculos indicam que o sistema atenderá a necessidade energética da unidade com alta eficiência. A simulação apontou também que 84.624 kWh/ano serão injetados na rede, garantindo economia significativa na conta de luz. A instalação cobre 273,9 m<sup>2</sup>, utilizando duas áreas da instituição.

Tabela 2. Previsão de rendimento do sistema modelado.

<b>Previsão de rendimento do Sistema Fotovoltaico</b>	
Módulos	106 unidades de 545Wp - Já Solar – JAM72S30-545/MR
Inversor	01 unidades de 50kW – PHB - PHB50K-MT
Potência do Gerador Fotovoltaico	57,77kWp
Área do Gerador Fotovoltaico	273,9m <sup>2</sup>
Quantidade de áreas cobertas	02
Desempenho do sistema	84,72%
Injeção na rede	84.624 kWh/ano
Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas	39.763 kg/ano

Fonte: Nunes et al. (2022)

A simulação realizada, conforme dados mostrados na Tabela 3, indicou uma geração de energia suficiente para reduzir significativamente a conta de luz da instituição. Os resultados mostraram que a produção energética pode variar conforme as condições climáticas, mas mantém um desempenho adequado ao longo do ano. O sistema foi projetado para maximizar a eficiência, garantindo um retorno financeiro atrativo.

Tabela 3. Potencial de geração do sistema modelado. Fonte: Nunes et al. (2022)

<b>Potencial de Geração do Sistema Fotovoltaico da ETEC</b>					
<b>Mês</b>	<b>kWh</b>	<b>Mês</b>	<b>kWh</b>	<b>Mês</b>	<b>kWh</b>
Janeiro	6.842,8	Maio	6.251,4	Setembro	7.456,8
Fevereiro	8.311,8	Junho	4.845,4	Outubro	9.214,7
Março	7.839,1	Julho	5.125,2	Novembro	7.363,1
Abril	6.490,7	Agosto	6.938,9	Dezembro	7.943,8

O sistema fotovoltaico, como mostra a Figura 2, traz benefícios financeiros, reduzindo gastos com energia elétrica e garantindo um retorno sobre o investimento dentro do período estimado. Além disso, contribui para a sustentabilidade da ETEC, reduzindo a emissão de CO<sub>2</sub> e promovendo o uso de fontes renováveis. Essa iniciativa reforça o compromisso com a eficiência energética e a preservação ambiental.

Figura 2. Vista do projeto do sistema fotovoltaico da ETEC no PVSol Premium



Fonte: Nunes et al. (2022)

O tempo necessário para que o investimento no sistema fotovoltaico da ETEC de Guaianazes seja recuperado é de aproximadamente três anos, assim como é mostrado no cálculo a seguir, aplicando (1). Isso significa que, após esse período, a economia gerada na conta de energia elétrica compensa o valor investido na instalação. A partir desse ponto, o sistema começa a proporcionar retorno financeiro, garantindo redução de custos e benefícios sustentáveis a longo prazo.

$$\text{Payback} = \frac{213.928,80}{7.051,98 \times 12 \times 0,86} = 2,93 \text{ anos}$$

De acordo com Oliveira et al. (2021), o gasto com energia elétrica representa uma parcela significativa do orçamento das universidades brasileiras. Diante disso, a adoção de sistemas fotovoltaicos tem se tornado uma opção cada vez mais considerada pelos gestores dessas instituições como uma estratégia para reduzir custos operacionais. Veja o panorama na tabela a seguir.

Tabela 4. Uso de energia solar em universidades federais em 2020.

Situação das instituições	Número de universidades	Porcentagem de universidades (%)
Miniusinas solares fotovoltaicos instaladas	24	35
Em fase de instalação das miniusinas solares fotovoltaicos	9	13
Possuem recursos aprovados para aquisição das miniusinas solares fotovoltaicos	2	3
Ainda não conseguiram aprovar recursos ou não possuem iniciativa desta natureza	34	49
Total	69	100

Fonte: Oliveira et al. (2021)

O levantamento sobre o uso da energia solar em universidades federais revelou que aproximadamente 51% dessas instituições já adotaram essa tecnologia, seja por meio de sistemas em operação, em fase de instalação ou com financiamento aprovado. Isto pode ser notado através da tabela acima. Não obstante, observou-se também que algumas universidades possuem apenas uma miniusina, enquanto outras contam com múltiplas unidades. Além disso, há uma tendência de expansão gradual, à medida que novos recursos são disponibilizados [Oliveira et al. 2021].

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a instalação de sistemas fotovoltaicos é eficiente e representa uma solução viável para a redução dos custos com eletricidade. O tempo de payback estimado indica que, após o período de retorno do investimento, há uma contribuição significativa para a sustentabilidade ambiental, reduzindo a dependência de fontes convencionais de energia e gerando economia.

O estudo reforça a importância do uso de ferramentas de simulação para um planejamento mais embasado e preciso, fundamentado em dados concretos. Como

implicação prática, destaca-se a necessidade de políticas de incentivo e financiamento para tornar a energia solar mais acessível a diversas instituições e consumidores.

Outrossim, a adoção da energia solar nas universidades federais avança gradualmente, com 35% das instituições já operando miniusinas, 13% em instalação e 3% com recursos garantidos. A tendência é de crescimento, motivado pela economia financeira e pela busca por maior sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR (2022) "Panorama da energia solar no Brasil". Disponível em: <https://www.absolar.org.br>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CRESESB (2023) "Banco de dados de irradiação solar". Disponível em: <http://cresesb.cepel.br>. Acesso em: 15 jan. 2025.

Neris, A. (2023) "Entenda o que é irradiação solar e como produzir energia fotovoltaica até em dias nublados". Disponível em: <https://www.aldo.com.br/blog/irradiacao-solar/>. Publicado em: 31 jan. 2023. Acesso em: 16 fev. 2025.

Nunes, K. O.; Vieira, L. R.; Pereira, S. A. N.; Pereira, T. A. (2022) "Projeto de Desenvolvimento de Sistema Fotovoltaico On-grid na ETEC de Guaianazes". Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Eletrotécnica) - Escola Técnica Estadual de Guaianazes, São Paulo, SP. Acesso em: 16 fev. 2025.

Oliveira, G. L. N.; Silva, V. R.; Altoé, L. (2021) "Análise do Uso da Energia Fotovoltaica em Universidades". Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharia. Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, RJ. Acesso em: 01 fev. 2025.

# CAPÍTULO XXVIII

## MODELAGEM DE UM ROBÔ SCARA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Giovana Palheta da Silva<sup>1</sup>, Laura da Silva Cordeiro Bentes<sup>1</sup>, Pedro Antonio Branches de Oliveira<sup>1</sup>,  
Vicente César Melo Guedes<sup>1</sup>, Miguel Angel Orellana Postigo<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-28**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

gpdsi.eai24@uea.edu.br, ldscbe.eai24@uea.edu.br, pabo.eng17@uea.edu.br, vcmg.eng24@uea.edu.br,  
mpostigo@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0, com sua ênfase em digitalização e automação, está transformando os processos produtivos globalmente, (Bahrin, 2016). Na Zona Franca de Manaus, um polo industrial crucial, a busca por maior produtividade e eficiência é imperativa para a competitividade. Nesse contexto, a modelagem e simulação de células robóticas, como a dos robôs industriais, emergem como ferramentas poderosas, (Bekey, 2015). A implantação de uma fábrica inteligente envolvendo os conceitos da Indústria 4.0 possui inúmeros desafios, uma vez que são necessárias mudanças radicais nas empresas. Em um cenário onde os consumidores são cada vez mais exigentes e o mercado bastante dinâmico, não há espaço para erros. É necessário um controle total da produção para assegurar a eficiência, flexibilidade e qualidade no processo produtivo, (Lawich, 2019). A capacidade de criar um ambiente virtual permite a otimização de processos antes da implementação física, resultando em economia de tempo, redução de custos e minimização de riscos, (Bahrin, 2016). Este estudo, desenvolvido no curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e do Projeto STEM, explora o potencial da simulação para aprimorar a eficiência e a produtividade industrial.

#### 1.1. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo empregar os conceitos da Indústria 4.0, para desenvolver uma prova de conceito sobre a modelagem digital aplicado a uma célula robótica, que permita avaliar viabilidade de implantação em um ambiente fabril.

E por conseguinte como objetivos específicos há, apreender a programar robôs industriais no ambiente de simulação, aplicado a uma célula robotizada que utiliza um robô do tipo SCARA.

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

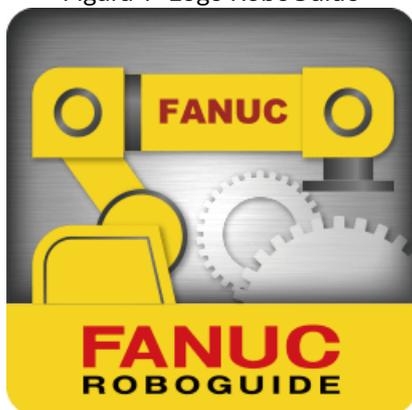
Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, foi necessário seguir algumas etapas para melhor organização e desenvolvimento do projeto. Nesse contexto, na primeira fase, houve pesquisas e levantamento de requisitos para o projeto, a fim de coletar as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Na segunda fase, houve o levantamento de requisitos, estudos de funcionalidades do sistema proposto.

A simulação foi realizada utilizando o software RoboGuide, da FANUC, e teve como foco a implementação de um robô SCARA em atividades de pick and place dentro de um ambiente fabril virtual.

Os materiais e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do estudo incluem:

- Software RoboGuide
- Robô SCARA FANUC SR-6iA
- Objetos virtuais.

Figura 1- Logo RoboGuide



Fonte: FANUC America.

Figura 2- Robô SCARA FANUC SR-6iA



Fonte: Robots Done Right.

O processo de modelagem e simulação da célula robotizada envolveu as seguintes etapas:

## 2.1. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE NO ROBOGUIDE

### I. Criação do Projeto:

- Ao abrir o RoboGuide, selecionamos a opção **HandlingPRO** para simular um ambiente de manipulação de materiais.
- Escolha do tipo de robô do tipo SCARA e definição de parâmetros como atividade a ser realizada, espaço de trabalho e ponto zero.

### II. Adicionando o Robô SCARA:

- No menu de seleção de robôs, escolhemos o modelo **SR-6iA**, adequado para tarefas de pick and place de alta velocidade.
- Posicionamos o robô próximo à esteira, garantindo um alcance adequado para a manipulação do objeto.
- Configuramos os eixos do robô, estabelecendo limites de movimento compatíveis com o espaço de trabalho.

### III. Modelagem da Esteira Transportadora:

- Utilizamos os recursos do RoboGuide para criar uma esteira transportadora virtual.
- Definimos a velocidade de deslocamento da esteira e sua interação com o objeto manipulado.

### IV. Criação do Objeto Manipulado:

- Criamos um modelo tridimensional de uma peça quadrada.
- Configuramos sua interação física com a esteira e o sistema de preensão do robô.

## 2.2. PROGRAMAÇÃO DA TAREFA DE PICK AND PLACE

A programação foi realizada através da interface **Teach Pendant** do RoboGuide:

### I. Definição dos Pontos de Trabalho:

- Registramos os pontos de **coleta** e **deposição** da peça.
- Ajustamos a altura e a posição exata para evitar colisões.

### II. Criação do Script de Pick and Place:

- Implementamos a sequência de comandos no TP (Teach Pendant) para que o robô:
  - i. Aguarde a presença da peça na esteira.
  - ii. Se aproxime do objeto na posição de coleta.
  - iii. Ative o sistema de sucção para agarrar a peça.
  - iv. Desloque-se para a posição de deposição.

- v. Libere a peça na posição desejada.
- vi. Retorne à posição inicial e aguarde a próxima peça.

### III. Testes e Ajustes:

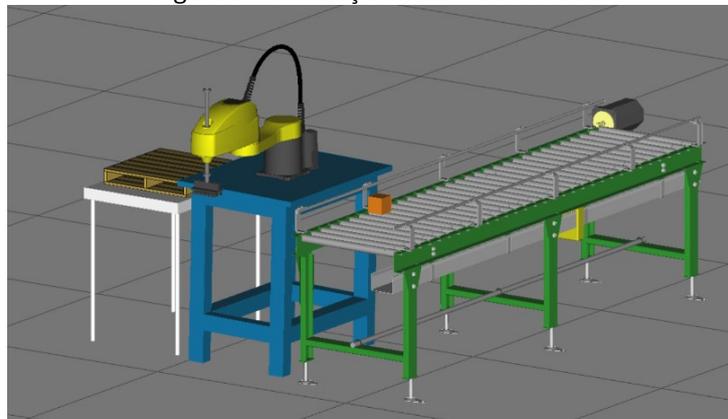
- Executamos múltiplas simulações para verificar possíveis falhas.
- Ajustamos os tempos de espera, velocidades e trajetórias do robô.

## 3. RESULTADOS

Baseado nos resultados obtidos, verificou-se que a modelagem tem suas próprias vantagens e é escolhido com base nas necessidades específicas do projeto robótico. A experiência adquirida neste projeto trouxe um aprendizado abrangente e valioso. O conhecimento adquirido nos preparou melhor para desenvolver projetos robotizados no contexto da indústria 4.0.

Com base no treinamento obtido ao longo do projeto, e utilizando o conhecimento sobre as tecnologias habilitadoras na Indústria 4.0, foi possível realizar o modelo de Célula Robótica em Ambiente Fabril utilizando um robô industrial SCARA mostrados nas figuras 1 e 2.

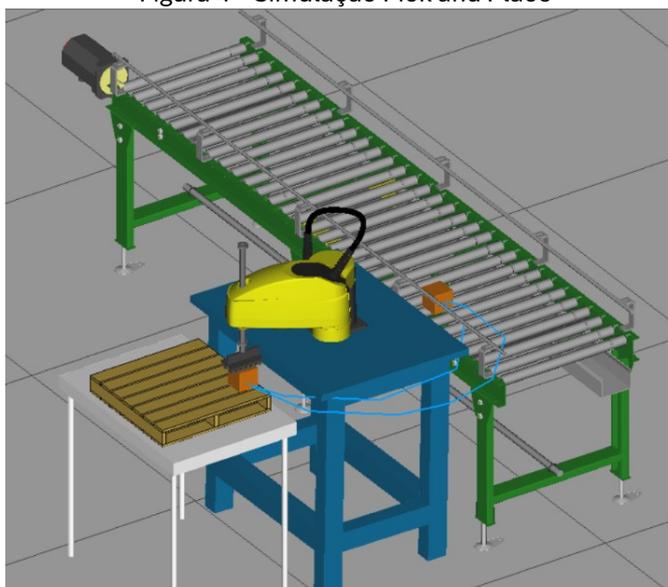
Figura 3 – Simulação com robô SCARA



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados obtidos com a modelagem e simulação da célula robotizada proporcionaram um aprendizado significativo sobre a Indústria 4.0 e a robótica industrial. Durante o estudo, compreendemos a importância da modelagem digital. Além disso, a simulação permitiu avaliar estratégias de layout e fluxo de materiais, contribuindo para a compreensão de conceitos fundamentais da manufatura inteligente.

Figura 4 – Simulação Pick and Place



Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4. CONCLUSÃO

A modelagem e simulação da célula robótica com o robô SCARA demonstraram ser ferramentas eficazes para otimizar processos produtivos e aumentar a eficiência em um ambiente industrial simulado. A capacidade de simular diferentes cenários permitiu identificar e corrigir problemas de design e programação antes da implementação física, resultando em economia de tempo e recursos. A otimização da trajetória do robô e a análise do tempo de ciclo levaram a um aumento significativo da produtividade.

Este estudo, desenvolvido no contexto da Indústria 4.0, ressalta a importância da modelagem e simulação como ferramentas essenciais para a otimização de processos industriais. A simulação permite testar e validar diferentes cenários, otimizar processos e reduzir custos, impulsionando a competitividade da indústria local e preparando futuros engenheiros para os desafios da automação industrial.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bahrin, M. A. K. et al. (2016) “Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic”. Journal Teknologi, Malaysia, p. 137-143.

Bekey, G. A. (2015) Autonomous robots: from biological inspiration to implementation and control. Cambridge, MA, USA: The MIT Press.

Guimarães, F. A. (2017) “Desenvolvimento de robô móvel utilizado para exploração de ambientes hostis”. 227f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) -

Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP.

Lawich, G., Benini, F. A. V., Guimarães, J. P. E. (2019) “Um estudo sobre plataformas visuais de simulação robótica”. In: Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP, X, Sorocaba.

MOTA, Fábio. “Desenvolvimento de uma célula de montagem robotizada utilizada na Indústria 4.0”. (2022). Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/160624/1/Mota\\_2022.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/160624/1/Mota_2022.pdf). Acesso em: 20 fev. 2025.

# CAPÍTULO XXIX

## MONITORAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS

Alice Silva de Oliveira, Isabel Maia Mendonça, Graziela de Almeida Pantoja e  
Julia Keren Vieira Batista

Orientadores: Arlindo Pires Lopes e Renata da Encarnação Onety

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-29**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

asdol.eng24@uea.edu.br, imm.eng24@uea.edu.br, gdap.eng24@uea.edu.br, jkvba.eng24@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ambiental é uma das pautas mais cotadas em todos os cenários da sociedade atualmente, sendo acompanhada pelo desenvolvimento sustentável, e preservação ambiental, que é compreendida como os cuidados especiais com o meio natural que nos cerca, com a necessidade de o manter contínuo e sem escassez dos recursos naturais que são finitos, garantindo a satisfação das exigências das atuais e futuras gerações (Química Nova, 2010). Aliado à preservação ambiental, temos a gestão de resíduos, que é uma importante estratégia a ser adotada no cenário empresarial e industrial. Ainda mais quando falamos sobre a fabricação de produtos, peças, componentes, embalagens e dentre outros produtos, que demandam a matéria-prima plástica. Dentro das indústrias de diferentes segmentos e portes, a utilização de diferentes tipos de matéria-prima plástica é crescente e fundamental, devido a sua maleabilidade e capacidade de compor os mais diferentes produtos. Porém, tanto pós-consumo, com chances de ser descartado incorretamente, como em aterros sanitários sem estrutura adequada e, quanto sem a reinserção de resíduos, refugos e rejeitos plásticos no seu ciclo produtivo ou em outro processo como matéria-prima secundária, gera transtornos e impactos ambientais, devido às suas características, como: baixa degradabilidade no solo, capacidade de impermeabilizar e curta vida útil. (Cardoso *et al*, 2009). Nesse contexto, o gerenciamento de resíduos plásticos dentro de indústrias é uma ferramenta de extrema importância a ser adotada, e posta em prática de maneira efetiva. Para entender de maneira mais íntima e acompanhar a prática da gestão de resíduos plásticos, este projeto de pesquisa focou em analisar e coletar informações sobre o funcionamento do

gerenciamento de resíduos plásticos dentro de empresas do polo industrial de Manaus, junto com a análise de um dos seus principais processos compositores, a logística reversa. Para tanto, foi realizada uma visita técnica dentro de uma empresa de forro PVC e de cabos elétricos em Manaus e foi-se criado o contato com outras X empresas do polo industrial de Manaus, para a obtenção de informações referente às suas práticas de sustentabilidade ambiental, implementação da gestão de resíduos plásticos e reinserção dos mesmos dentro ciclo produtivo. O presente projeto de pesquisa tem como principal objetivo, realizar um sistema de monitoramento eficiente e adquirir dados detalhados de diferentes empresas, pertencentes aos mais diversos setores de fabricação, com a pretensão de construir uma base de dados robusta. Essa base permitirá realizar uma análise comparativa entre as organizações, possibilitando a identificação de padrões de desempenho, boas práticas e iniciativas ambientalmente responsáveis, com o propósito de tirar conclusões consistentes sobre os níveis de eficiência e as estratégias sustentáveis adotadas por cada uma delas. Para obter esses dados e informações, foi realizada a elaboração e o uso de um formulário, contendo diversas perguntas em três aspectos: ambiental, econômico e de gestão e estratégia. O que permitiu de maneira rápida e descomplicada o ganho de informações e dados, permitindo assim, a base para a criação da análise comparativa e a sua exploração para melhores conclusões.

## 1.1. OBJETIVOS

O polo industrial de Manaus é um importante centro industrial na Amazônia, com atividades diversificadas que geram grandes quantidades de resíduos sólidos, incluindo os resíduos plásticos, que são extremamente nocivos para a saúde ambiental e configuram um problema direto para a preservação ambiental. Portanto, o presente projeto de pesquisa buscou realizar um monitoramento ambiental e gestão de resíduos plásticos, duas estratégias importantes e cruciais para garantir a sustentabilidade dentro do polo industrial. Ademais, colaborar com a preservação do meio ambiente, visando entender e acompanhar como se dá a aplicação da logística reversa, acompanhamento das atividades que geram resíduos plásticos no processo, que se deu por meio de um formulário ambiental, e fundamentalmente, entender qual o nível de preocupação da empresa geradora, com os seus resíduos plásticos. Todos esses objetivos foram alcançados a partir de um formulário qualitativo e de múltipla escolha, e impulsionam a busca de abordagens mais viáveis para compreender as

deficiências e lacunas na gestão de resíduos plásticos não só nas empresas analisadas, mas em toda e qualquer corporação que desempenhe ações industriais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados neste projeto de pesquisa foram selecionados cuidadosamente para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos, que foram alcançados a partir de uma pesquisa qualitativa, que buscou a obtenção de informações de forma padronizada e com perguntas estruturadas e obrigatórias, a respeito da importante prática de gerenciamento dos resíduos plásticos. Os métodos para coleta de informações e respostas da pesquisa qualitativa se deram a partir da criação de um formulário, que contém 7 (sete) perguntas de múltipla escolha e outras 21 (vinte e uma) que necessitavam de uma resposta dissertativa, que foi enviado a X empresas do polo industrial de Manaus, que retornaram suas respostas e fortaleceram a base de dados de monitoramento, o que permitiu uma análise comparativa dentre elas, nos tópicos que conversam com a sustentabilidade ambiental no cenário empresarial e industrial. O modelo dessa pesquisa é composto por 5 (cinco) indicadores econômicos, 6 (seis) indicadores sobre resíduos plásticos e meio ambiente e mais 5 (cinco) indicadores de gestão e estratégia. Além disso, foi realizada uma visita técnica presencial em uma empresa de forros PVC e cabos elétricos (Top Cables), o que permitiu um acompanhamento e monitoramento dos resíduos plásticos e da prática de logística reversa, de uma maneira mais íntima e eficaz. Durante tempo integral na visita, como método para obter informações, respostas e material para a construção do projeto, foram realizadas perguntas abertas a respeito do processo de fabricação, das práticas implementadas para retorno dos resíduos e rebarbas plásticas, geradas durante o processo de fabricação do forro branco e do revestimento plásticos dos fios elétricos. Além da realização de visita técnica e da criação de um formulário de monitoramento de resíduos plásticos, foi realizado também, pesquisas bibliográficas, que viabilizaram a compreensão de sustentabilidade e preservação ambiental, logística reversa, indicadores de sustentabilidade e gestão de resíduos plásticos, por meio das plataformas digitais *Scielo* e *Google acadêmico*, onde foram encontrados artigos e periódicos publicados acerca dos assuntos anteriormente citados.

## 3. RESULTADOS

Após uma visita técnica feita a FlexCables, uma empresa de forro PVC em Manaus foi observado que ela fazia 90% de reciclagem da sucata de pvc triturando em um moinho e logo depois reutilizando o material que foi triturado, a empresa também investe na sustentabilidade realizando o descarte correto desses resíduos que não podem ser

reutilizados. A companhia trabalha com modelo de Extrusão como prática adotada para gestão de resíduos plásticos, eles também usam a prática de logística reversa por meio de sistemas de coleta, triagem, reciclagem e destinação final de resíduos.



Figura 1

Figura 2

As figuras 1 e 2 demonstram a matéria-prima plástica para o processo de transformação em PVC.



Figura 3

Figura 4

As figuras 3 e 4 demonstram o processo de fabricação do forro de PVC.



Figura 5

A figura 5 representa o material depois de ter sido utilizado, foi triturado no moinho e transformado em farelo para ser usado em outros materiais.

Logo após a visita técnica foi desenvolvido um formulário com foco em conhecer como as empresas trabalhavam com o descarte de resíduos plásticos, dentre as 4 empresas do distrito Industrial de Manaus, todas fazem pelo menos 1 tipo de reciclagem para resíduos plásticos. As figuras numeradas de 1 a 4 são referentes ao formulário.

A empresa realiza os três tipos de reciclagem para resíduos plásticos? (Reciclagem química, mecânica e térmica).

Sim

Não

Figura 1

Seção 2 de 6

Caso exista algum tipo de reciclagem citada na pergunta anterior.

Como é realizada a reciclagem **química**? (incluir passo a passo, métodos e meios, e finalidade)

Como é realizada a reciclagem **mecânica**? (incluir passo a passo, métodos e meios, e finalidade)

Como é realizada a reciclagem **térmica**? (incluir passo a passo, métodos e meios, e finalidade)

Figura 2

Resíduos plásticos e Meio Ambiente

Em relação ao Art.9 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e olhando para o âmbito de matéria-prima plástica, avalie o desempenho da empresa com as seguintes alternativas:

A empresa possui programas de redução de emissões de gases de efeito estufa (Sim/Não/Parcialmente)? Explique.

Quais são as etapas presentes dentro do modelo gestão de resíduos plásticos adotada pela empresa?

Quais as práticas da empresa para gestão de resíduos plásticos? \*

Quais são os tipos de matéria-prima plástica presentes dentro da produção da empresa? \*

Disposição final ambientalmente correta \*

Tratamentos de resíduos \*

Reciclagem \*

Reutilização \*

Redução \*

Não geração \*

Figura 3

Figura 4

A empresa 1 respondeu que no seu processo de reciclagem química eles fazem o reaproveitamento de polímeros no processo de injeção de plástico. Eles utilizam como economia circular a prática no reaproveitamento da injeção plástica. E com foco em carbono zero.

A empresa 2 realiza a reciclagem mecânica utilizando máquinas que são desmontadas e descartadas em peças devidamente identificadas (metal, ferro, aço e inox) coletados pela empresa terceirizada (Coplast), eles investem na sustentabilidade reaproveitando os materiais de embalagem, utilizamos materiais recicláveis como laminado PET que tem como característica 80% reciclável e 20% virgem. As etapas dentro do modelo de sustentabilidade são resíduos plásticos que são segregados através de coletores que são enviados para a central de resíduos e estes são embalados e enviados para a empresa de reciclagem

(Coplast). A empresa também investe em tecnologia sustentável com 200 placas solares que abastecem parcialmente a fábrica. Também fazem o reaproveitamento da água da chuva através de uma cisterna, essa água é utilizada para uso nos banheiros e para as lavagens.

Quando analisamos a empresa 3 descobrimos que ela está entre as duas empresas que fazem a reciclagem térmica, eles fazem esse tipo de reciclagem na extrusora, o material é aquecido, prensado e extrusado de forma mais compacta, depois armazenado e enviado para reciclagem externa onde passa por transformações física, processos térmicos e mecânicos para se tornar resina novamente. Eles também investem na sustentabilidade através de programas, engenharia dos produtos, controles e campanhas educacionais, sendo assim uma das empresas que mais foca nesses processos.

A empresa 4 faz a reciclagem mecânica utilizando um moinho para moer o material restante ou que foi quebrado durante o processo. E a empresa tem como modelo de gestão de resíduos a Extrusão.

Logo abaixo foi feito gráficos para ter uma análise melhor dos resultados do formulário.

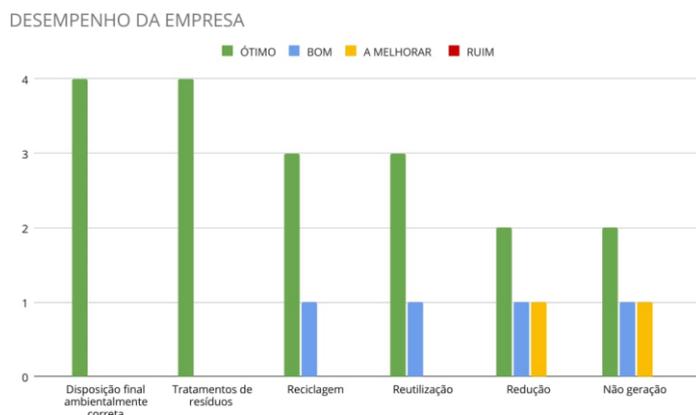


Gráfico 1

A empresa possui uma cadeia de suprimentos sustentáveis?

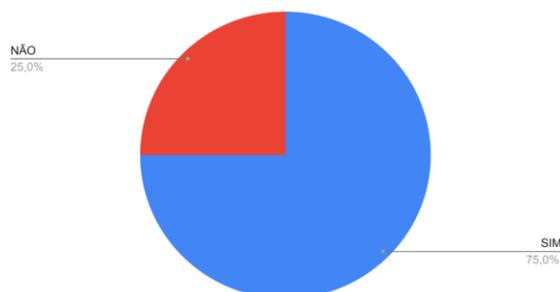


Gráfico 2

## 4. CONCLUSÃO

Um estudo realizado em empresas do Distrito Industrial de Manaus revelou que as empresas adotam a prática de terceirizar a reciclagem e tratamento dos seus resíduos plásticos, o que torna a iniciativa como uma prática comum na região.

A FlexCables se destaca pelo alto índice de reciclagem (90%) de sucata de PVC e pelo investimento em práticas sustentáveis, como a Extrusão e a logística reversa. Outras empresas também demonstram compromisso com a sustentabilidade, utilizando materiais recicláveis, instalando placas solares e reaproveitando a água da chuva.

A diversidade de abordagens e modelos de gestão de resíduos demonstra um cenário promissor para o desenvolvimento de novas soluções e parcerias no setor. O estudo aponta para a necessidade de análises mais aprofundadas para aprimorar as práticas de gestão de resíduos e impulsionar a sustentabilidade na indústria de Manaus.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARDINI VITOR, V.; FERREIRA, F.; DE QN, E. Editorial O QUE É SUSTENTABILIDADE? *Quim. Nova*, v. 33, n. 1, (2010).

CARDOSO, R. S. et al. Uso de SAD no apoio à decisão na destinação de resíduos plásticos e gestão de materiais. *Pesquisa operacional*, v. 29, p. 67–95, (2009).

# CAPÍTULO XXX

## MONITORAMENTO DE GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA

Adriel de Assunção Farias<sup>1</sup>, Rosemiro Andrade Da Silva<sup>2</sup>, Luis Victor Barros Rudnick<sup>3</sup>

DOI: 10.51859/ampla.uss2541-30

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

### 1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica tem um impacto direto nas despesas domésticas e operacionais de empresas, além de influenciar diretamente na sustentabilidade ambiental. Com o aumento da demanda energética e o crescimento das tarifas de eletricidade, torna-se essencial a adoção de tecnologias que permitam um **monitoramento detalhado e preciso** do consumo energético.

A implementação de **sistemas de monitoramento de consumo de energia elétrica** possibilita aos usuários uma melhor **gestão dos gastos**, identificação de padrões de uso e a detecção de desperdícios. O avanço da **Internet das Coisas (IoT)** e a utilização de microcontroladores de baixo custo, como o **ESP32**, tornaram mais acessível o desenvolvimento de soluções inteligentes para controle do consumo elétrico em tempo real.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um **sistema de monitoramento de consumo de energia elétrica**, empregando um hardware baseado no **ESP32**, integrado a sensores de corrente e tensão, bem como uma plataforma de visualização (app ou dashboard Web Server Library). Esse sistema possibilitará o acompanhamento remoto do consumo energético e a tomada de decisões para otimização dos custos elétricos.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para **monitoramento do consumo de energia elétrica em tempo real**, utilizando microcontroladores e sensores específicos, permitindo que o usuário visualize os gastos energéticos e adote medidas para otimização do consumo.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

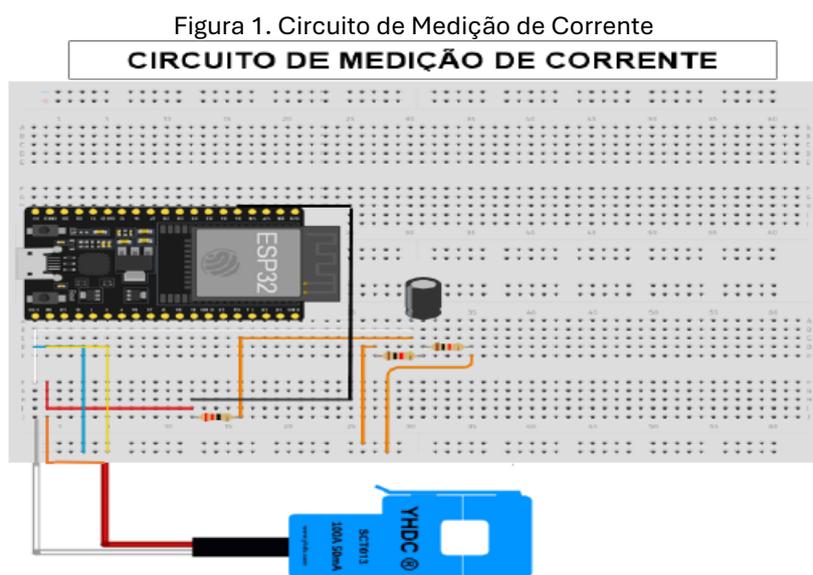
- Implementar um **sensor de corrente elétrica (SCT-013)** para medir o consumo em tempo real.
- Integrar um **microcontrolador ESP32** ao sistema, garantindo conectividade Wi-Fi para envio de dados.
- Desenvolver um **dashboard (Web Server)** para apresentação dos dados coletados.
- Implementar um **banco de dados** que permita análise histórica do consumo energético.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Hardware

O hardware utilizado neste projeto consiste nos seguintes componentes principais:

- **ESP32:** Microcontrolador com Wi-Fi integrado, responsável por processar e enviar os dados para a nuvem.
- **Sensor de Corrente Não Invasivo (SCT-013-000):** Mede a corrente elétrica consumida em um equipamento ou instalação.
- **Módulo Relé 5V:** Permite o desligamento remoto de cargas elétricas caso o consumo ultrapasse um limite estipulado.
- **Fonte de Alimentação 5V/2A:** Para energizar o ESP32 e demais módulos.
- **Jumpers e Protoboard:** Para interligações no circuito e testes experimentais.



Fonte: Próprio Autor (2025)

## 2.2. Software

Para a aquisição e processamento dos dados, foram utilizados os seguintes softwares:

- **Arduino IDE:** Ambiente de programação para o ESP32.
- **Bibliotecas externas:**
  - EmonLib.h (para leitura dos sensores SCT-013).
  - WiFi.h (para conectividade Wi-Fi do ESP32).
  - Web Server Library (para comunicação IoT).

## 2.3. Metodologia

### 2.3.1. Etapas do Desenvolvimento

- I. Montagem do Circuito
  - O sensor SCT-013 é conectado ao ESP32 para capturar a corrente consumida.
  - O ESP32 processa os dados e envia as medições para um servidor IoT.
- II. Diagrama de Conexão
- III. Conexões dos Sensores e Componentes
- IV. Conexão do Sensor de Corrente (SCT-013)
- V. Sinal (A0) → Pino A0 do ESP32
- VI. VCC → 5V do ESP32
- VII. Sinal (A1) → Pino A1 do ESP32
- VIII. Conexão do Relé
- IX. VCC → 5V do ESP32
- X. Sinal (IN) → Pino 23 do ESP32
- XI. COM → Fase da rede elétrica

### 2.3.2. Desenvolvimento do Firmware

- Programação do ESP32 para leitura dos sensores.
  - Implementação de algoritmos para cálculo de potência instantânea e consumo acumulado.
  - Configuração da conectividade Wi-Fi e envio de dados para exibição no dashboard.
- Código C++ para o ESP32 (Monitoramento de Energia)

- O código abaixo utiliza a biblioteca **EmonLib** para medir **corrente elétrica em tempo real** e envia os dados para a Web Server Library (para comunicação IoT), permitindo o monitoramento remoto pelo usuário via interface gráfica.

Figura 3. Tela de Informação dos Valores de Consumo

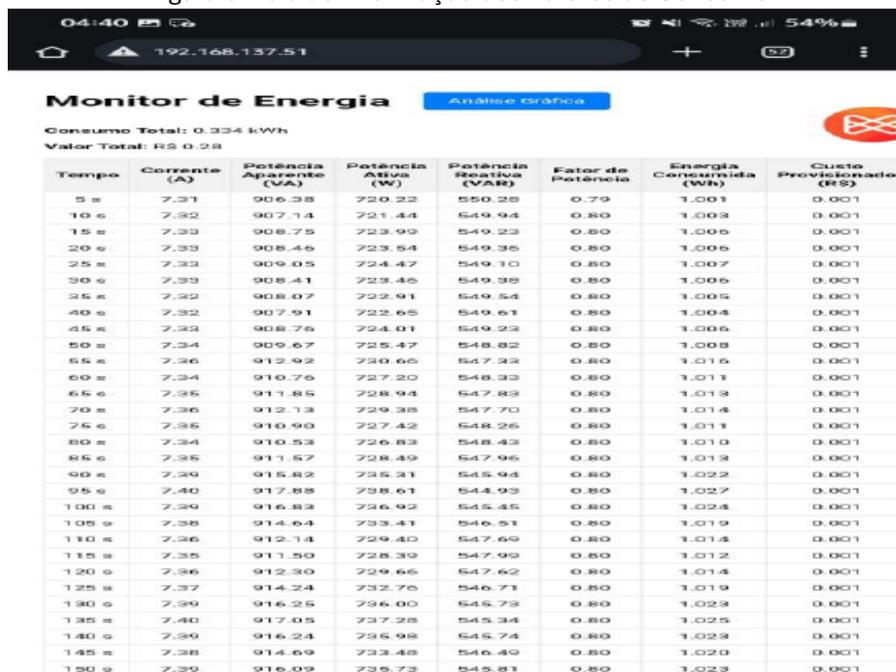
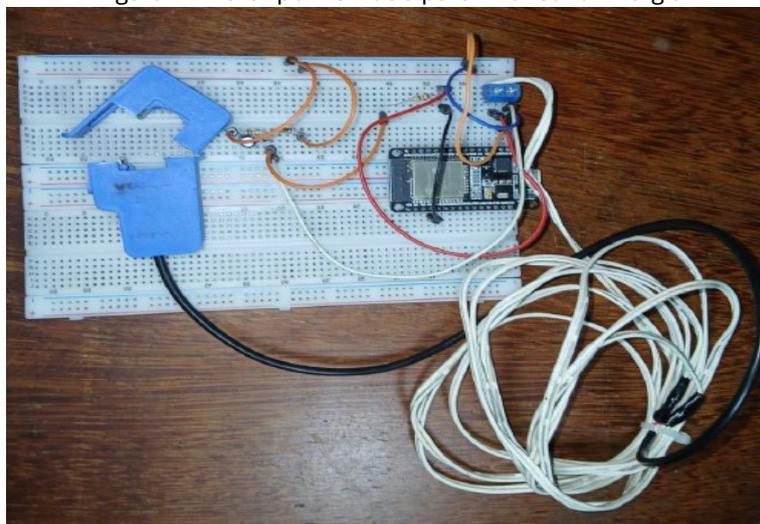


Figura 4. Protótipo Montado para Analisar a Energia



Fonte: A autoria Própria (2025).

### 2.3.3. Testes e Melhorias

Após montar o circuito e carregar o código no **ESP32**, realize os seguintes testes:

- ✓ **Medição da corrente** – Verifique se os valores apresentados no **Monitor Web Server Library** são coerentes.

✓ **Limite de corte** – Teste o desligamento automático quando a potência ultrapassar **2000W**.

✓ **Interface gráfica** – Configure widgets no **Web Server Library** para melhor visualização dos dados.

#### 2.3.4. Conclusão

Este projeto permite monitoramento remoto do consumo de energia elétrica, utilizando um ESP32 com Wi-Fi, sensores SCT-013, e um relé para automação de desligamento.

A principal vantagem deste sistema é permitir que usuários monitorem seu consumo energético em tempo real via interface gráfica, otimizando gastos e reduzindo desperdícios.

Para melhorias futuras, podemos:

- Adicionar aprendizado de máquina para previsão de consumo.
- Integrar um banco de dados no Firebase para consumo histórico detalhado.

#### 2.3.5. Interface Gráfica e Monitoramento

- Implementação de uma interface em Firebase ou em outro framework, exibindo os seguintes dados:
  - Consumo em tempo real (kWh).
  - Histórico de consumo diário, semanal e mensal .
  - Alertas automáticos para consumo acima do esperado.
- Notificações via smartphone sempre que um pico de consumo for detectado.

#### 2.3.6. Testes e Validação

- Testes em cenários reais, comparando os dados do sistema com medições de medidores convencionais.
- Ajustes na calibração para garantir precisão nas leituras.

### 3. CONCLUSÃO

A implementação de sistemas de monitoramento de consumo de energia elétrica baseados em microcontroladores como o ESP32 apresenta vantagens significativas para residências, indústrias e estabelecimentos comerciais. O uso de sensores inteligentes permite um acompanhamento preciso do consumo energético e possibilita a redução de desperdícios, além de contribuir para a tomada de decisões estratégicas na economia de energia.

Os testes realizados demonstraram a eficácia do sistema em identificar padrões de consumo, bem como sua capacidade de alertar o usuário sobre picos de energia e possíveis falhas nos dispositivos elétricos. A utilização de tecnologia IoT possibilitou um acesso remoto aos dados, tornando o monitoramento prático e acessível via aplicativos.

Para futuras melhorias, sugere-se a integração com inteligência artificial para análise preditiva do consumo e a automação avançada, como desligamento automático de aparelhos em horários ociosos, reduzindo ainda mais os custos com energia elétrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, R. **Automação Residencial com ESP32 e Internet das Coisas**. Porto Alegre: Ed. MakerTech, 2020.

DATASHEETS dos **sensores SCT-013**, disponíveis nos sites dos fabricantes.

Documentação oficial do **ESP32** – <https://espressif.com/>

GAMA, Icaro. **Protótipo de Monitoramento e Consumo de Energia Baseado em IOT para Ambientes Residenciais – TCC2**. Manaus – AM, 2024.

# CAPÍTULO XXXI

## MONITORAMENTO DO PROCESSO DE ENCHIMENTO DA CAIXA D'ÁGUA UTILIZANDO ESP32

Giovana Palheta da Silva<sup>1</sup>, Lucas Reniele Amorim de Andrade<sup>1</sup>, Luiz Carlos Viana dos Santos<sup>1</sup>, Pedro Henrique Alves Dutra<sup>1</sup>, Vinícius Gonçalves de Azevedo<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-31**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

gpdsi.eai24@uea.edu.br, lrada.ele19@uea.edu.br, lcvsda.ele24@uea.edu.br, phadu.ele24@uea.edu.br,  
vgdaz.ele24@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O desperdício de água é um dos grandes desafios enfrentados na atualidade, tanto em residências quanto em estabelecimentos comerciais e industriais. O consumo descontrolado e a falta de monitoramento eficaz podem ocasionar prejuízos financeiros e impactos ambientais significativos.

Diante desse cenário, a utilização de tecnologias de automação e Internet das Coisas (IoT) tem se mostrado uma solução eficiente para reduzir o desperdício hídrico, garantindo um uso mais racional da água. Nesta pesquisa, propõe-se o desenvolvimento de um sistema de monitoramento do nível de uma caixa d'água utilizando o microcontrolador ESP32, sensores de nível e conectividade Wi-Fi para envio de dados a uma plataforma de monitoramento em tempo real.

O sistema proposto visa registrar e alertar o usuário sobre níveis críticos e possibilitando a interrupção do fluxo de água de forma manual. Com isso, pretende-se aumentar a eficiência no uso da água e reduzir o desperdício.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para monitoramento do nível da caixa d'água utilizando o ESP32, permitindo o controle do consumo hídrico e a mitigação do desperdício.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Integrar o microcontrolador ESP32 com sensores de nível de água para coletar dados em tempo real;
- Implementar um sistema de notificação (via aplicativo ou web) para alertar sobre o nível da água na caixa d'água;
- Desenvolver uma interface que permita ao usuário acompanhar o monitoramento remotamente;
- Garantir que o sistema funcione de forma autônoma e de baixo consumo energético.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. MATERIAIS UTILIZADOS

Para a construção do sistema de monitoramento da caixa d'água, serão utilizados os seguintes componentes:

#### **Hardware:**

- ESP32 – Microcontrolador com conectividade Wi-Fi e Bluetooth;
- Sensor de Nível Ultrassônico (HC-SR04 ou similar) – Para medição do nível da água na caixa;
- Display OLED ou LCD 16x2 (opcional) – Para exibição local dos dados;
- Fonte de alimentação 5V ou Bateria Li-ion – Para manter o sistema operando de forma autônoma;
- Jumpers e protoboard – Para conexão dos componentes.

#### **Software:**

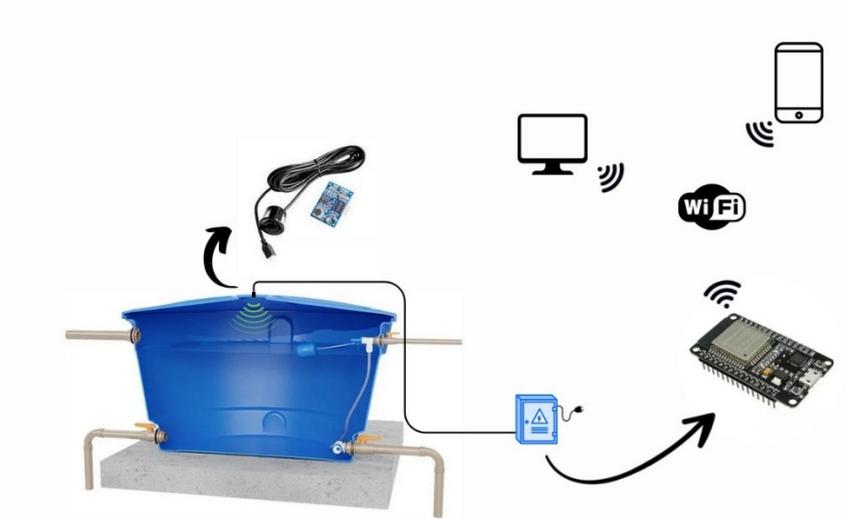
- Arduino IDE – Ambiente de programação do ESP32;
- Bibliotecas adicionais (WiFi, Servo, etc.) – Para integração dos sensores e comunicação com a nuvem;
- Blynk ou Firebase – Para visualização remota dos dados;
- Servidor MQTT (opcional) – Para comunicação entre dispositivos no sistema IoT.

#### **Firmware:**

- Conexão Wi-Fi – O ESP32 se conecta à rede para enviar dados ao servidor.

- Monitoramento do nível da água – Mede a distância até a superfície da água usando o HC-SR04.
- Envio de dados ao Blynk – O nível da água aparece no aplicativo e o usuário recebe notificações quando a caixa está cheia ou vazia.

Figura 1 – Esquema visual do projeto



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2.2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do sistema será estruturado em três principais etapas:

### 2.2.1. Desenvolvimento do Firmware:

- Programação do ESP32 utilizando a Arduino IDE para leitura dos sensores e controle da válvula solenoide.
- Implementação da comunicação via Wi-Fi para envio dos dados a uma plataforma de monitoramento (ex.: Firebase, ThingSpeak, Blynk).

### 2.2.2. Montagem do Hardware:

- Conexão dos sensores de nível ao ESP32 para captação dos dados.

### 2.2.3. Integração e Testes:

- Configuração do sistema para apresentar níveis de alarme quando a caixa d'água estiver próxima do limite.
- Testes de desempenho, analisando tempo de resposta, precisão das leituras e eficiência energética do sistema.

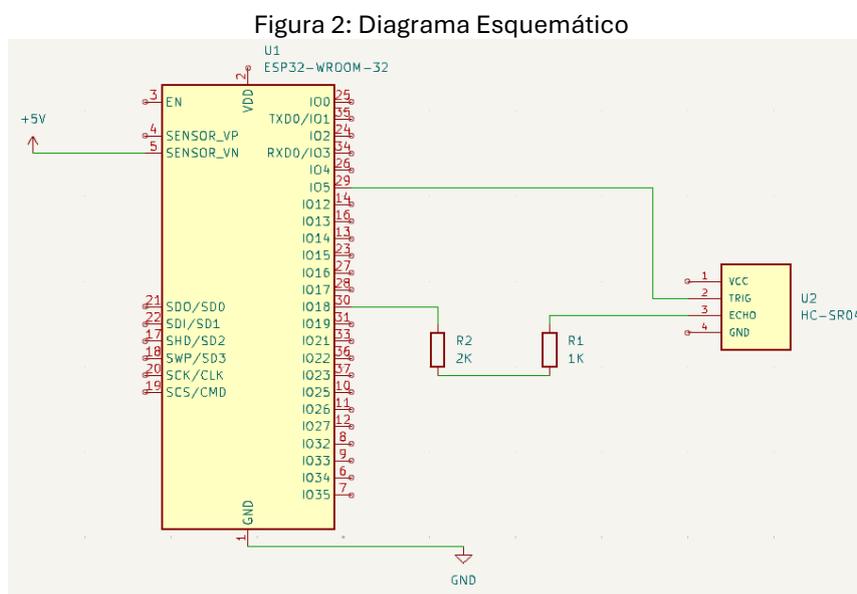
## 2.3. DESENVOLVIMENTO DO FIRMWARE (C++)

O código usado no projeto inclui:

- Leitura do sensor ultrassônico para medir o nível da água.
- Conectividade Wi-Fi para envio dos dados a um dashboard IoT (Blynk, Firebase ou MQTT).
- Notificação ao usuário via aplicativo quando o nível estiver muito baixo ou alto.

## 2.4. ESQUEMÁTICO ELETRÔNICO DO CIRCUITO

Abaixo está um esquema de ligação com os componentes necessários no projeto.



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 2.4.1. Componentes:

- ESP32 → Controlador principal do sistema.
- HC-SR04 → Sensor de nível de água (ultrassônico).
- Fonte 5V para ESP32.

### 2.4.2. HC-SR04

- VCC → 5V do ESP32
- Trigger → D5 do ESP32
- Echo → D18 do ESP32 (usar divisor de tensão com resistores de 1kΩ e 2kΩ para reduzir 5V para 3.3V)
- GND → GND do ESP32

### 2.4.3. Módulo Relé

- VCC → 5V do ESP32
- GND → GND

## 2.5. TESTES E MELHORIAS

Após montar e configurar o firmware, os seguintes testes podem ser realizados:

- Medir a precisão do sensor ultrassônico – Ajustar a calibração caso necessário.
- Simular níveis críticos e verificar a resposta do sistema.
- Verificar a confiabilidade das notificações no Blynk.
- Testar diferentes fontes de alimentação para garantir autonomia e eficiência.
- Implementar um painel solar para tornar o sistema mais sustentável (opcional).

## 3. RESULTADOS

Após a implementação do sistema, espera-se obter os seguintes resultados:

- Monitoramento preciso do nível da caixa d'água em tempo real, com envio de dados para um servidor na nuvem e visualização remota via aplicativo ou dashboard web;
- Redução significativa do desperdício de água, evitando o transbordamento devido ao acionamento automático do corte do fluxo;
- Implementação eficiente do ESP32, garantindo baixo consumo de energia e alta conectividade para envio de dados.

Nas fases de testes, serão realizados diferentes cenários de simulação de consumo para avaliar a eficiência da captação e transmissão dos dados, bem como a resposta do sistema de fechamento automático

## 4. CONCLUSÃO

O projeto proposto visa integrar a automação residencial com o monitoramento inteligente do consumo de água, utilizando ESP32 e sensores de nível para evitar desperdícios. A solução desenvolvida permite monitorar remotamente o nível da caixa d'água, notificando o usuário sempre que for necessário intervir, tornando o consumo mais sustentável e econômico.

Com a implementação do sistema, espera-se contribuir para uma gestão hídrica mais eficiente, auxiliando tanto residências quanto empresas na redução do consumo excessivo de água e na prevenção de desperdícios devido a transbordamentos. A continuidade do projeto

possibilitará aprimoramentos, como a integração com assistentes virtuais (Google Assistant, Alexa), acionamento autônomo de válvulas para controle do volume da água, bem como a inclusão de painéis solares para alimentação autônoma do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, C. (2021) “Internet das Coisas e Aplicações em Automação Residencial”. São Paulo: Editora XYZ

Documentação oficial do ESP32. Disponível em: <<https://espressif.com/>>.

SILVA, J. P. da. (2024) “Monitoramento de nível de água e detecção de falhas através do sistema IoT”. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade Multivix, Vitória, 2024. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2024/09/MONITORAMENTO-DE-NIVEL-DE-AGUA-E-DETECCAO-DE-FALHAS-ATRAVES-DO-SISTEMA-IOT.pdf>>.

SILVA, V. C. S.; MOTA, A. A. (2014) “Aplicação de redes de sensores sem fio para sensores de fluxo de água em instalações industriais e prediais”. In: XIX Encontro de Iniciação Científica, Campinas. Anais [...]. Campinas, 2014. Disponível em: <<repositorio.utfpr.edu.br>>.

SOUZA, R. (2020) “Monitoramento e Controle de Sistemas Hidráulicos com Sensores Inteligentes”. Porto Alegre: Ed. Engenharia.

# CAPÍTULO XXXII

## O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MELHORIA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Vitória Souza dos Santos<sup>1</sup>, João Batista Ponciano<sup>2</sup>, Andréa Freitas Fragata<sup>3</sup>, Edvam de Oliveira Nunes<sup>4</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-32**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

vsdsa.eai24@uea.edu.br, jponciano@uea.edu.br, affragata@uea.edu.br, enunes@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A inclusão é um princípio fundamental para garantir igualdade de oportunidades e participação plena na sociedade, especialmente no campo educacional. No entanto, muitas pessoas ainda enfrentam barreiras significativas que limitam seu acesso à educação, emprego e serviços essenciais. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora para impulsionar a inclusão, superando obstáculos físicos, cognitivos e comunicativos. Sua capacidade de personalizar o ensino, adaptar conteúdos e disponibilizar suporte acessível transforma a maneira como interagimos com o processo educacional, oferecendo soluções inovadoras para atender às diversas necessidades dos alunos, principalmente daqueles com deficiências (Figura 1).

Segundo Conte, Ourique e Basegi (2017) a diversidade na formação dos indivíduos pode gerar conflitos com o sistema legal burocrático que impõe um ensino uniforme e padronizado a partir de regras e modelos, essa atribuição resulta em um processo educativo rígido, que torna a autoestima, autonomia e atuação dos educadores da área limitada. Nesse cenário é necessário considerar os processos de educação e formação como um ambiente que proporciona experiências sociais, com ênfase no fortalecimento de relações que sejam tanto educativas quanto sociais, promovendo a justiça e a solidariedade.

Nessa perspectiva torna-se necessário o Atendimento Educacional Especial (AEE) aos alunos que possuem deficiência seja ela cognitiva, sensorial ou física. O AEE possui normas, segundo As Diretrizes Operacionais do AEE (BRASIL, 2009, art. 13) definem como uma das competências do professor do AEE “VII – ensinar e usar a tecnologia assistiva de forma a ampliar habilidades funcionais dos alunos, promovendo autonomia e participação”.

Figura 1 – Suporte da IA na Educação Inclusiva.



Fonte: gerado por IA/Autora. (2025)

Dessa forma a IA torna-se uma alternativa de apoio ao ensino permitindo acesso a uma educação mais equitativa. Para Echevarria (2024) a IA é um campo amplo e diversificado, abrangendo desde ‘sistemas especialistas’, que imitam o pensamento humano, até ‘redes neurais’ que reproduzem o funcionamento cerebral. Essas tecnologias desempenham um papel fundamental em ambientes de aprendizagem, adaptando-se às necessidades individuais de cada aluno.

Os sistemas adaptativos destacam-se dentre as utilidades da IA na educação especial, como afirma Ferrarini, Saheb e Torres (2019, apud Santos et al, 2023), esses sistemas são desenvolvidos para acompanhar o desempenho dos alunos e ajustar o conteúdo educacional com base em seu progresso e necessidade individual. Eles podem fornecer atividades personalizadas, que se ajustam ao nível de conhecimento de cada aluno, e recomendações de estudo que ajudam a direcionar o aprendizado. Além disso, oferecem feedback em tempo real, permitindo que os alunos entendam seu desempenho e façam ajustes conforme necessário, possibilitando que evoluam no seu próprio ritmo.

## 2. OBJETIVOS

A educação inclusiva busca assegurar que todos os alunos, independentemente de suas diferenças e necessidades específicas, tenham acesso a um aprendizado de qualidade. Nesse contexto, o ensino personalizado surge como uma estratégia essencial para atender às demandas individuais dos estudantes, promovendo uma experiência educacional mais equitativa e eficaz.

Desse modo, o presente estudo tem como objetivos apresentar os benefícios do ensino personalizado na educação inclusiva, além de propor a implementação de ambientes educacionais mais acessíveis através dos recursos disponíveis em plataformas e aplicativos de Inteligência Artificial.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica para a análise de estudos recentes sobre os impactos causados na educação inclusiva a partir de utilização dos recursos disponibilizados pela Inteligência Artificial. A partir dessa revisão foram identificadas aplicações e práticas que têm demonstrado resultados positivos na área, destacando-se os aplicativos de reconhecimento de voz, leitores de tela e algoritmos de aprendizado adaptativo.

A proposta do projeto, na etapa seguinte, seria a implementação de uma plataforma educacional baseada em IA, que auxiliasse na identificação de dificuldades específicas com a indicação de métodos de ensino personalizado, permitindo um melhor acompanhamento dos estudantes com deficiências que ingressam nos cursos disponibilizados pela Escola Superior de tecnologia – EST – UEA.

### **4. RESULTADOS**

Uma vez implementado, os resultados esperados para este projeto, seriam as contribuições para uma maior compreensão sobre o impacto positivo da IA na educação inclusiva, destacando sua capacidade de reduzir barreiras e ampliar oportunidades de aprendizado para todos, promovendo um ensino mais justo e igualitário.

### **5. CONCLUSÃO**

A adoção da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta educacional tem demonstrado benefícios significativos na inclusão de alunos com necessidades especiais em diversos níveis de ensino, desde o fundamental até o superior. A IA pode oferecer recursos personalizados que atendem às necessidades individuais de aprendizagem, como a adaptação de conteúdos e a disponibilização de suporte em tempo real, facilitando a participação desses alunos no ambiente escolar. No entanto, é fundamental destacar que a IA, por si só, não resolve todos os desafios da educação inclusiva. Sua eficácia depende da implementação de estratégias bem planejadas que considerem o contexto educacional e as particularidades de cada aluno.

Para que a integração da IA na educação inclusiva seja realmente eficaz, é essencial o envolvimento ativo dos profissionais da educação. Esses profissionais precisam estar capacitados para utilizar as tecnologias de forma adequada, além de serem capazes de identificar as necessidades dos alunos e oferecer um suporte efetivo. A formulação de políticas públicas que garantam a formação adequada desses educadores é igualmente crucial, pois assegura que eles tenham acesso a recursos e treinamento necessários para lidar com a diversidade presente nas salas de aula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Resolução n. 4, de 2 de outubro de 2009. Institui Diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na educação básica, modalidade educação especial. Brasília, DF: MEC, 2009.

CONTE, E., OURIQUE, M. L. H., BASEGIO, A. C. Tecnologia assistiva, direitos humanos e educação inclusiva: uma nova sensibilidade. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v.33, 2017. 10.1590/0102-4698163600.

ECHEVARRIA, A. B. Inteligência artificial na personalização do ensino para alunos com necessidades especiais: uma perspectiva neurocientífica. In: Congresso Brasileiro On-line de Ensino, Pesquisa e Extensão, 3, 2024. 10.51189/ensipex2024/28760.

JUNIOR, A. L. S.; VIDAL, L. C. Utilização da inteligência artificial na acessibilidade. *Engenharias - Automação, Robótica, Metrologia e Energia: estudos e tendências*, Guarujá: Editora Científica Digital, 2023, p. 196-211. 10.37885/230412879.

SANTOS, S. M. A. V. et al. A arte da personalização do ensino: a Inteligência Artificial nos palcos da educação especial. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v.17, n.2, p. 01-17, 2024. 10.55905/revconv.17n.2-008.

SILVA, C. A. O uso da Inteligência Artificial como facilitador no processo de ensino-aprendizagem de alunos com necessidades especiais. Disponível em: <https://portal.ifto.edu.br/porto/campus-porto/ensino/biblioteca/acervo/tfc-trabalho-final-de-curso/especializacao-em-docencia-na-educacao-profissional-e-tecnologica/tfc-de-anatalia-carvalho-da-silva.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2024.

# CAPÍTULO XXXIII

## PROJETO DE UM CONVERSOR CC/CC – TIPO BUCK DE SAÍDA 12V/6V(DIDÁTICO) PARA SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Arthur Henrique Nascimento de Carvalho<sup>1</sup>, Ângelo de Souza Marques Neto<sup>1</sup>, Isaac Nogueira Serique <sup>1</sup>, Gustavo Xavier de Oliveira<sup>1</sup>, Rebeca Pinto de Oliveira<sup>1</sup>, Weverson dos Santos Cirino<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-33**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

ahndca.eng24@uea.edu.br, adsmne.eng24@uea.edu.br, inse.eng24@uea.edu.br, gxdo.eng24@uea.edu.br, rpdol.eng24@uea.edu.br, wdsanos@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo o entendimento didático de um conversor CC/CC do tipo buck e sua relevância no funcionamento de sistemas solares fotovoltaicos, considerando conceitos de eletrônica de potência, como chaveamento de semicondutores e filtro utilizando capacitores e indutores. O problema que motiva esta pesquisa é a necessidade de regular a tensão em sistemas fotovoltaicos e outros dispositivos que utilizam baterias, visto que a tensão gerada pelas células solares pode ficar comprometendo o desempenho do sistema. Este projeto tem como foco entender o funcionamento de um conversor do tipo Buck com entrada de 12V e saída de 6V, aplicado em sistemas solares fotovoltaicos, assim como expandir o conhecimento na área de eletrônica.

#### 1.1. OBJETIVOS

O projeto em questão tem como objetivo principal compreender de que forma atua um conversor CC/CC do tipo Buck, com entrada de 12 V e saída de 6V, através do uso de componentes ativos e passivos.

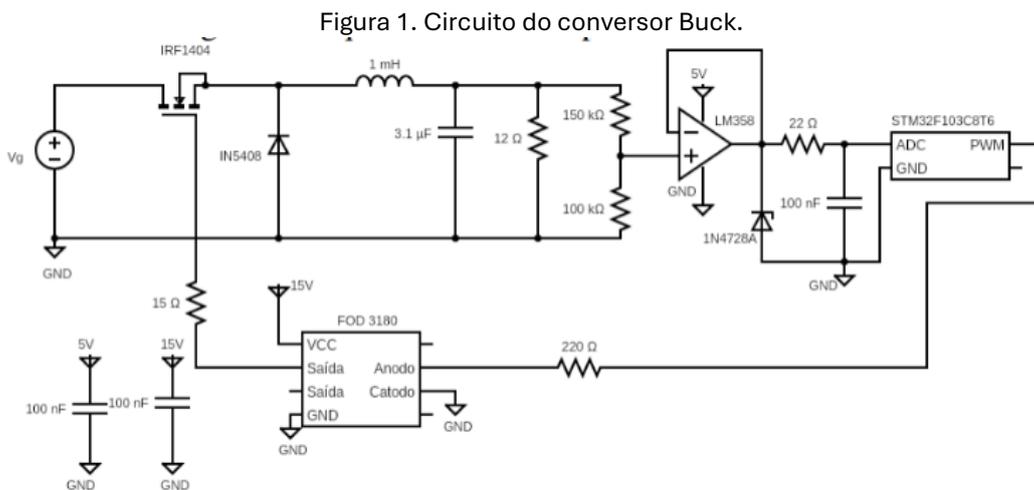
Em meio a esse contexto, estudar conversores de energia, suas classificações e tipos; entender como funciona os dispositivos semicondutores presentes no conversor CC/CC tipo Buck; e entender a sua importância aplicada em outros sistemas também são objetivos que são necessários no desenvolvimento do projeto.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica abrangente, seguida de análise e síntese dos conceitos estudados. A metodologia adotada foi dividida em etapas que incluíram: pesquisa bibliográfica sobre efeito fotovoltaico, painel fotovoltaicos e conversores CC/CC do tipo Buck; a avaliação da utilização do conversor Buck em sistemas fotovoltaicos com relação aos seus benefícios, como aumento de eficiência, redução de custos ou melhoria no desempenho do sistema

## 3. RESULTADOS

Com base na revisão bibliográfica, foi possível descrever o princípio de funcionamento do conversor Buck, destacando sua capacidade de reduzir a tensão de entrada (12V) para uma tensão de saída desejada (6V) com alta eficiência. É possível visualizar abaixo um modelo de circuito de conversor Buck tirado de um TCC, cujo autor é Armando Lorenzo Colombo Bratawinata



Fonte: Adaptado de [Bratawinata 2020].

A relação entre o ciclo de trabalho ( $D$ ) e a tensão de saída foi calculada teoricamente, conforme a equação:  $V_{OUT} = D \cdot V_{in}$ .

Para uma tensão de entrada de 12V e saída de 6V, o ciclo de trabalho ideal seria de 50%. Essa análise teórica demonstra a viabilidade do conversor Buck para aplicações que exigem redução de tensão.

Nesse contexto, estudos indicam que conversores Buck possuem eficiência típica entre 85% e 95%, dependendo dos componentes utilizados e das condições de operação. A

perda de energia ocorre principalmente devido à resistência série dos componentes, chaveamento do transistor e dissipação no diodo. A análise teórica sugere que, com componentes de qualidade e um projeto adequado, o conversor Buck pode ser altamente eficiente.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos, embora teóricos, demonstram a viabilidade e os benefícios do uso do conversor Buck em sistemas que necessitam de redução de tensão, como no caso de uma entrada de 12V para uma saída de 6V. A análise bibliográfica e os cálculos teóricos fornecem uma base sólida para futuras implementações práticas ou simulações, que poderão validar e complementar os achados deste estudo.

Essa abordagem permite apresentar resultados consistentes e relevantes mesmo sem a implementação prática ou simulação, utilizando fundamentação teórica e análise comparativa para embasar suas conclusões.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Erickson & Maksimovic 2001] ERICKSON, R. W.; MAKSIMOVIC, D. *Fundamentals of power electronics*. 2. ed. New York: Springer, 2001.

[Mohan et al. 2003] MOHAN, N.; UNDELAND, T. M.; ROBBINS, W. P. *Power electronics: converters, applications, and design*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

[Pressman et al. 2009] PRESSMAN, A. I.; BILLINGS, K.; MOREY, T. *Switching power supply design*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.

[Bratawinata 2020] BRATAWINATA, A. L. C. *Projeto, montagem e controle de conversor CC-CC do tipo Buck*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2020.

[Hauke 2011] HAUKE, B. *Basic Calculation of a Buck Converter's Power Stage*. Application Report SLVA477B. Texas Instruments, 2011. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/an/slva477b/slva477b.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

[ONSEMI 2025] ONSEMI. *1N5822: Schottky Barrier Rectifier*. Disponível em: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/1n5822-d.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

[Vishay 2025] VISHAY. *IRF540N: Power MOSFET*. Disponível em: <https://www.vishay.com/docs/91021/irf540n.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

[MathWorks 2025] MATHWORKS. *Simulink – Power Electronics and Drives*. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

# CAPÍTULO XXXIV

## PROTÓTIPO INTELIGENTE DE UM IDENTIFICADOR PARA ESTACIONAMENTOS

Daniel Barbosa de Sousa<sup>1</sup>, Marcos Figueiredo de Souza Junior<sup>1</sup>, Matheus Nogueira Maciel<sup>1</sup>, Sophia Dafne Melo de Siqueira<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-34**

<sup>1</sup> Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

dbds.eng23@uea.edu.br, mfdsj.eng21@uea.edu.br, mnm.eng23@uea.edu.br, sdmds.eng23@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Este projeto apresenta um sistema de monitoramento e visualização da quantidade de vagas disponíveis em um estacionamento. Utilizando um display LCD 16x2, o sistema exibe a quantidade de vagas livres em tempo real, enquanto a ocupação individual de cada vaga é sinalizada através de LEDs: um vermelho indicando vaga ocupada e um verde indicando vaga livre.

Para concretizar essa solução, emprega-se um Arduino Mega, programado via seu IDE, em conjunto com sensores ultrassônicos HC-SR04. Os sensores detectam a presença de veículos nas vagas, enviando as informações ao Arduino, que realiza as operações necessárias para atualizar o display e acionar os LEDs de sinalização.

#### 1.1. OBJETIVOS

O principal objetivo deste projeto é desenvolver um protótipo de estacionamento inteligente, capaz de monitorar em tempo real a disponibilidade de vagas, exibindo a quantidade de vagas livres e ocupadas de forma precisa e eficiente.

##### 1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar um sistema de visualização com um display LCD 16x2 para exibir a quantidade de vagas disponíveis.
- Utilizar sensores ultrassônicos HC-SR04 para detectar a ocupação das vagas de estacionamento.
- Programar um Arduino Mega para processar os dados dos sensores e controlar a

sinalização por LEDs, indicando a ocupação de cada vaga.

- Garantir que o sistema opere de forma eficiente e confiável, proporcionando uma solução prática e acessível para a gestão de vagas de estacionamento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizamos diversas discussões para determinar a melhor abordagem para obtermos resultados otimizados. Embora o microcontrolador ESP-32 tenha sido nossa primeira escolha, constatamos que ele não atendia aos requisitos do projeto. Nosso objetivo era desenvolver um sistema de estacionamento com seis vagas, onde cada vaga seria equipada com um sensor e dois LEDs. No entanto, o ESP-32 não possui pinos suficientes para acomodar todas as conexões necessárias.

Além disso, o sensor HC-SR04, que escolhemos para detectar a presença de veículos, requer uma alimentação de 5V, enquanto o ESP-32 oferece apenas 3,3V, tornando-o incompatível sem a utilização de componentes adicionais para a conversão de tensão. Diante dessas limitações, optamos pela utilização do arduino mega, que possui muitos pinos e fornece 5V para o circuito.

O microcontrolador utilizado, Arduino Mega ATmega2560, oferece uma maior capacidade de processamento e memória em comparação a outras placas, além de possuir um número maior de portas digitais e analógicas. Ele possui 54 pinos digitais de entrada/saída (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, permitindo a leitura de uma ampla gama de sensores e 4 portas seriais (UARTs) para comunicação serial, o que facilita a integração com múltiplos dispositivos seriais ao mesmo tempo, opera em 5V, com uma tensão de entrada recomendada entre 7V e 12V, suportando até 20V. Assim como outras placas Arduino, o escolhido é programado usando a linguagem de programação Arduino (baseada em C/C++) e a IDE Arduino. A ampla comunidade de usuários e o grande número de bibliotecas disponíveis tornam o desenvolvimento de projetos mais fácil e acessível.

Para a montagem do protótipo, utilizamos uma base de isopor com 50mm de espessura. Pintamos a superfície superior com tinta guache nas cores preto e branco, recriando o layout de um estacionamento. Nesta maquete, demarcamos seis vagas e fizemos aberturas para o posicionamento de protoboards.

As protoboards, ou matrizes de contato, são placas perfuradas que permitem a inserção e conexão de componentes eletrônicos sem a necessidade de soldagem,

proporcionando uma maneira prática e flexível de montar circuitos temporários para testes e experimentações. No nosso caso, utilizamos seis mini protoboards, cada uma com dimensões de 45x34x8.5mm, alocando uma para cada vaga do estacionamento. Nessas protoboards, posicionamos os sensores ultrassônicos e os LEDs.

Conforme mencionado anteriormente, o sensor ultrassônico possui quatro pinos de conexão, todos os quais devem ser conectados ao Arduino. Para simplificar as conexões e reduzir o número de cabos, associamos os pinos GND, VIN e TRIG de todos os sensores em série e conectamos essa associação ao Arduino. Dessa forma, conseguimos otimizar o espaço e a organização dos cabos, mantendo a eficiência do sistema.

Além disso, posicionamos dois leds juntamente aos sensores, um vermelho e um verde. Enquanto o sensor ultrassônico não detectava que nenhuma vaga estava ocupada, o led vermelho ficava aceso. Quando o sensor detectava que a vaga estava ocupada, o led vermelho era desligado e o verde era aceso em seu lugar.

Normalmente, em projetos com Arduino, as conexões são realizadas usando cabos jumpers, que geralmente têm entre 10 e 20 cm de comprimento. No entanto, em nosso projeto, a distância entre os sensores e o Arduino era significativamente maior que 20 cm, exigindo uma solução alternativa. Para superar esse desafio, optamos por utilizar o cabo RJ45, no qual possui 7 vias em seu interior com 1 metro de comprimento cada.

Este tipo de cabo, frequentemente empregado em sistemas de internet, possui sete condutores individuais, permitindo a conexão eficiente e organizada dos componentes ao Arduino. Essa solução nos permitiu cobrir a distância necessária sem comprometer a integridade das conexões.

Em seguida, integramos um módulo I2C para um display LCD 16x2. Esse módulo simplifica as conexões, reduzindo o número de fios necessários e facilitando a comunicação entre o display e o Arduino. Com o módulo I2C, é possível controlar o display utilizando apenas dois pinos do Arduino, o que é ideal para projetos com limitações de pinos disponíveis.

No display, exibimos a quantidade de vagas disponíveis no estacionamento. Além disso, como dedicamos uma vaga exclusiva para pessoas com deficiência (PCD), o sistema também indica no display se essa vaga específica está ocupada ou disponível. Essa funcionalidade garante que a informação sobre a acessibilidade esteja sempre visível e facilmente compreensível, contribuindo para um sistema mais inclusivo e eficiente.

Ademais, desenvolvemos o código responsável pelo funcionamento do protótipo, utilizando matrizes para armazenar os dados das entradas do Arduino e loops para iterar sobre essas matrizes de forma eficiente. A lógica implementada no código garante que, enquanto o loop estiver em execução, a detecção de presença por qualquer um dos sensores acionará a mudança no estado dos LEDs e promoverá o decremento de um contador que indica a quantidade de vagas disponíveis.

Finalmente, a alimentação contínua e confiável de todo o sistema é assegurada por uma bateria de 9V conectada diretamente ao Arduino. Essa fonte de energia permite o funcionamento ininterrupto de todos os componentes do protótipo.

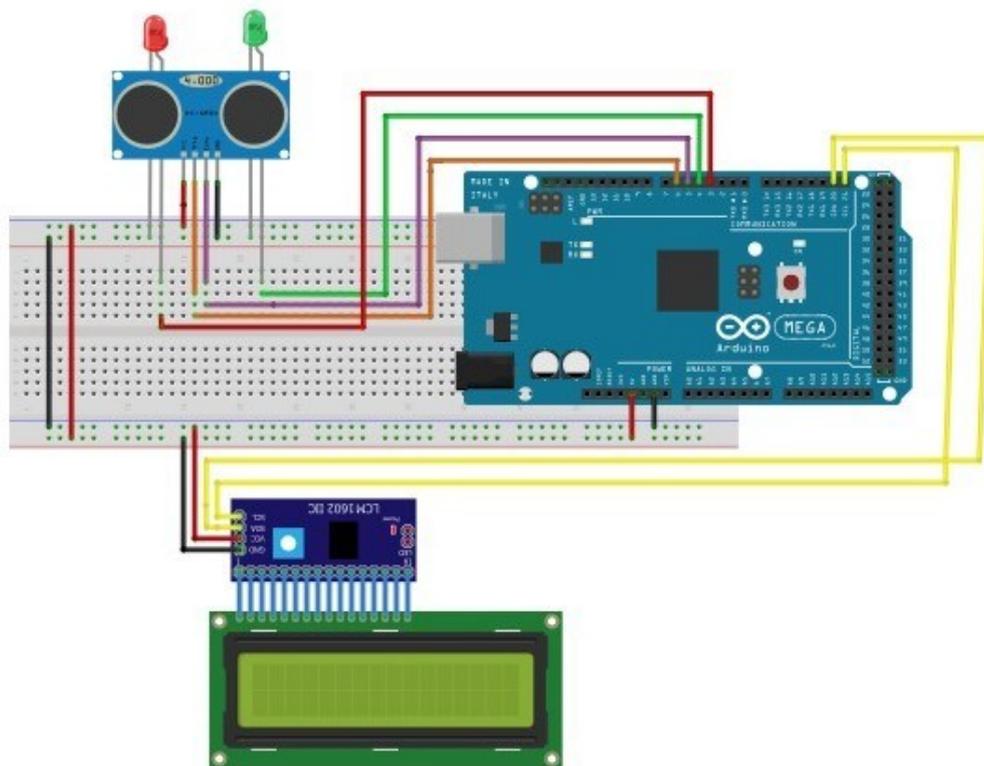
### **3. RESULTADOS**

Os resultados com este projeto foram com base em seus objetivos, nos quais pode-se destacar que utilizando sensores ultrassônicos posicionados em cada vaga de estacionamento, conseguimos medir a distância entre o sensor e qualquer objeto presente na vaga (como um carro). Quando a distância medida está abaixo de um determinado limiar (indicando a presença de um veículo), o sensor sinaliza que a vaga está ocupada.

O display LCD é usado para exibir o número de vagas disponíveis e ocupadas em tempo real, além disso, o arduino serve como o cérebro do sistema, processando as leituras dos sensores ultrassônicos, controlando os LEDs e atualizando o display LCD. Portanto, esses resultados demonstram a viabilidade do sistema proposto e a eficiência do uso de Arduino, sensores ultrassônicos, LEDs e display LCD na criação de um identificador inteligente para estacionamentos.

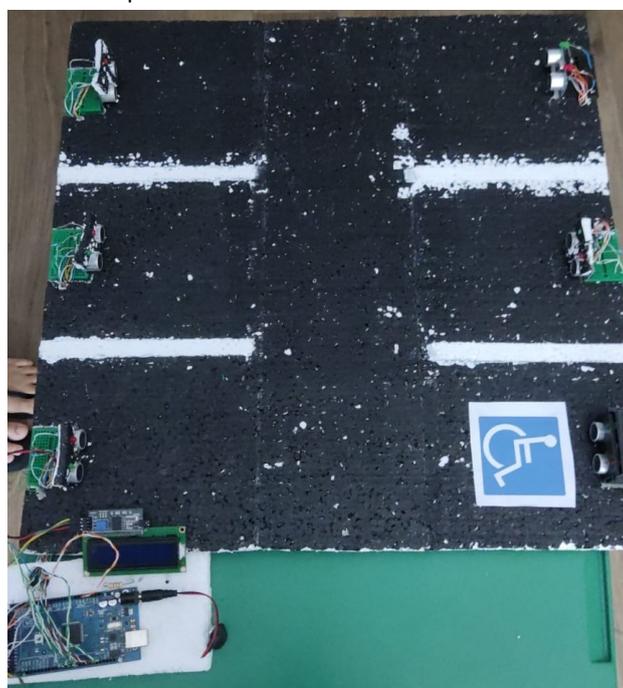
Portanto, foi possível realizar a montagem da maquete e deixá-la em perfeito funcionamento. No futuro, o sistema pode ser integrado com aplicativos móveis, permitindo que motoristas verifiquem a disponibilidade de vagas antes de chegar ao estacionamento. Além disso, o aplicativo poderia orientar os motoristas diretamente para as vagas disponíveis, economizando tempo e aumentando a eficiência.

Figura 1 - Esquemático básico do identificador de estacionamento



Fonte: Autores, 2024.

Figura 2 - Protótipo do identificador de estacionamento inteligente



Fonte: Autores, 2024.

## 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Identificador para Estacionamentos Inteligente, utilizando Arduino Mega, sensores ultrassônicos, LEDs e display LCD, demonstrou-se uma solução eficaz e inovadora para a gestão de vagas de estacionamento. O projeto não só atende à necessidade imediata de monitoramento e indicação de vagas disponíveis, como também oferece um sistema modular que pode ser facilmente expandido e integrado a tecnologias mais avançadas.

Com isso, os resultados mostraram que o sistema é capaz de detectar com precisão a ocupação das vagas, fornecer indicações visuais claras e exibir informações em tempo real aos usuários, tornando a experiência de estacionamento mais conveniente e organizada. O projeto mostra grande potencial de evolução, com possibilidades de integração com aplicativos móveis, sistemas de pagamento automatizados, e tecnologias de IoT, o que pode levar a melhorias na eficiência energética, segurança, e personalização do serviço oferecido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Estacionamento inteligente. Parabem,** 2024. Disponível em: <https://www.parebem.com.br/como-funciona-um-estacionamento-inteligente/>. Acesso em: 05, Fevereiro e 2024.

**O que é estacionamento inteligente e como aderir?** Jumppark, 2023. Disponível em: <https://jumppark.com.br/blog/o-que-e-estacionamento-inteligente-e-como-aderir/> Acesso em: 05, Fevereiro e 2024.

**Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino.** MarkerHero, 2020. Disponível em: <https://www.markerhero.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-Arduino/> Acesso em: 10, Março e 2024.

**ESP32: Getting Started with Firebase.** randomnerdtutorials, 2020. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-firebase-realtime-database/> Acesso em: 08, Abril e 2024.

# CAPÍTULO XXXV

## RECONHECIMENTO FACIAL COM PYTHON: SEGURANÇA E CONTROLE DE ACESSO

Davi Brito<sup>1</sup>, Fernando Melo<sup>1</sup>, Elias Alconforado<sup>1</sup>, Saulo Onyw<sup>1</sup>, Ademir Guimarães<sup>1</sup>, Felicien Vásquez<sup>1</sup>, João Ponciano<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-35**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

dblds.eng23@uea.edu.br; fmm.eng23@uea.edu.br; edsa.eng23@uea.edu.br; solr.eng23@uea.edu.br;  
agdcj.eng20@uea.edu.br; fgvasquez@uea.edu.br; jponciano@uea.edu.br;

### 1. INTRODUÇÃO

As formas convencionais de identificação de pessoas, como o uso de senhas ou cartões de acesso, podem não ser suficientemente seguras e eficientes em algumas situações. Abordagens tradicionais de identificação de pessoas usam “algo que você conhece”, como uma senha, ou “algo que você tem”, como um cartão de identificação. Porém, ao analisar estas abordagens, em diversas aplicações estes métodos podem não ser suficientemente seguros para garantir uma identificação pessoal, pois senhas e cartões de acessos podem ser falsificados ou roubados. (Hong; Jain, 1998).

Um exemplo prático desses desafios pode ser observado no restaurante universitário, onde o uso de cartões de acesso tem gerado atrasos significativos nas filas. Estudantes e funcionários enfrentam filas longas e demoradas, principalmente durante os horários de pico, devido ao tempo necessário para a verificação manual da “carteirinha”. Além disso, problemas como perda, esquecimento ou troca de cartões resultam em atrasos adicionais, comprometendo a eficiência do serviço e a experiência dos usuários.

Para o desenvolvimento de uma solução simples e segura para o processo em questão é interessante a aplicação de tecnologias inovadoras, como o uso de reconhecimento facial, pois a mesma oferece vantagens em relação a outras formas de reconhecimento. Ela não requer uma ação ativa do usuário para que o reconhecimento aconteça. Ao explorar essa tecnologia, o trabalho contribui para a compreensão e aplicação prática do reconhecimento facial no contexto específico do controle de acesso.

## 2. OBJETIVO

Desenvolver uma aplicação que utilize tecnologia de tratamento de imagem e reconhecimento facial para automatizar o processo de atendimento no restaurante universitário. Para isso, o sistema foi implementado em Python, utilizando as bibliotecas OpenCV, Dlib, Numpy e FaceRecognition, e integrado a um banco de dados para armazenamento e gerenciamento das informações dos usuários. Além disso, foi projetado um case físico adequado para acomodar o protótipo, garantindo sua usabilidade e funcionalidade no ambiente real.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

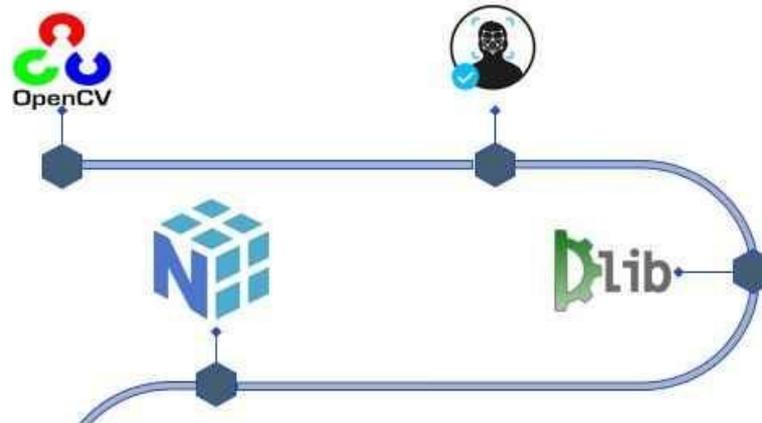
Foi realizada uma revisão de literatura sobre reconhecimento facial, abrangendo artigos acadêmicos, livros e estudos de caso. A análise incluiu a avaliação de algoritmos de detecção e reconhecimento facial, técnicas de processamento de imagem e abordagens de segurança. Com base nessa revisão, foram identificados e selecionados algoritmos eficazes para detecção e reconhecimento facial, incluindo redes neurais convolucionais (CNNs) e técnicas de *deep learning*.

O desenvolvimento do protótipo do sistema de controle de acesso baseado em reconhecimento facial seguiu várias etapas, desde a pesquisa teórica até a implementação prática. A linguagem *Python* foi escolhida pela sua robustez e pela diversidade de bibliotecas disponíveis para o processamento de imagem. Dentre elas: *OpenCV*; *Face Recognition*; *Dlib*; *Numpy* (Figura 1).

Na fase de testes, utilizou-se a câmera do notebook para capturar imagens, que foram pré-processadas por meio de redimensionamento, conversão para escala de cinza e normalização dos valores de pixels de 0 a 1. A detecção de rostos foi realizada com a função *frontal face detector* da biblioteca *Dlib*, responsável por localizar as faces nas imagens.

Para extração de estatísticas, utilizou-se o *embeddings* faciais gerados pela *Dlib*, com o objetivo de transformar a imagem da face em um vetor de características únicas, e foi criado um banco de dados local para o armazenamento dos *embeddings* faciais e dos dados dos usuários.

Figura 1 - Apresentação das bibliotecas que foram utilizadas para a implementação do protótipo



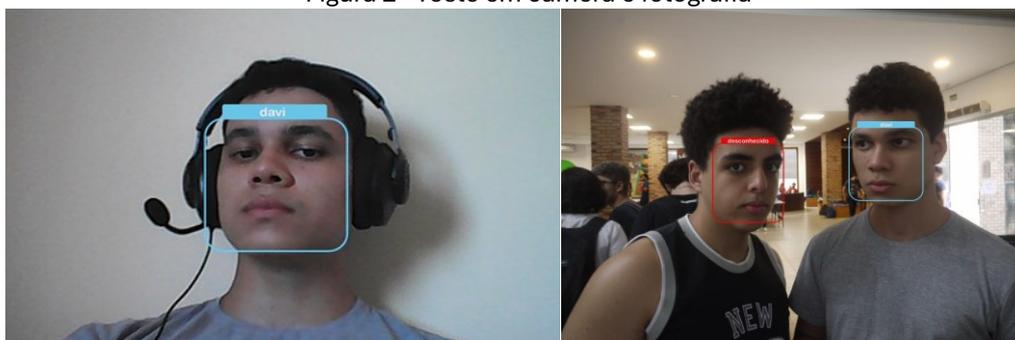
Fonte: adaptado de Aditya Dhanotia et al. (2024)

Foi aplicado um módulo desenvolvido por um dos integrantes do grupo para comparar os *embeddings* faciais das imagens capturadas com aqueles armazenados no banco de dados, além da comparação com o módulo proposto. Também foram realizados testes em diferentes condições de iluminação e ângulos, a fim de avaliar a eficácia, desempenho e capacidade do sistema de operar em tempo real.

#### 4. RESULTADOS

Com base nos testes realizados (Figura 2), os resultados indicaram que o objetivo de desenvolver um protótipo funcional e eficaz para uma futura implementação foi alcançado. O sistema foi projetado para ser escalável, permitindo a adição de novos usuários e a atualização do banco de dados sem comprometer o desempenho. Além disso, a arquitetura modular desenvolvida facilita a integração de novas tecnologias e algoritmos, possibilitando futuras melhorias e adaptações. O protótipo opera de forma totalmente automatizada, desde a detecção até o reconhecimento facial, o que garante maior eficiência e menor margem de erro.

Figura 2 - Teste em câmera e fotografia



Fonte: Elaborado pelos autores

A precisão do sistema foi medida em diferentes condições de iluminação e ângulos, utilizando câmeras de notebooks e fotos tiradas em diferentes ambientes. Os testes indicaram uma precisão de 93%, demonstrando a robustez do sistema mesmo em ambientes variados. É importante mencionar que os testes do sistema foram realizados em câmeras de *notebooks*.

Estes resultados destacam que o sistema é capaz de melhorar significativamente a eficiência no controle de acesso do restaurante universitário, reduzindo os atrasos nas filas e oferecendo uma experiência mais conveniente e segura para os usuários.

## 5. CONCLUSÃO

O protótipo desenvolvido demonstrou a capacidade de operar de forma totalmente automática, detectando e reconhecendo faces em imagens estáticas e vídeos, sem a necessidade de intervenção humana. Aplicado ao contexto do restaurante universitário, a implementação do reconhecimento facial não apenas melhoraria a eficiência e a segurança do processo de controle de acesso, mas também ofereceria uma experiência mais fluida e conveniente para os usuários.

O estudo contribuiu para a compreensão e aplicação prática da tecnologia, demonstrando sua viabilidade e potencial para substituir métodos tradicionais de identificação, possibilitando a adoção mais ampla do reconhecimento facial em diversas aplicações, oferecendo uma solução mais segura e eficiente para ambientes como o restaurante universitário, que dependem de um método de identificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hong, L., Wan, Y. and Jain, A.K. (1998) Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20, 777-789. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/34.709565>

Artificial, I. ([s.d.]). *IA e Organização do Conhecimento e da Informação: revisão sistemática de literatura*.

Carvalho, A. C. P. de L. F. de. (2021). Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. *Estudos Avançados*, 35(101), 21–36. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.003>

"Introduction to OpenCV." OpenCV 4.9.0 Documentation, OpenCV, [docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html](https://docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html).

MAGALHÃES, Aíse Vitória de Araújo. GUIMARÃES, Felipe Caires. O Reconhecimento Facial Como Instrumento De Segurança Pública E Seus Impactos Na Lei Geral De Proteção De Dados – LGPD. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário UNIFG, 2023.

NUNES, Luís Felipe de Melo. Reconhecimento Facial Biométrico Em Nuvens de Pontos Tridimensionais. Trabalho de Graduação. Universidade de Brasília, 2016.

MORAES, Jairo Lucas de. Controle De Acesso Baseado Em Biometria Facial. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

Aditya Dhanotia. Anthony Lopez. Christian Ingul. Sharon Lu. Deep Learning for Advanced Facial Recognition. DSO 569, Professor Fan, 2024.

BELUCO, Danilo Cardoso. FILHO, Jorge Luiz Fortunato. Reconhecimento Facial Aplicado para Registro de Ponto. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão – SC, 2023.

# CAPÍTULO XXXVI

## ROBOTECH MANAUS CONVENTION

Isabelly Pinto Cavalcante Oliveira, Karlyson Silva Monteiro, Emily Rebeca De Souza Brito, Gustavo Da Frota Roiffe, Ramon Dos Santos Araujo, Maria Luisa de B. Muñoz, José Ruben Sicchar Vilchez

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-36**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

ipcol.eai24@uea.edu.br, ksmo.eai24@uea.edu.br, erdsb.eai24@uea.edu.br, gdfro.eai24@uea.edu.br,  
rdsa.eai24@uea.edu.br, Mldbmu.eai24@uea.edu.br  
jvilchez@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Esta proposta visa realizar ações de extensão para a divulgação e integração da robótica no meio acadêmico inter-universitário e nas escolas de ensino médio, por meio da organização de dois eventos anuais, que conformam esta proposta, o projeto "Robotech Core Challenge" para a realização de competições anuais voltadas às aplicações da robótica avançada em várias categorias, e o projeto "Robotech 4.0 Workshop" para a realização de workshops anuais voltadas nas aplicações da robótica industrial e serviços, com implementações de indústria 4.0. Visando com isso atender a grande lacuna sentida no meio acadêmico, a de eventos de divulgação e incentivo das aplicações da robótica, evidenciando-se que a maior parte desses eventos são realizados fora do estado, dificultando-se muitas vezes a participação dos discentes universitários e alunos do ensino médio, pelos custos de deslocamento, inscrições e diárias, e pela falta de incentivos financeiros. Portanto, a realização de eventos locais sediados pela Universidade do Estado do Amazonas, poderá incentivar a participação em massa de alunos universitários e do ensino médio, da cidade de Manaus. Permitindo com isso, a integração maciça da universidade com os nichos da sociedade, como o das escolas, institutos, indústrias e público em geral, na divulgação, fomento e interação de grupos de robótica, desenvolvimento de projetos, iniciação científica e atualização das tecnologias da robótica e suas aplicações nos diversos setores da sociedade, além do incentivo ao estudo dos cursos de engenharia de controle e automação, engenharia da computação, eletrônica e áreas afins.

## 1.1. OBJETIVOS

**Objetivo Geral:** Planejar, organizar e acompanhar as atividades dos eventos anuais que compõem o programa proposto: Robotech Core Challenge e Robotech 4.0 Workshop.

**Objetivos Específicos:**

1. Realizar pesquisas bibliográficas, capacitações e tarefas de planejamento de organização de eventos em robótica aplicada (projeto Robotech Core Challenge) e robótica industrial com tecnologias da indústria 4.0 (Robotech 4.0 Workshop);
2. Planejar, organizar, desenvolver e implementar atividades de realização de dois eventos anuais para cada projeto proposto (estrutura física, logística, minicursos, staff de avaliadores e instituições e empresas patrocinadoras);
3. Implementar atividades de divulgação, publicidade e incentivo (com o suporte de alguns protótipos desenvolvidos) em ambos os projetos, com a comunidade acadêmica interuniversitária e escolas de ensino médio públicas da cidade de Manaus;
4. Organizar as atividades de avaliação e premiação dos trabalhos apresentados na modalidade Robotech Core Challenge e seleção e premiação dos artigos científicos escritos na modalidade Robotech 4.0 Workshop.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto proposto contém a seguinte metodologia dividida por grupos de realização dos objetivos, conforme o escopo dos projetos que a compõem:

1. Fase de planejamento, organização e gerenciamento das atividades dos projetos "Robotech Core Challenge" e "Robotech 4.0 Workshop" (de acordo conforme descrito no objetivo geral): Nesta fase serão aplicados os conceitos e recursos das metodologias ágeis de gerenciamento de projeto, especificamente a metodologia SCRUM e KANBAN devido ao amplo leque de atividades multidisciplinares envolvidas da realização dos projetos desta proposta [Fuentes del Burgo, 2022]. Obtendo-se conseqüentemente, um gerenciamento eficaz das atividades a serem desenvolvidas em ambos os projetos. Contando, com o suporte de recursos que integram as metodologias Scrum e Kanban (SCRUMBAN) [Braglia, 2024]. Facilitando-se assim, o gerenciamento ágil e eficaz das atividades e fases do projeto em dashboards digitais e online (trello), e também recursos de sinalização de controle dos "intervalos de realização das tarefas e fases".

2. Fase de pesquisas, capacitações para o planejamento e organização das atividades

envolvidas em cada projeto dos eventos em robótica (conforme descrito nos objetivos específicos): Nesta fase serão aplicados as estratégias de planejamento, revisão bibliográfica e capacitações internas necessárias dos membros da equipe, que fortaleçam o arcabouço teórico, em como o desenvolvimento da lista de contatos para formação dos prováveis patrocinadores, realização de mini-cursos (nos eventos) e, do staff de avaliadores e juízes dos torneios, bem como dos meios de divulgação dos eventos [Petricioli,2022],[Barahoma, 2021].

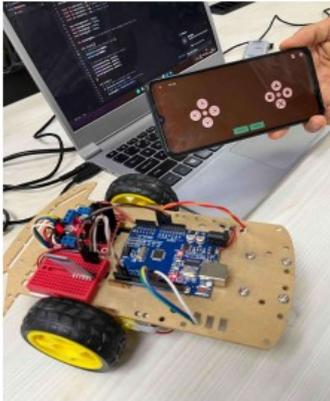
3. Fase de realização e implementação das tarefas de cada projeto para a realização dos eventos em robótica: Nesta fase serão aplicadas as estratégias de implementação das atividades planejadas e organizadas para a realização das tarefas dos projetos (Pellas, 2023) para a realização dos eventos anuais indicados nos objetivos específicos: Robotech Core Challenge e Robotech 4.0 Workshop a ser realizados de forma conjunta em setembro de 2025 e setembro de 2026, respectivamente.

4.Fase de suporte e orientação de projetos dos alunos das escolas públicas para incentivo à participação nos eventos do programa proposto: Nesta fase serão aplicadas estratégias para a criação e desenvolvimento dos protótipos de robótica aplicada: robô móvel com seguidor de linha [Cognominal, 2021], robô quadrúpede [Lopez Zamora, 2023], e robô humanoide [Mukherjee, 2022], respectivamente; bem como dos protótipos de robótica industrial com aplicações de tecnologia da indústria 4.0 [Huang, 2022], [Gharbia,2020].

5. Fase de organização das atividades de avaliação e premiação dos trabalhos dos eventos a serem realizados pelos projetos do programa proposto: Nesta fase serão desenvolvidas tarefas para a organização da avaliação e premiação dos protótipos e artigos científicos dos participantes.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados Obtidos:



(a)



(b)



(c)



(d)

ATIVIDADE	DATA:
Divulgação do Edital	15/03/2025
Período de Inscrições	28/07 a 21/08/2025
Recurso de Inscrição	22/08 a 23/08/2025
Publicação do Resultado Definitivo das Inscrições	25/08/2025
Robótica Manaus Convention - Evento	16 a 18/10/2025
Premiações	18/10/2025

Local: Escola Superior de Tecnologia - Universidade do Estado do Amazonas (Avenida Darcy Vargas, 1200 - Parque Desce o Venturo, Manaus -AM, 6905-020)



(e)



(f)

Figura 1.: a) Capacitação inicial; b) Participação evento de Robótica na Fucapi; c) Modelagem de protótipos de robôs; d) Capa do Edital do evento RMC 2025; e) Datas importantes planejadas (edital) do evento; f) Banner de chamada do RMC 2025.

A Figura 1 ilustra as atividades e resultados obtidos: a) Capacitação e realização de atividades básicas de desenvolvimento; b) Participação no evento de robótica na FUCAPI; c) Modelagem dos protótipos dos robôs do projeto; d) Modelo de protótipos de robôs; e) Elaboração do edital do evento Robótika Manaus Convention (capa); f) Datas importantes do evento RMC (lançamento, inscrições e realização do evento); g) Banner de chamada do Evento. Cumprindo-se assim, a maior parte das atividades previstas no cronograma de atividades do projeto.

Como atividades futuras será lançado o edital do evento nas mídias sociais do curso de engenharia de controle e automação, do laboratório de automação inteligente e controle de processos (LAICP), da Escola Superior de Tecnologia (EST) e no site oficial e mídia oficial da UEA; Organização da logística, organização do evento; Organização das bancas avaliadoras, e comitê de voluntários e mídias sociais. A previsão da realização do evento será nos dias 16 a 18 de outubro de 2025.

#### **4. CONCLUSÃO**

O desenvolvimento das atividades deste projeto, vem sendo desenvolvidas conforme o cronograma previsto. Estando finalizado o edital e banner de chamada do evento. O edital tem previsão de lançamento no mês de março. E a realização do evento para os dias 16 a 18 de outubro de 2025. Todavia, a realização deste evento irá marcar o início da participação ativa do curso de engenharia de controle e automação e da própria UEA, no âmbito de extensão temática das aplicações da robótica, tanto em robótica avançada: robótica móvel, combate, seguidor de linha, etc., e robótica com aplicações de indústria 4.0. Tornando-se assim, um marco importante de integração com a sociedade.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Barahona, Byron Ernesto Vaca, et al. "Application of the SCRUMBAN methodology in the development of a system for recording school attendance with RFID devices in the ESPOCH." *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional* 6.9 (2021): 537-555.

Braglia, Marcello, et al. "A new lean tool to enhance internal logistics in Engineer and Design-to-Order industrial environment: plan for every order." *Production & Manufacturing Research* 12.1 (2024): 2306836.

Cognominal, Malgorzata, Krystyna Patronymic, and Agnieszka Walkowicz. "Evolving Field of Autonomous Mobile Robotics: Technological Advances and Applications." *Fusion of Multidisciplinary Research, An International Journal* 2.2 (2021): 189-200.

Fuentes Del Burgo, Joaquin, Sebastián Pérez, and Miguel Ángel. "Comparative analysis of the board tool in the agile methodologies scrum, kanban and scrumban in software projects." 26th International Congress on Project Management and Engineering Terrassa. 2022.

Gharbia, Marwan, et al. "Robotic technologies for on-site building construction: A systematic review." *Journal of Building Engineering* 32 (2020): 101584.7.

Huang, Zhu, et al. "Understanding the key takeaway of construction robots towards construction automation." *Engineering, Construction and Architectural Management* 29.9 (2022): 3664-3688.

López Zamora, Joan. Design, implementation and integration of an autonomy payload for a quadruped-legged robot. MS thesis. Universitat Politècnica de Catalunya, 2023.

Mukherjee, Debasmita, et al. "A survey of robot learning strategies for human-robot collaboration in industrial settings." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 73 (2022): 102231.

Pellas, Nikolaos, and Katerina Tzafilkou. "The influence of absorption and need for cognition on students learning outcomes in educational robot-supported projects." *Education Sciences* 13.4 (2023): 379.

Petricioli, Lucija, and Kresimir Fertalj. "Agile Software Development Methods and Hybridization Possibilities Beyond Scrumban." 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO). IEEE, 2022.

# CAPÍTULO XXXVII

## ROBOTECH-IN

Rogério Almeida De Oliveira Junior, Vinicius De Oliveira Romano, Ana Clara Duarte Da Silva, Jefte Marques Ricardo, Bernardo Macedo Benzaquem, Alexsandro C. Pinto da Silva, José Ruben Sicchar Vilchez

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-37**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

radoj.eai24@uea.edu.br, vdoro.eai24@uea.edu.br, acddsi.eai24@uea.edu.br jmri.eai24@uea.edu.br  
bmb.eai24@uea.edu.br, Acpdsi.eai24@uea.edu.br jvilchez@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Esta proposta visa incentivar ações de extensão no aprendizado prático e desenvolvimento de pequenos projetos de controle e automação aplicado, com tecnologias de robótica avançada como robôs móveis autoguiados (AGV) entre outros, bem como de robótica industrial com recursos da indústria 4.0 (inteligência artificial, internet das coisas, realidade aumentada etc. direcionado aos alunos do curso de engenharia de controle automação e afins da EST-UEA. O programa envolve duas linhas de desenvolvimento: "Robotech in advance" focado nas atividades de incentivo, aprendizado e desenvolvimento de pequenos projetos de robótica avançada e; o projeto "Robotech 4.0" focado nas atividades de incentivo, aprendizado e desenvolvimento de pequenos projetos de robótica industrial com algumas tecnologias da indústria 4.0. Causando como impacto e benefícios, o reforço do aprendizado de disciplinas de controle e automação aplicados na robótica avançada e industrial e tecnologias da indústria 4.0, bem como no incentivo ao desenvolvimento de pequenos projetos para fins de ensino, competição e de soluções industriais, e também fortalecer o desenvolvimento laboratorial dos alunos do curso.

#### 1.1. OBJETIVOS

Objetivo Geral: Desenvolver um programa de ações de extensão de ensino, pesquisa e divulgação da realização e implementação de recursos, técnicas e desenvolvimento de projetos de controle e automação aplicado em robótica avançada e industrial e algumas técnicas da indústria 4.0, para fortalecer a integração multidisciplinar acadêmica interna e a

difusão e integração externa com a sociedade.

Objetivos Específicos:

1. Planejar, organizar e acompanhar as atividades de ensino, pesquisa e divulgação que compõem o programa proposto: “Robotech in advance” e “Robotech 4.0”;

2. Realizar pesquisas bibliográficas, capacitações e tarefas de planejamento de projetos de controle e automação aplicados em robótica avançada (projeto Robotech in advance) e robótica industrial e algumas tecnologias da indústria 4.0 (Robotech 4.0);

3. Modelar, desenvolver, implementar e testar protótipos de robótica avançada e industrial com tecnologias da indústria 4.0, para serem ferramentas de ensino, pesquisa e divulgação interna e externa;

4. Implementar atividades de capacitação (reforço de ensino), pesquisa e extensão (divulgação e integração) com o suporte dos protótipos desenvolvidos em ambos os projetos, com a comunidade acadêmica da EST-UEA;

5. Planejar e ajudar no desenvolvimento de pequenos projetos com a comunidade acadêmica da EST;

6. Escrever artigos científicos sobre o resultado das pesquisas e desenvolvimento realizados nos projetos do programa.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O programa proposto prevê a seguinte metodologia dividida por grupos de aplicação dos objetivos, focada no desenvolvimento dos projetos que a compõem:

1. Etapa de planejamento, organização e gerenciamento das atividades dos projetos "Robotech in advance" e "Robotech 4.0": Nesta etapa serão aplicados os conceitos e recursos das metodologias ágeis de gerenciamento de projeto, entre elas a metodologia SCRUM e KANBAN [Sassa, 2023].

2. Etapa de realização de pesquisas, capacitações e planejamento de projetos de controle aplicados na robótica (conforme descrito no objetivo geral): Nesta etapa serão aplicados as estratégias de planejamento, revisão bibliográfica e capacitações internas da equipe, previstas para o reforço do arcabouço teórico, recursos e preparação dos recursos e ferramentas para a realização das atividades e desenvolvimento de protótipos, para a extensão de ensino, pesquisa e divulgação e incentivo da aplicação de controle em robótica avançada, industrial e tecnologias da indústria 4.0 [Bluszcz, 2023], [Glitscher, 2023].

3. Etapa de modelagem, desenvolvimento, implementação e teste de protótipos de

robótica avançada, industrial com tecnologias da indústria 4.0 (conforme descrito no objetivo geral): Nesta etapa serão aplicadas estratégias para a criação e desenvolvimento dos protótipos de robótica avançada: robô móvel com seguidor de linha [Cognominal, 2021], robô quadrúpede [Lopez Zamora, 2023], e robô humanoide [Mukherjee, 2022], respectivamente; bem como dos protótipos de robótica avançada com aplicações de tecnologia da indústria 4.0 (inteligência artificial, internet das coisas, realidade aumentada e sistemas ciberfísicos) [Huaung, 2022], [Gharbia,2020].

4. Etapa de implementações de atividades de capacitação (reforço de ensino), pesquisa e extensão: Nesta etapa serão desenvolvidas estratégias de extensão e atividades de integração interna e incentivo às atividades extracurriculares (ensino, pesquisa, desenvolvimento) no curso de engenharia de controle e automação e multidisciplinar com os cursos afins [Khan, 2023] bem como de externalização e integração (ensino, divulgação e incentivo à pesquisa e desenvolvimento de pequenos projetos) com alunos do ensino médio [Pellas, 2023].

5. Etapa de planejamento e ajuda no desenvolvimento de pequenos projetos com a comunidade acadêmica da EST e escolas de ensino médio: Nesta atividade serão aplicadas estratégias focadas ao planejamento [Bertolini, 2023] e implementação de projetos buscando a aplicação de multidisciplinaridade com outros cursos da EST, bem como a aplicação da robótica aplicada como "soluções desenvolvidas" em cooperação com a universidade [Merino-Armero, 2023].

6. Etapa de escrita de artigos científicos sobre o resultado das pesquisas e desenvolvimento realizados nos projetos do programa: Nesta etapa serão desenvolvidas tarefas para a organização, avaliação e desenvolvimento de artigos científicos baseados nos resultados de extensão atingidos (capacitação, pesquisa, desenvolvimento, cooperação) com os projetos do programa proposto.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados Obtidos:



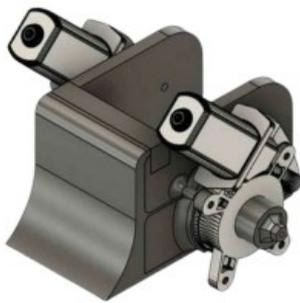
(a)



(b)



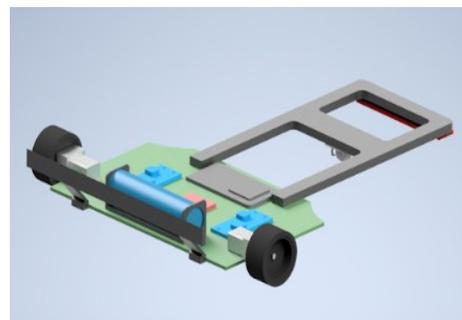
(c)



(d)



(e)



(f)

#### Locomoção

Quantidade	Componente	Espec.	Valor	Total	Link
4	Motor P/corpo	Nema 23	R\$123,00	R\$ 492,00	<a href="#">Motor Corpo</a>
2	Servo Motor	DSSERVO 160KG	R\$180,00	R\$ 360,00	<a href="#">Motor Junta</a>
4	Driver	TB6600	R\$80,00	R\$ 320,00	<a href="#">Driver</a>

#### Central de processamento

1	Microcontrolador	Raspberry pi 5	R\$840,00	R\$ 840,00	<a href="#">Raspberry</a>
5	Filamento		R\$110,00	R\$ 550,00	<a href="#">Filamento</a>
<b>Total</b>				R\$ 2.562,00	

(g)

Figura 1.: a) Capacitação inicial; b) Participação evento de Robótica na Fucapi; c) Modelagem dos protótipos de robôs; d) Modelo de robô sumô; e) Manipulador; f) Robô seguidor de linha; h) Orçamentos dos materiais dos modelos de robôs.

A Figura 1 ilustra as atividades e resultados obtidos: a) Capacitação e realização de atividades básicas de desenvolvimento; b) Participação no evento de robótica na FUCAPI; c) Modelagem dos protótipos dos robôs do projeto; d) Modelo do protótipo do robô sumô; e) Modelo do protótipo do manipulador articulado; f) Modelo do protótipo do robô seguidor de linha; g) Orçamentos dos protótipos dos robôs. Cumprindo-se assim, mais da metade das atividades previstas no cronograma de atividades do projeto.

Como atividades futuras serão selecionados dois modelos de robôs para desenvolvimento com os custos de contrapartida do projeto PADEX 2024-1 e do laboratório de automação inteligente e controle de processos (LAICP). Os protótipos serão desenvolvidos durante 2025. Um deles com vistas de participação em julho no evento Robô-Core em São Paulo, e o segundo como ferramenta de suporte laboratorial acadêmico e de capacitação, no LAICP para os alunos de engenharia de controle e automação e afins.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento das atividades deste projeto, vem sendo desenvolvidas conforme o cronograma previsto. Contando-se com algumas dificuldades como a aquisição dos insumos e materiais dos protótipos previstos para serem implementados. Contudo, perante articulações e iniciativas de contrapartida do LAICP do curso de engenharia de controle e automação, garantiu-se essa aquisição e, portanto, o desenvolvimento de dois protótipos robóticos: um robô de combate para participação no evento Robô Core; e um outro robô para atividades de suporte laboratorial acadêmica de robótica no LAICP.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertolini, Massimo, et al. "A scrum ban board-based approach to improve material flow in engineering to order (ETO) companies: an industrial application based on action research." *Production planning & control* (2023): 1-23.

Bluszcz, Anna, and Marcin Chabior. "Modern Trends in Project Management Selected Issues Case Study." *International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.

Cognominal, Magorzata, Krystyna Patronymic, and Agnieszka Wakowicz. "Evolving Field of Autonomous Mobile Robotics: Technological Advances and Applications." *Fusion of Multidisciplinary Research, An International Journal* 2.2 (2021): 189-200.

Da Silva, J. R. B., Soares, J. V. B., Gomes, L. R., & Sicchar, J. R. (2024, May). An approach to the use of stereo vision system and AI for the accessibility of the visually impaired. In *2024 International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD)*, Paris-França, (pp. 1-6). IEEE.

de Freitas, R. C., da Silva, C. S. M., Soares, J. V. B., Gomes, L. R., de Faria, M. A., Sicchar, J. R., & Controle, L. E. Automação Integrada de Célula de Manufatura Flexível 4.0 via Modelagem SED-MOSTRENA. XVI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Manaus, SBA, 2023, pp.1-8.

Gharbia, Marwan, et al. "Robotic technologies for on-site building construction: A systematic review." *Journal of Building Engineering* 32 (2020): 101584.

Glitscher, Wolfgang. "Re-Thinking Project Management-A Sustainable Approach put up for Discussion." (2023).

Gorski, Hortensia, et al. "Agile Project Management in the Age of Digital Transformation: Exploring Emerging Trends." *International conference knowledge-Based Organization*. Vol. 30. No. 3. 2024.

Huang, Zhu, et al. "Understanding the key takeaway of construction robots towards construction automation." *Engineering, Construction and Architectural Management* 29.9 (2022): 3664-3688.

Khan, Mustafa Tamim Alam, et al. "Systematic review of academic robotic surgery curricula." *Journal of Robotic Surgery* 17.3 (2023): 719-743.

López Zamora, Joan. Design, implementation and integration of an autonomy payload for a quadruped-legged robot. MS thesis. Universitat Politècnica de Catalunya, 2023.

Merino-Armero, José Miguel, José Antonio González-Calero, and Ramón Cózar-Gutiérrez. "The effect of after-school extracurricular robotic classes on elementary students? computational thinking." *Interactive Learning Environments* 31.6 (2023): 3939-3950.

Mukherjee, Debasmita, et al. "A survey of robot learning strategies for human-robot collaboration in industrial settings." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 73 (2022): 102231.

Pellas, Nikolaos, and Katerina Tzafilkou. "The influence of absorption and need for cognition on students learning outcomes in educational robot-supported projects." *Education Sciences* 13.4 (2023): 379.

Sassa, Adrielle Cristina, et al. "Scrum: A systematic literature review." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 14.4 (2023).

# CAPÍTULO XXXVIII

## SIAP: SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE APROVAÇÃO NA UEA

Adrya Kalline Maia De Assis<sup>1</sup>, Gabriel Menezes Da Cunha<sup>1</sup>, Gustavo Batista Da Rocha<sup>1</sup>, Harumi Lopes Ishihara<sup>1</sup>, Rodrigo Cordovil de Moraes<sup>1</sup>, Renata da Encarnação Onety<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-38](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-38)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

akmdas.eng24@uea.edu.br, gmdcu.eng24@uea.edu.br, gbdro.eng24@uea.edu.br, hlis.eng24@uea.edu.br, rcdmo.eng24@uea.edu.br, ronety@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A concorrência por vagas no ensino superior tem aumentado, exigindo dos candidatos um planejamento estratégico. No Sistema de Ingresso Seriado (SIS), as notas de corte variam anualmente devido a diversos fatores, incluindo a pandemia da COVID-19, que trouxe desafios significativos para a educação e impactou negativamente o desempenho acadêmico dos estudantes, especialmente aqueles com dificuldades de acesso a recursos tecnológicos e suporte adequado (Vásquez et al., 2023). Essas flutuações complicam a decisão dos estudantes, que muitas vezes não têm acesso a informações organizadas. Este estudo visa criar um aplicativo que permita a visualização de dados históricos das notas de corte, com uma interface intuitiva e acessível, para democratizar o acesso a essas informações e reduzir a incerteza enfrentada pelos candidatos, tornando suas escolhas mais fundamentadas. Segundo Lopes (2023), é importante a análise histórica das notas de corte para entender as flutuações e preparar melhor os candidatos para o processo seletivo. Espera-se que os dados organizados contribuam para o aprimoramento de sistemas de apoio à tomada de decisão para candidatos e gestores educacionais.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. Objetivo Geral:

- Desenvolver um aplicativo que analise as variações das notas de corte do Sistema de Ingresso Seriado (SIS) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), facilitando a consulta e a identificação de tendências.

##### 1.1.2. Objetivos Específicos:

- Coletar e analisar os dados referentes às notas do SIS.

- Desenvolver uma interface intuitiva para consulta e simulação de diferentes cenários de aprovação;
- Fornecer estimativas baseadas no comportamento histórico das notas de corte;
- Contribuir para a democratização do acesso a informações estratégicas para os candidatos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

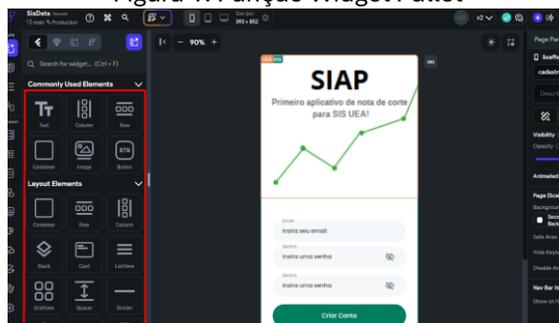
### 2.1. EXTRAÇÃO E ANÁLISE

Para compor os dados do aplicativo, analisaram-se os cursos de Engenharia de Produção e Engenharia da Computação da Escola Superior de Tecnologia (EST). Foram coletadas as notas do vestibular de 2020 a 2024 da primeira chamada, disponibilizadas pela Fundação VUNESP (Vestibular da Universidade Estadual Paulista). Os dados foram organizados no Google Planilhas, com cada aba apresentando os atributos dos candidatos convocados, incluindo a nota final. A nota de corte de cada ano corresponde à nota do último candidato convocado. Após definir as notas de corte, aplicou-se a análise descritiva para compreender os dados, utilizando média, mediana e desvio padrão. Essas medidas ajudaram a identificar tendências e variações das notas no Google Planilhas. Conforme Parsaye e Chignell (1993, apud Costa, 2017), a visualização de dados facilita a identificação de padrões e tendências. Para isso, utilizou-se o Power BI, uma ferramenta de análise e visualização de dados que permitiu criar representações gráficas das notas de corte ao longo dos anos. Também foram coletados dados sobre candidatos por curso e vagas por grupo, possibilitando acompanhar a concorrência ao longo do tempo pela relação candidato/vaga.

### 2.2. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO SIAP

O aplicativo foi desenvolvido utilizando um software low-code para criação de aplicativos denominado Flutterflow. Foram utilizadas ferramentas da plataforma, como o widget palette, para construir a interface do aplicativo como mostra a Figura 1. A primeira etapa consistiu na construção da página de login e cadastro. Para esta etapa, foi utilizada a ferramenta denominada Firebase, a qual organiza os dados em um servidor terceirizado do Google. Essa escolha proporcionou agilidade na autenticação e autorização dos usuários do Sisap, além de garantir a segurança dos dados armazenados.

Figura 1: Função Widget Pallet



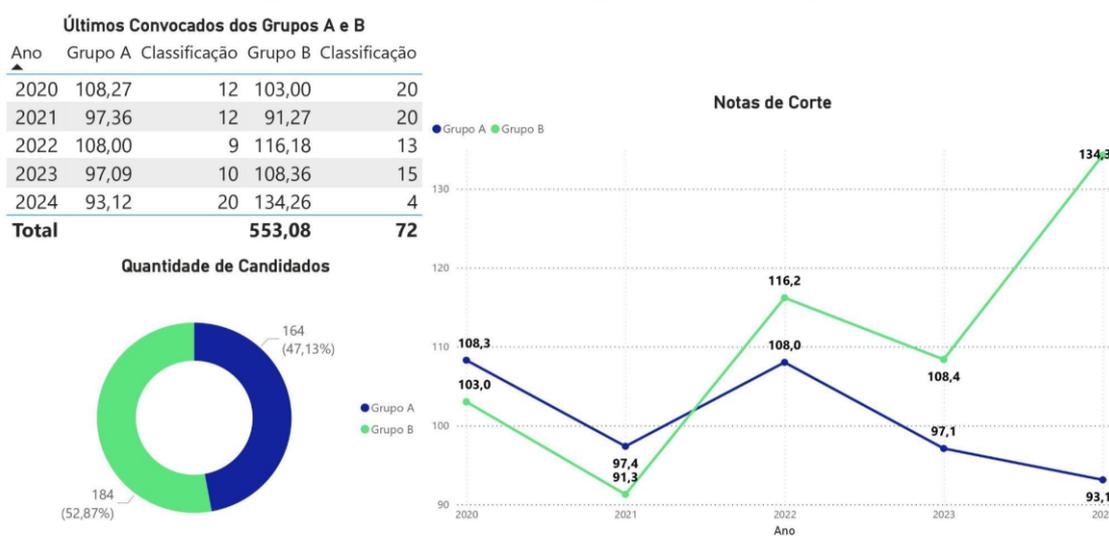
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Após isso, criou-se a página de produtos, onde foram inseridos os cursos analisados: Engenharia de Produção e Engenharia de Computação. A interface foi construída de forma intuitiva, utilizando os recursos da plataforma. Para integrar os dados, empregou-se SQL, com suporte de ferramentas como ChatGPT e PostgreSQL na implementação do banco de dados. A conexão com o FlutterFlow foi feita via Supabase, essencial para gerar os gráficos das páginas dos cursos. Além disso, foram criadas páginas explicativas sobre a distribuição de vagas no vestibular SIS e os tipos de grupos, utilizando widgets do FlutterFlow.

### 3. RESULTADOS

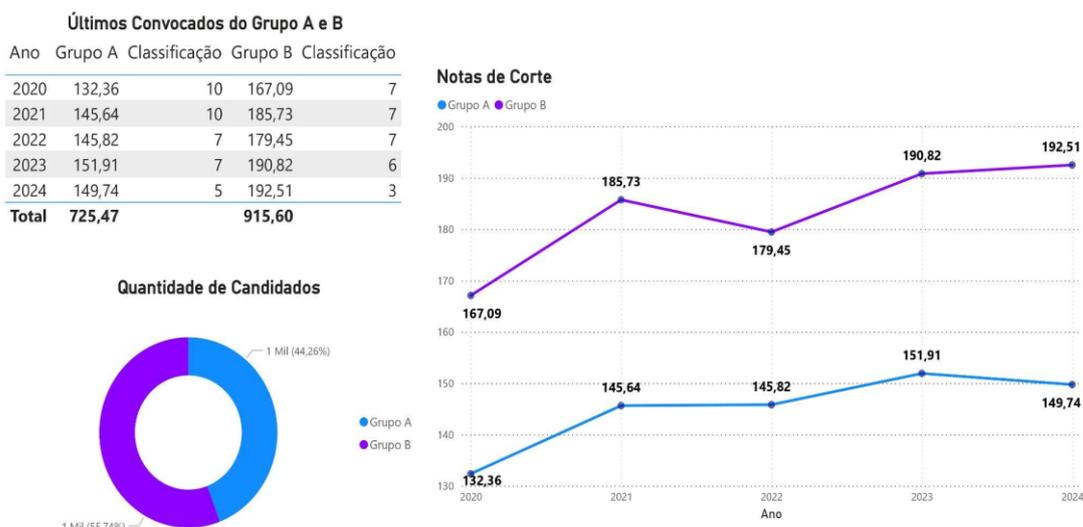
Nesta seção, serão exibidos os resultados obtidos pela análise descritiva das notas dos últimos convocados da chamada nas Figuras 2, 3, além do protótipo do aplicativo na Figura 4.

Figura 2: Notas de Corte de Engenharia da Produção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 3: Notas de Corte de Engenharia da Computação



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 4: Aplicativo SIAP



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

## 4. CONCLUSÃO

Este projeto teve como objetivo desenvolver um protótipo de aplicativo para facilitar a consulta das notas de corte do Sistema de Ingresso Seriado (SIS). A análise revelou que essas notas variam devido a fatores como alterações no edital e a concorrência. Esses elementos foram evidenciados na análise das notas de corte de Engenharia de Produção, com o grupo A apresentando quedas significativas e o grupo B uma tendência de crescimento. Os resultados ressaltam a importância de uma análise histórica na escolha do curso pelos estudantes, aumentando suas chances de aprovação e promovendo um acesso mais equitativo às informações do vestibular. A próxima etapa será aprimorar o protótipo, tornando a consulta mais completa e permitindo simulações interativas. Como sugestão de melhoria, propõe-se expandir para outros cursos da UEA e incluir uma calculadora de aprovação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Felipe. **Visualização de dados e sua importância na era do Big Data**. Orientadora: Dra. Lisiane Priscila Roldão Selau. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Estatística) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em:<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/169109>. Acesso em: 10 fev. 2024.

FUNDAÇÃO VUNESP. **Lista de Desempenho em ordem de Classificação** – SIS 2024. Disponível em:<https://www.vunesp.com.br/UEAM2402>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO VUNESP. **Lista Desempenho\_Ordem Classificação\_curso x grupo** – SIS 2023. Disponível em:<https://www.vunesp.com.br/UEAM2302/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO VUNESP. **Lista de Desempenho – Por ordem de Classificação/Curso** - SIS 2022. Disponível em:<https://www.vunesp.com.br/UEAM2202>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO VUNESP. SIS - **Lista Geral de Desempenho por ordem de Classificação** – SIS 2021. Disponível em:<https://www.vunesp.com.br/UEAM2102/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO VUNESP. SIS - **Lista Geral de Desempenho por ordem de Classificação** – SIS 2020. Disponível em:<https://www.vunesp.com.br/UEAM2002>. Acesso em: 2 jan. 2025.

LOPES, Vangleidson Fernandes. **Apresentação de um resumo de dados de notas de corte em uma instituição de ensino superior**. Orientadora: Dra. Rosineide Fernando da Paz 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Software) – Centro de Russas da Universidade Federal do Ceará, Russas, 2023. Disponível em:<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75827> . Acesso em: 5 fev. 2025.

VÁSQUEZ, Felicien Gonçalves; DE SOUZA PAIVA, Natália; DE SOUZA, Kelly Christiane Silva. Uma análise preliminar sobre o sucesso acadêmico dos estudantes dos cursos de engenharia

da Universidade do Estado do Amazonas-UEA. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 10, p. 18517-18532, 2023. Acesso em 14 fev. 2025

# CAPÍTULO XXXIX

## SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SINAIS BIOMÉDICOS - CLINIC-EST

Maria Eduarda Alexandre dos S. Nascimento, Marcos Vitor Ferraz, Erielson S. Junior, Letícia Cavalcante, Thaíza Raquel Oliveira, José Ruben Sicchar Vilchez

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-39**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

meadsn.eai23@uea.edu.br, esdsj.eai23@uea.edu.br,  
mvdcf.eai23@uea.edu.br, lcm.eai23@uea.edu.br, trsdo.eai21@uea.edu.br, jvilchez@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos dos profissionais de saúde é caucionar um acompanhamento de pacientes de forma constante, visando a otimização do monitoramento e cuidado com os pacientes, em especial os que apresentam doenças crônicas. Com a evolução do uso de tecnologias vem acontecendo de maneira acelerada e este advento traz uma série de novas soluções para as necessidades humanas. Nesse enquadramento, é válido ressaltar acerca da medicina, atrelada aos conhecimentos Internet das Coisas, que atua principalmente na medicina preventiva, fomentando uma qualidade de vida e um bem-estar melhor aos pacientes com baixos custos de medicamentos, consultas entre outros procedimentos médicos. Contudo, o incentivo de desenvolvimento dos sistemas “auxiliares” na supervisão e diagnóstico de endemias embora tenha ganhado força nos últimos anos pela pandemia da Covid 19, ainda são insuficientes, no tocante ao mapeamento de pacientes suspeitos e em tratamento, que complementam o leque de recursos de combate a endemias regionais e pandemias.

#### 1.1. OBJETIVOS

Assim, a proposta deste trabalho, é desenvolver um sistema de processamento integrado de dados, de testes cardiovasculares e saturação sanguínea, para a classificação dos padrões de riscos por meio de biossensores mesclados à IoT, como sistema de suporte de identificação, monitoramento e diagnóstico clínico de anomalias registradas em pacientes locais e remotos. Permitindo-se o monitoramento, identificação e notificação dos pacientes,

por um profissional da área da saúde. Assim, o sistema proposto é uma contribuição de suporte na segurança (identificação), monitoramento e massificação de testes não invasivos, de pessoas (alunos, professores, servidores e visitantes), bem como de suporte ao diagnóstico médico preventivo e de tratamento clínico de endemias (Covid ou outras doenças correlacionadas) em recintos públicos como faculdades, escolas demais centros de ensino. Em particular, na Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), na cidade de Manaus.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema de supervisão clínica para doenças cardiovasculares foi conduzido com foco na integração de hardware e software, visando a criação de um protótipo funcional e uma aplicação móvel que oferece monitoramento remoto eficiente.

### 2.1.1. Desenvolvimento do Hardware:

A primeira etapa envolveu a seleção dos sensores biomédicos essenciais para o monitoramento dos pacientes. O sensor MAX30102 foi escolhido para medir a saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) através de fotopletismografia, enquanto o sensor AD8232 foi selecionado para capturar sinais de eletrocardiograma (ECG), fundamentais para avaliar a atividade elétrica do coração. Além disso, o sensor KY037 foi integrado ao sistema para a ausculta pulmonar, permitindo a captação de sons respiratórios e a identificação de anomalias pulmonares.

Os sensores foram conectados a um microcontrolador ESP32 LoRa, conhecido por suas capacidades de comunicação sem fio em longas distâncias, combinando Wi-Fi, Bluetooth e tecnologia de rádio LoRa. O Arduino foi incluído como um controlador adicional, facilitando a coleta e o processamento dos dados dos sensores, além de gerenciar a comunicação entre os componentes.

O protótipo foi montado em uma estrutura compacta, garantindo que todos os componentes estivessem adequadamente conectados e que os dados pudessem ser coletados de forma contínua e precisa. A montagem incluiu a configuração dos sensores para garantir a qualidade e a precisão das medições, especialmente nas condições de uso em campo.

### 2.1.2. Desenvolvimento do Software:

Paralelamente ao hardware, foi desenvolvida uma aplicação móvel para facilitar a interface entre os dados coletados pelos sensores e os usuários (médicos e pacientes). O

aplicativo foi construído utilizando React JS para o front-end, proporcionando uma interface intuitiva e responsiva. O backend foi suportado pelo Firebase, que gerencia o banco de dados, autenticação e notificações.

O sistema foi projetado para permitir que os dados capturados pelos sensores fossem transmitidos via Bluetooth ao aplicativo móvel, onde seriam armazenados no Firebase. Essa integração garante que os dados possam ser acessados em tempo real, tanto por médicos quanto por pacientes, permitindo um monitoramento contínuo e a detecção precoce de anomalias. Após a integração de hardware e software, uma série de testes foi realizada para garantir a precisão dos dados coletados e a estabilidade do sistema. O protótipo foi ajustado conforme necessário para otimizar o desempenho e garantir que os resultados fossem consistentes e confiáveis.

O desenvolvimento do sistema foi cuidadosamente estruturado para criar uma solução eficaz de monitoramento remoto de pacientes com doenças cardiovasculares. A combinação de sensores avançados, um microcontrolador eficiente e um aplicativo móvel robusto resultou em um sistema que pode ser utilizado para melhorar o acompanhamento médico e a saúde dos pacientes.

### 3. RESULTADOS

Durante os testes com o sensor AD8232, foi possível capturar um sinal claro de ECG, como mostrado na Figura 1. O gráfico ilustra as ondas características do ciclo cardíaco:

- Onda P: Representa a despolarização dos átrios, sendo o primeiro pequeno pico visível no gráfico.
- Complexo QRS: Reflete a despolarização dos ventrículos, manifestando-se como o pico mais alto e proeminente, seguido de um vale acentuado.
- Onda T: Indica a repolarização dos ventrículos, aparecendo como uma elevação menor após o complexo QRS.

Esses resultados indicam que o sensor AD8232, em combinação com o sistema desenvolvido, é capaz de capturar sinais de ECG com precisão, fornecendo dados cruciais para o diagnóstico e monitoramento contínuo de pacientes com condições cardíacas. Além disso, a clareza do sinal demonstra a eficácia do filtro passa-baixa implementado no software, que reduziu significativamente o ruído, resultando em um traçado mais suave e interpretável.

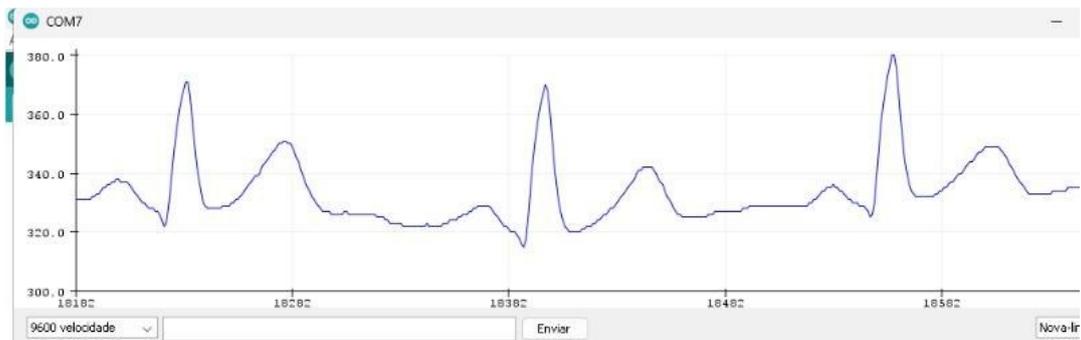


Figura 1. Sinal de ECG do sensor AD8232 com filtro.

As medições de SpO<sub>2</sub> foram realizadas ao longo de cinco dias, utilizando três dispositivos: o sensor MAX30102, um oxímetro digital de referência e um smartwatch. O gráfico na Figura 2 apresenta os valores de saturação de oxigênio (%) medidos por cada dispositivo.

O sensor MAX30102 (representado pela cor azul) apresentou leituras consistentes, com variações entre 94% e 98%. Em alguns dias, as medições mostraram uma leve tendência a registrar valores ligeiramente mais baixos em comparação com o oxímetro digital.

O oxímetro digital (cor cinza) manteve valores estáveis entre 97% e 99%, servindo como padrão de comparação. O smartwatch (cor verde) também apresentou leituras próximas ao oxímetro, com variações mínimas.

Os resultados indicam que o sensor MAX30102 tem uma precisão aceitável, embora apresente uma leve variação em algumas medições, possivelmente devido à sensibilidade à iluminação ambiente ou à posição do sensor. Mesmo assim, os valores estão dentro de uma faixa confiável para monitoramento de SpO<sub>2</sub>.

Esses dados sugerem que o sensor MAX30102 é uma ferramenta útil para medições de SpO<sub>2</sub> em sistemas de monitoramento remoto, embora ajustes e calibrações adicionais possam ser necessários para garantir maior precisão.

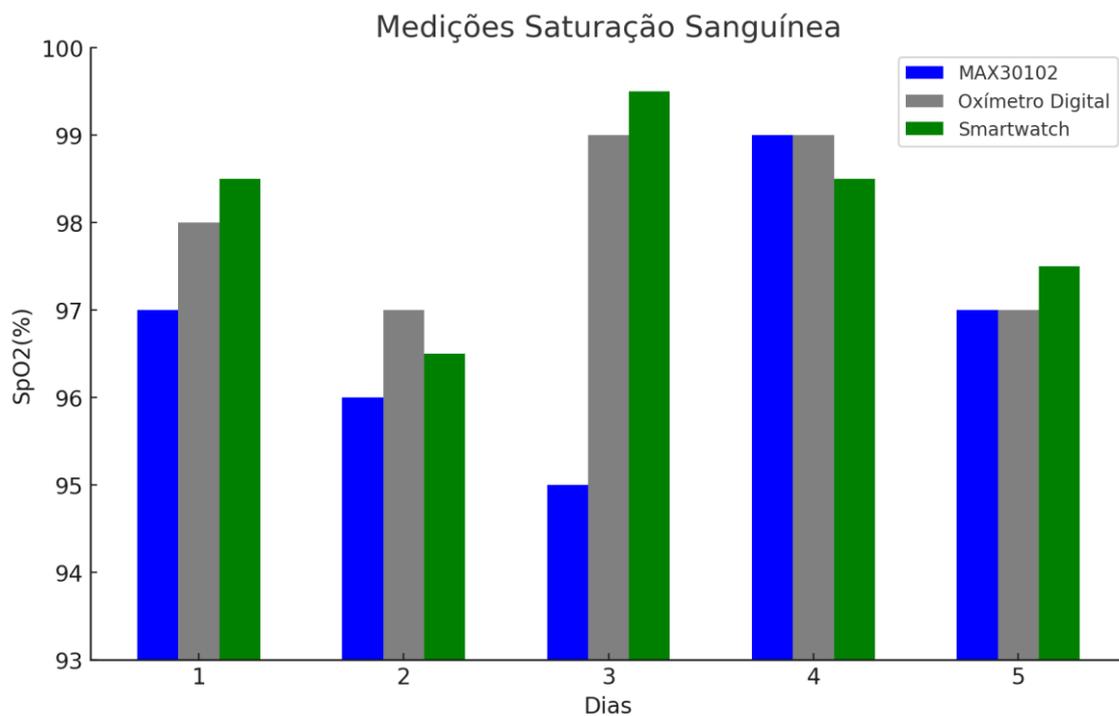


Figura 2. Medições de SpO2 pelo sensor MAX30102 ao longo de cinco.

O gráfico na Figura 3 mostra as variações nas medições captadas pelo sensor KY037 durante um período correspondente a 15 respirações. Este sensor foi utilizado para captar os sons respiratórios, possibilitando a análise detalhada da função pulmonar.

O gráfico exibe oscilações nos valores medidos, refletindo as flutuações naturais dos sons respiratórios durante o ciclo respiratório. As variações entre picos e vales indicam momentos de inspiração e expiração, além de eventuais anomalias ou ruídos respiratórios detectados ao longo dessas 15 respirações.

Os dados obtidos pelo sensor KY037 mostram que ele é capaz de captar as nuances dos sons pulmonares, fornecendo informações detalhadas que podem ser utilizadas para diagnóstico médico. As oscilações consistentes sugerem que o sensor está funcionando corretamente e captando com precisão os sons gerados pelos pulmões durante o período de monitoramento.

Esses resultados são fundamentais para a detecção de possíveis anomalias respiratórias, como sibilos, estertores, ou outras condições que possam indicar doenças pulmonares. Embora o sensor KY037 tenha fornecido dados úteis, o sensor ideal para ausculta pulmonar seria o INMP441, que possui maior sensibilidade e precisão na captação de sons de baixa intensidade, tornando-o mais adequado para diagnósticos mais detalhados e confiáveis.

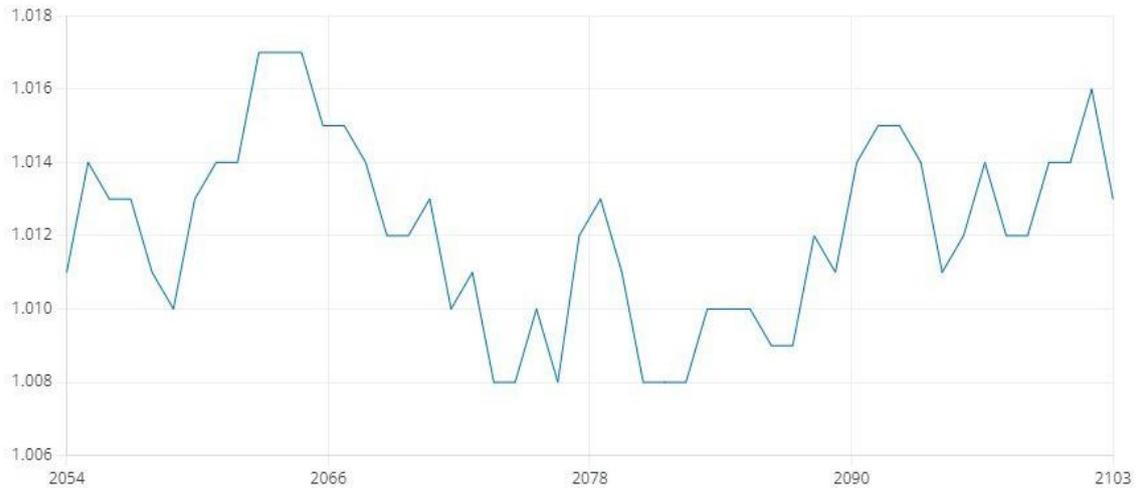


Figura 3. Dados obtidos pelo sensor KY037.

Na Figura 4 mostra a interface do aplicativo que desenvolvida e projetada para permitir o monitoramento contínuo de sinais vitais, como saturação de oxigênio, eletrocardiograma e ausculta pulmonar, de forma intuitiva e acessível tanto para pacientes quanto para profissionais de saúde. A interface exibe um gráfico interativo que permite ao usuário visualizar as variações na saturação de oxigênio ao longo do tempo. Os dados são apresentados de maneira clara, com pontos marcando as medições realizadas em diferentes datas.

O aplicativo permite alternar entre diferentes tipos de medições (saturação, eletrocardiograma, ausculta pulmonar) por meio de um menu suspenso, facilitando o acesso a diferentes tipos de dados. A seção "Dashboard" organiza as informações de forma que o usuário possa visualizar rapidamente os resultados mais recentes.

A lista à direita do gráfico fornece um resumo das últimas medições, permitindo que o usuário compare rapidamente as leituras recentes. Isso facilita o acompanhamento das tendências de saúde e a identificação de quaisquer mudanças significativas nos sinais vitais.

A interface do aplicativo é funcional e bem estruturada, proporcionando uma experiência de usuário positiva. A clareza na apresentação dos dados e a facilidade de navegação tornam o aplicativo uma ferramenta eficaz para o monitoramento remoto da saúde dos pacientes.



Figura 4. Interface do Aplicativo Clinic-EST.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Sistema de Monitoramento de Sinais Biomédicos demonstrou ser uma solução promissora para o monitoramento remoto de pacientes com condições cardíacas e pulmonares. Através da integração de sensores biomédicos avançados, como o MAX30102 para saturação de oxigênio, o AD8232 para eletrocardiograma, e o KY037 para ausculta pulmonar, foi possível criar um sistema capaz de capturar e transmitir dados vitais em tempo real.

Os testes realizados mostraram que os sensores utilizados são eficazes na captação de dados biomédicos essenciais. O sensor MAX30102 apresentou medições confiáveis de SpO2, embora com algumas variações menores em comparação com dispositivos comerciais. O sensor AD8232 capturou sinais de ECG claros e precisos, enquanto o KY037, apesar de ser funcional para ausculta pulmonar, poderia ser substituído pelo INMP441, que oferece maior sensibilidade e precisão para essa aplicação.

A interface do aplicativo desenvolvido é intuitiva e facilita o monitoramento contínuo dos pacientes. A organização dos dados em gráficos interativos e a capacidade de alternar entre diferentes tipos de medições tornam o sistema acessível tanto para médicos quanto para pacientes, promovendo uma abordagem mais proativa e colaborativa no cuidado à saúde.

Foram realizados testes clínicos para validar a precisão e utilidade do sistema. o projeto foi submetido à Plataforma Brasil, sob número CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) número 78767423.5.0000.6018, mostrando que o sistema pode ser uma ferramenta útil na prática clínica. A possibilidade de monitoramento remoto oferece benefícios significativos, especialmente para pacientes em áreas remotas ou que necessitam de acompanhamento contínuo, sem a necessidade de visitas frequentes ao hospital.

Embora os resultados obtidos sejam promissores, o sistema ainda pode ser aprimorado com a substituição do sensor KY037 pelo INMP441, além de possíveis ajustes e calibrações adicionais para aumentar a precisão dos dados coletados. Em suma, o sistema desenvolvido tem o potencial de melhorar significativamente o acompanhamento de pacientes com doenças cardiovasculares e respiratórias, contribuindo para a prevenção de complicações e a promoção de uma saúde mais integrada e acessível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Albahri, Ahmed Shihab et al.** IoT-based telemedicine for disease prevention and health promotion: State-of-the-Art. *Journal of Network and Computer Applications*, Elsevier, v. 173, p. 102873, 2021.

**Albano, Victoria; Brito, Nayana.** Impactos Psicológicos da Cirurgia Cardíaca: Contribuições da Psicologia. *JNT-Facit Business and Technology Journal*. QUALIS B1. 2021, Julho. Ed. 28. V. 1. Págs. 426-438.

**Baker, J., & Stanley, A.** Telemedicine technology: a review of services, equipment, and other aspects. *Current Allergy and Asthma Reports*, Springer, 2018, 18(11), 1-8.

**Précoma, D. B. et al.** Updated Cardiovascular Prevention Guideline of the Brazilian Society of Cardiology - 2019. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, v. 113, n. 4, p. 787–891, 1 out. 2019.

**Roth, G. A. et al.** Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 76, n. 25, p. 2982–3021, 22 dez. 2020.

**Malta, D. C. et al.** A construção da vigilância e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis no contexto do Sistema Único de Saúde. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 15, n. 3, set. 2006.

**Costa, Cristiano André da.** Saúde Digital e a Revolução na Medicina. *Journal of Health Informatics*, Brasil, v. 15, n. 2, p. 1, 2023. DOI: 10.59681/2175-4411.v15.i2.2023.1132. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/1132>. Acesso em: 25 Maio 2024.

**Haleem, Abid et al.** Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications. *Sensors International*, v. 2, p. 100117, 2021.

**Taylor, Luisa; Capling, Heidi; Portnoy, Jay M.** Administering a telemedicine program. *Current Allergy and Asthma Reports*, Springer, v. 18, n. 11, p. 1-7, 2018.

**Waller, Morgan, and Stotler, Chad.** "Telemedicine: a primer." *Current Allergy and Asthma Reports*, Springer, 18.10 (2018): 1-9.

**Zhong, Yi; Xu, ZhiHai; Cao, Lei.** Intelligent IoT-based telemedicine systems implement for smart medical treatment. *Personal and Ubiquitous Computing*, p. 1-11, 2021.

# CAPÍTULO XL

## SISTEMA DE SEGURANÇA AUTOMATIZADA E FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DA EST-UEA

Adelson S. Dantas Freitas<sup>1</sup>, Fabricio Batista Aguiar<sup>1</sup>, Filipe dos Santos Gama<sup>1</sup>, Isaac de Souza Dutra<sup>1</sup>, Saul H. Calixto Evangelista<sup>1</sup>, Jose Ruben Sicchar Vichez<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-40](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-40)

<sup>1</sup> Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

asdf.eai23@uea.edu.br, fba.eai23@uea.edu.br, fdsg.eai23@uea.edu.br, idsd.eai23@uea.edu.br,  
shce.eai23@uea.edu.br, jvilchez@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O monitoramento por meio da Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma medida essencial de segurança, sendo uma das formas mais eficazes para a identificação de pessoas e objetos perigosos. Este resumo aborda a criação de um sistema de monitoramento utilizando IA, implementado em Veículos Guiados Automatizados (AGVs) e drones, representando um avanço significativo para a segurança na Universidade.

O sistema desenvolvido não só visa aumentar a segurança no campus, como também incentivar o desenvolvimento e a pesquisa nas áreas de robótica e programação. A escolha pela IA se justifica pelo seu papel crucial na cibersegurança moderna, automatizando a detecção de ameaças e proporcionando respostas em tempo real, o que é fundamental para proteger infraestruturas críticas contra ataques sofisticados (Moghimi, A., 2019).

O projeto envolve o treinamento avançado de IA utilizando Machine Learning e a aplicação de técnicas de reconhecimento facial, com o apoio de bibliotecas como Face Recognition, OpenCV e YOLO V8. O objetivo é alcançar a máxima precisão no sistema de monitoramento, utilizando um extenso banco de dados, pois imagens mais complexas apresentam desafios maiores para os modelos de IA, ressaltando a necessidade de aprimorar a robustez desses sistemas (Mayo, D., 2023).

#### 1.1. OBJETIVOS

- Desenvolver um sistema de monitoramento usando IA;

- Implementar o sistema desenvolvido em drones;
- Aumentar a segurança de uma área monitorada;

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Pesquisas Bibliográficas:

- **Objetivo:** Realizar um estudo aprofundado sobre Inteligência Artificial (IA).
- **Método:** Foram conduzidas pesquisas bibliográficas utilizando bases de dados científicas e livros especializados em IA. As fontes incluíram artigos acadêmicos, livros, e publicações recentes em conferências para obter uma visão ampla das técnicas, algoritmos, e aplicações atuais em IA.

### 2.2. Desenvolvimento da IA:

- **Objetivo:** Criar uma IA capaz de realizar detecção de objetos e faces.
- **Método:** Utilizou-se uma biblioteca de código aberto específica para detecção de objetos e reconhecimento facial, YOLOv8 e OpenCV. A IA foi treinada com datasets de imagens rotuladas para identificar e classificar diferentes objetos e rostos. O processo de treinamento incluiu a preparação dos dados e avaliação de desempenho por meio de métricas como acurácia e recall.

### 2.3. Modelagem 3D:

- **Objetivo:** Criar modelos tridimensionais para integração no sistema.
- **Método:** A modelagem foi realizada utilizando um software de criação de peças 3D, Autodesk Inventor 2024. O processo envolveu a concepção e criação de modelo 3D detalhado, levando em consideração as especificações e requisitos do sistema para garantir compatibilidade e funcionalidade no ambiente de integração.

### 2.4. Integração do Sistema:

- **Objetivo:** Unificar todas as partes desenvolvidas em um sistema coeso.
- **Método:** A integração das diferentes componentes (IA, modelo 3D) será realizada utilizando uma plataforma de desenvolvimento de software, como Unity ou um framework web. O sistema foi testado para garantir que todas as partes funcionassem harmoniosamente, com foco na eficiência do processamento de dados, usabilidade da interface e precisão dos resultados gerados pela IA.

Quantidade	Descrição
2	Safe-Est
2	Arduino Mega
4	Motor JGA25-370-CE 6V/100RPM
2	Driver Motor Ponte H L298N
2	RunCam-Câmera 4Split4
4	Kit 2 baterias 26650 8800mAh 3,7v
4	Fonte Regulador de Tensão Step Down DC/DC XL4005 5ª
6	Micro Servo Motor MG90S Metal 360º
6	Módulo Sensor Ultrassônico US-100
4	Sensor de Tensão e Corrente GY471 MAX471
2	Transmissor de Vídeo 5,8Ghz
2	Módulo Rf Wireless Lora 433mhz
2	Receptor de Vídeo 5.8Ghz Skydroid
1	Kit Cabo Jumper 40 unidades 20cm macho-fêmea
3	Kit Cabo Jumper 40 unidades 20cm macho-macho
6	Rolamento 626 ZZ 6x19x6mm
2	DJI Mini 2 SE Fly - DJI026

Figura 1. Lista de Materiais

### 3. RESULTADOS

O projeto culminou no desenvolvimento de um sistema de segurança que integra Inteligência Artificial (IA) com tecnologias de detecção e reconhecimento visual para aumentar a segurança em ambientes sensíveis, como o campus universitário onde foi testado. O principal resultado foi a criação de uma IA capaz de identificar armas brancas e reconhecer pessoas em tempo real, proporcionando uma vigilância eficaz e proativa.

**1. Desenvolvimento e Implementação da IA:** A IA desenvolvida foi treinada utilizando algoritmos de visão computacional com a biblioteca YOLO do *python* para detecção de armas brancas e *face\_recognition* para reconhecimento facial. Durante o treinamento, a IA atingiu uma alta taxa de acurácia e recall, sendo capaz de identificar com precisão as ameaças em situações reais. O sistema de detecção e reconhecimento foi projetado para funcionar em tempo real, o que é crucial para a aplicação em segurança, onde a velocidade de resposta pode ser determinante.



Figura 2: Detecções obtidas em tempo real

epoch,	train/box_loss,	train/cls_loss,	train/df1_loss,	metrics/precision(B),	metrics/recall(B),
1,	1.653,	2.5028,	1.7936,	0.32839,	0.24756,
2,	1.7521,	2.2021,	1.8812,	0.37169,	0.24639,
3,	1.7448,	2.1279,	1.8803,	0.40302,	0.42046,
4,	1.6726,	2.0256,	1.8185,	0.50895,	0.47833,
5,	1.605,	1.873,	1.7513,	0.5808,	0.49863,
6,	1.6227,	1.6526,	1.8914,	0.67837,	0.57439,
7,	1.5519,	1.5088,	1.8082,	0.66374,	0.61274,
8,	1.4908,	1.3985,	1.7636,	0.70379,	0.64662,
9,	1.439,	1.3254,	1.7145,	0.72262,	0.6663,
10,	1.4027,	1.2505,	1.6672,	0.73779,	0.72621,
11,	1.3502,	1.1711,	1.631,	0.79859,	0.75862,
12,	1.3147,	1.1189,	1.6001,	0.78762,	0.76689,
13,	1.2749,	1.064,	1.5638,	0.84557,	0.8032,
14,	1.2368,	1.0237,	1.536,	0.81319,	0.80476,
15,	1.1936,	0.97278,	1.4967,	0.87957,	0.82132,

Figura 3: Métricas do treino da IA para a detecção de objetos

metrics/mAP50(B),	metrics/mAP50-95(B),	val/box_loss,	val/cls_loss,	val/df1_loss,
0.20285,	0.08064,	2.1473,	3.3278,	2.2479,
0.2145,	0.08592,	2.2092,	3.0593,	2.3286,
0.36827,	0.15672,	1.902,	2.6017,	1.9616,
0.46639,	0.19798,	1.8894,	1.9964,	1.9108,
0.51929,	0.24319,	1.7593,	1.8865,	1.7958,
0.64395,	0.32186,	1.6932,	1.6437,	1.7306,
0.63933,	0.31522,	1.6505,	1.545,	1.7183,
0.71158,	0.37817,	1.5773,	1.401,	1.6319,
0.72558,	0.38555,	1.5428,	1.415,	1.6042,
0.78634,	0.43855,	1.4714,	1.2127,	1.5256,
0.83259,	0.47811,	1.4288,	1.1436,	1.4971,
0.83495,	0.48945,	1.4048,	1.09,	1.4854,
0.86474,	0.5163,	1.3618,	1.0361,	1.4328,
0.8695,	0.5278,	1.3202,	1.0075,	1.4152,
0.9062,	0.56142,	1.2766,	0.9442,	1.3752,

Figura 4: Métrica da validação da IA para a detecção de objetos

**2. Integração em uma Plataforma Móvel:** Para maximizar a cobertura e a eficiência do sistema de segurança, a câmera equipada com a IA será montada em um carrinho guiado, especificamente construído para este projeto. Este carrinho foi projetado para se mover autonomamente ou ser controlado remotamente, seguindo rotas predefinidas e navegando através de áreas críticas do campus. A mobilidade proporcionada pelo carrinho permite que o sistema de vigilância cobrisse uma maior área e respondesse rapidamente a situações em

**3. Simulações e Testes com Modelos 3D:** Modelos tridimensionais detalhados do carrinho e do ambiente foram desenvolvidos para simular o comportamento do sistema. Esses modelos permitiram a realização de testes extensivos em cenários virtuais, onde o desempenho da IA e a navegação do carrinho foram avaliados e otimizados. Os resultados dos testes virtuais

foram fundamentais para assegurar que o sistema funcionaria de maneira eficaz quando implementado no mundo real.

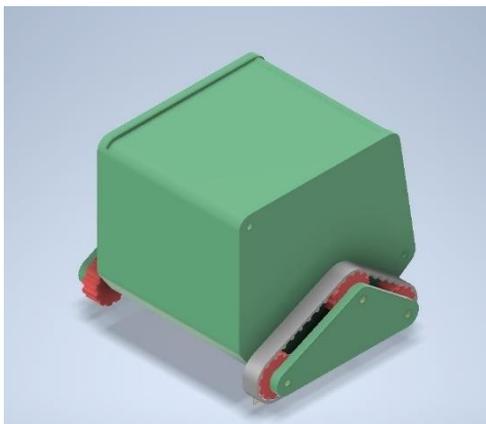


Figura 5: Modelo 3D do carrinho AGV

#### 4. CONCLUSÃO

Dessa forma, o projeto alcançou com sucesso a criação de um sistema de segurança, que utiliza Inteligência Artificial (IA) para detecção de armas brancas e reconhecimento de pessoas. Esse sistema demonstrou ser uma ferramenta eficaz para aumentar a segurança em ambientes sensíveis. A principal força do sistema reside na sua versatilidade: enquanto o protótipo será integrado em um carrinho móvel, a mesma tecnologia pode ser facilmente adaptada para um drone, por exemplo. Para este projeto, não foi possível adquirir o drone a tempo para implementar o sistema desenvolvido e incorporar ao projeto. Quando integrado em drones, o sistema pode expandir suas capacidades para fornecer vigilância aérea, cobrindo grandes áreas de forma rápida e eficiente.

O uso de IA permite uma vigilância proativa, com a detecção automática de ameaças em tempo real, reduzindo a dependência de monitoramento manual e minimizando o tempo de resposta em situações de risco. Foi possível modelar um componentes. Porém, a abordagem modular do sistema também permite futuras melhorias, como a inclusão de novos tipos de reconhecimento, a expansão para outros tipos de ameaças ou adicionar mais AGV, um quadrúpede, por exemplo, tornando o sistema não apenas uma possível solução imediata, mas também uma plataforma em evolução.

Em resumo, o projeto demonstrou não apenas a viabilidade técnica da aplicação de IA em sistemas de segurança, mas também seu potencial para ser uma ferramenta essencial em uma variedade de cenários de monitoramento e proteção. Com sua adaptabilidade para

diferentes plataformas, incluindo câmeras fixas e drones, o sistema oferece uma solução eficaz que pode ser expandida e melhorada continuamente para atender às crescentes demandas por segurança em diversos setores.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Moghimi, A. **Image recognition accuracy: An unseen challenge confounding today's AI.** Disponível em: <<https://news.mit.edu/2023/image-recognition-accuracy-minimum-viewing-time-metric-1215>>.

Mayo, D. **AI-Driven Cybersecurity: An Overview, Security Intelligence Modeling and Research Directions.** SN Computer Science, v. 2, n. 3, 26 mar. 2021.

# CAPÍTULO XLI

## SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO PARA SUPRIMENTO ENERGÉTICO DO LABORATÓRIO DE MODELAGEM DO SISTEMA CLIMÁTICO TERRESTRE DA EST/UEA

Guilherme Gomes de Assis<sup>1</sup>, Leandro Henrique de Souza Carrascosa<sup>1</sup>,  
Cláudio Gonçalves de Azevedo<sup>1</sup>

DOI: [10.51859/ampla.uss2541-41](https://doi.org/10.51859/ampla.uss2541-41)

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

ggda.eng23@uea.edu.br, lhdsc.eng20@uea.edu.br, cgoncalves@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a crescente demanda por fontes de energia sustentáveis têm impulsionado a pesquisa e a implementação de sistemas fotovoltaicos híbridos (SFVH), compostos por baterias eletroquímicas, possibilidade de conexão à rede e outra fonte auxiliar, a exemplo de gerador a diesel. Este estudo tem como objetivo realizar um amplo levantamento bibliográfico sobre a geração fotovoltaica híbrida, explorando suas características, aplicações, vantagens e desafios. Como exemplo numérico, foi realizada uma simulação computacional de um SFVH, tipo *zerogrid*, para suprir potência ao Laboratório de Modelagem do Sistema Climático Terrestre (LABCLIM) da Escola Superior de Tecnologia (EST), unidade de cursos de engenharia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Os resultados obtidos foram satisfatórios, considerando o uso de baterias de íon-lítio como fonte de armazenamento de energia elétrica para os períodos sem sol e ausência de rede e, ainda, um sistema de grupo-gerador como fonte auxiliar para a situação de falha do SFVH.

#### 1.1. OBJETIVOS

##### 1.1.1. OBJETIVO GERAL

Realizar amplo levantamento bibliográfico sobre a geração FV híbrida e estabelecer um cenário de unidade consumidora a ser suprida por sistema fotovoltaico híbrido com bateria eletroquímica.

### 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o princípio de funcionamento e aplicação dos sistemas FV *on-grid*, *off-grid* e híbrido;
- Estudo de cargas críticas, aplicação e funcionamento do SFVH e seus componentes: Inversor, Módulo Solar e Bateria;
- Realizar o dimensionamento de sistema fotovoltaico para uma aplicação específica.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre sistemas fotovoltaicos para conexão à rede (*on-grid*), sistema isolado (*off-grid*) e, em particular, de sistema fotovoltaico híbrido em razão de ser adequado para atender cargas consideradas críticas, tendo inversor híbrido que pode ser conectado à rede, disponibilidade para conexão e recarga de baterias, entrada de módulos solares e fonte de emergência, a exemplo de grupo motor gerador. Outra pesquisa realizada foi sobre a regulamentação brasileira que trata de geração distribuída e sistemas fotovoltaicos.

Para aplicação numérica, foram realizadas medições de grandezas elétricas e levantamento de cargas críticas em campo, utilizados métodos analíticos e computacional para o dimensionamento da potência de um sistema fotovoltaico híbrido com baterias eletroquímicas, visando atender o Laboratório de Modelagem do Sistema Climático Terrestre (LABCLIM), conforme mostra a figura 1, para executar sistema de processamento de alto desempenho (*Cluster High Performance Computing*) capaz de realizar integrações numéricas dos modelos matemáticos que representam o clima da Amazônia e suas variações. Para o dimensionamento dos componentes do SFVH e geração de gráficos, foi utilizado o software *System Advisor Model* (SAM), como mostra a figura 2, fornecido gratuitamente pela empresa *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) e no qual estão disponíveis ferramentas para modelagem de vários tipos de sistemas de energia renováveis, como a geração solar fotovoltaica.

Figura 1. Unidade de processamento no LABCLIM



Fonte: Autores, 2024

Figura 2. Logo do System Advisor Model



Fonte: Site da NREL, 2024

### 3. RESULTADOS

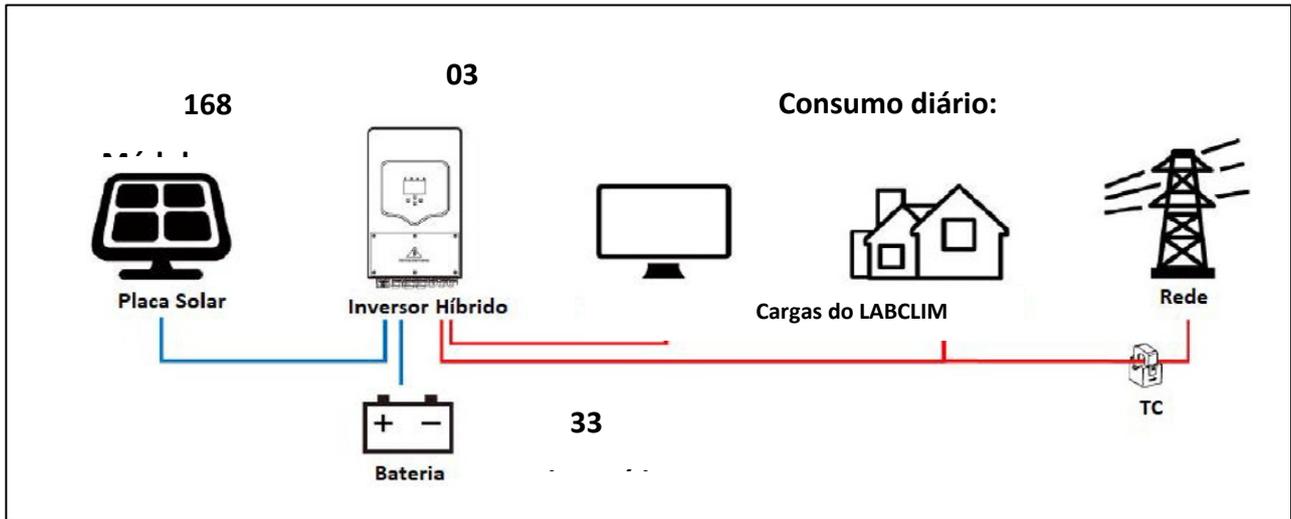
A partir de dados obtidos das cargas consumidoras no LABCLIM, dados de horas de sol pleno (HSP) obtidas no site do SUNDADA/CEPEL, figura 3, e aplicação de métodos analítico e computacional das ferramentas do software SAM, foi dimensionado um sistema FV híbrido, conforme mostra a figura 4, o qual foi adaptado de diagrama elétrico disponível no site da empresa Deye. Nas figuras 5 e 6 são apresentados os resultados da energia (kWh) disponibilizada para recarga das baterias, provenientes do sistema fotovoltaico e da rede ao longo do primeiro ano, respectivamente. Na Figura 7, mostra-se o gráfico que representa a energia em corrente contínua utilizada ao longo do primeiro ano.

Figura 3. Irradiação e horas de sol pleno diária para Manaus

Cálculo no Plano Inclinado														
Estação: Manaus Município: Manaus, AM - BRASIL Latitude: 3,101° S Longitude: 60,049° O Distância do ponto de ref. (3,10719° S; 60,026111° O): 2,6 km														
#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	3,95	4,02	4,04	3,83	3,88	4,39	4,43	4,93	4,89	4,78	4,63	4,12
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	3° N	3,89	3,98	4,04	3,86	3,94	4,49	4,52	5,00	4,90	4,74	4,56	4,05
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	4° N	3,87	3,97	4,03	3,87	3,96	4,52	4,55	5,02	4,90	4,73	4,53	4,02
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	4° N	3,87	3,97	4,03	3,87	3,96	4,52	4,55	5,02	4,90	4,73	4,53	4,02

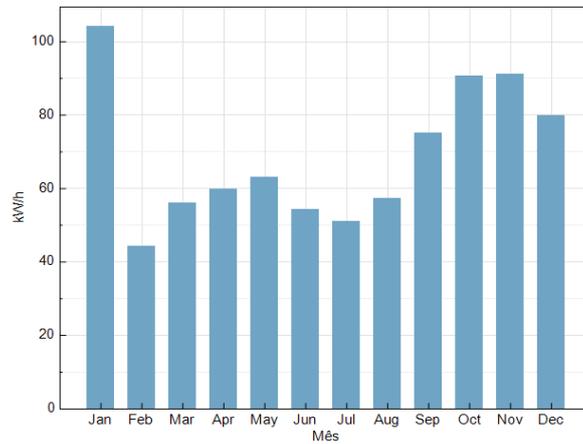
Fonte: Site SUNDADA, 2024

Figura 4. Sistema FV híbrido tipo *zerogrid*



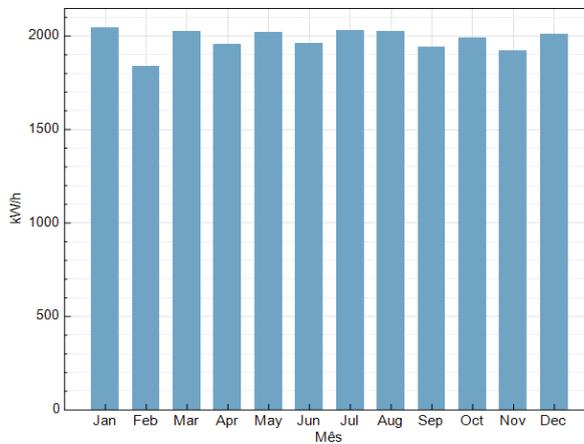
Fonte: Autores - adaptado de sistema FV híbrido disponível no site da empresa Deye, 2024

Figura 5. Energia do SFVH para recarga das baterias



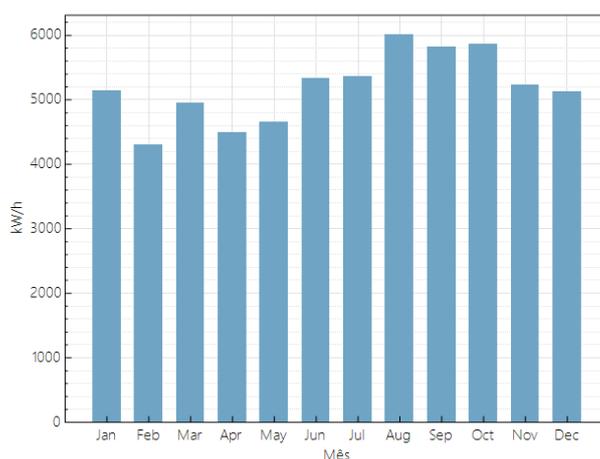
Fonte: Autores, 2024

Figura 6. Energia da rede para recarga das baterias



Fonte: Autores, 2024

Figura 7. Energia em corrente contínua fornecida pelo SFVH por mês



Fonte: Autores, 2024

## 4. CONCLUSÃO

O sistema fotovoltaico híbrido para conexão à rede, tipo *zerogrid*, ou seja, não injeta energia na rede, priorizando o provimento de potência às cargas e baterias, operando 24 horas por dia de maneira ininterrupta. Há uma forte dependência da rede elétrica para alimentação das cargas consumidoras e recarga das baterias nos dias sem sol ou de baixa irradiância, principalmente nos meses de janeiro a maio, e nos casos de defeito ou falha dos inversores. Como fonte auxiliar de emergência existe um grupo gerador a diesel.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. Distributed generation: a definition. *Electric Power Syst. Research*, v. 57, p. 195–204, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Brasília: ANEEL, 2021.

BARBOSA, E. M. de S; SILVA, D. O; MELO, R. O. Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede com Baterias Sistema UFPE-Brasil. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, v. 11, p. 1-7, 2007. ISSN 0329-5184.

BORBA, A. T. A. et. al. Applications and Models of the Hybrid Energy Generation System: Literature Review. VII Int. Symp. On Innov. Tech. (SIINTEC). One Planet, one Ocean and one Health, 2021. ISSN: 2357-7592. p. 1-8.

CHANG, C. A. Otimização Técnico Econômica de um Sistema Híbrido Fotovoltaico-Diesel com Banco de Baterias. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 17 ago. 2012.

CHOWDHURY, S.; CHOWDHURY, S. P.; CROSSLEY, P. *Microgrids and Active Distribution Networks*. London: The Institution of Engineering and Technology, 2009.

HUNG, D. Q.; MITHULANANTHAN, N.; BANSAL, R. C. Analytical expressions for dg allocation in primary distribution networks. IEEE Trans. On Energy Conv., v. 25, n. 3, p. 814–820, 2010.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. Grid-Scale Battery Storage. USA: 2019. Disponível em: [www.nrel.gov/docs/fy19osti/74426.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy19osti/74426.pdf). Acesso em: 17 Out. 2022.

# CAPÍTULO XLII

## TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: FABRICAÇÃO DE CÉLULAS E MÓDULOS

Caio Fábio Castro Dantas, Cássio Pacheco Reis Lima, David Gabriel Marinho Israel, Rafael Souza Farias, Rickelmy dos Santos Gomes, Cláudio Gonçalves de Azevedo

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-42**

Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

Cfcd.eng24@uea.edu.br, cprli.eng24@uea.edu.br, dgmis.eng24@uea.edu.br, rsfa.eng24@uea.edu.br,  
rsda.eng24@uea.edu.br, cgoncalves@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, percebe-se o aumento de discussões em volta de formas de adquirir energia que afetem em uma escala menor o meio ambiente, um dos principais protagonistas de tais discussões acaba sendo a tecnologia solar fotovoltaica. Fazendo uso de células e módulos fotovoltaicos, é possível conseguir energia solar, uma fonte renovável de energia cujo impacto acaba sendo consideravelmente menor no ambiente a seu redor quando comparada a outras fontes de energia no mundo atual. Este projeto de pesquisa visa compreender a tecnologia e o processo de fabricação de células e módulos fotovoltaicos, bem como os seus desempenhos e aplicações.

#### 1.1. OBJETIVO

Realizar pesquisa técnica e científica sobre a tecnologia e fabricação de células e módulos fotovoltaicos, assim como as montagens e aplicações, procurando entender os diferentes materiais e processos de fabricação.

#### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o efeito fotovoltaico gerado a partir das células e suas curvas características;
- Pesquisa de tecnologia e materiais empregados na fabricação de células e módulos;
- Pesquisa sobre a primeira, segunda e terceira geração dos módulos e suas vantagens e desvantagens;

- Pesquisa de modelos computacionais e realizar simulação computacional de célula fotovoltaica utilizando software;
- Realizar experimento prático de célula fotovoltaica para obter e interpretar gráficos do tipo IxV e PxV.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de pesquisa bibliográfica em diversos trabalhos materiais acadêmicos como artigos, revistas, livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e outros, foi possível adquirir uma boa compreensão da tecnologia e processo de fabricação e montagem de células e módulos fotovoltaicos. Além disso, foi realizado estudo sobre a regulamentação brasileira que abrange os principais tipos de sistemas fotovoltaicos. Assim, a pesquisa técnica e científica realizada proporcionou a realização de aplicações analíticas e simulações computacionais de parâmetros técnicos de células e módulos fotovoltaicos.

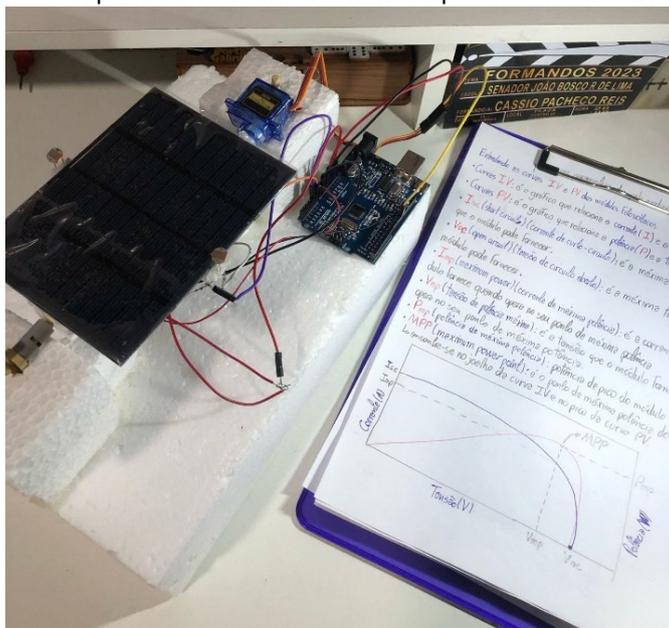
Deve-se destacar que os integrantes deste projeto da Academia STEM realizaram uma visita técnica à Loja Luniere, empresa que oferece uma série de serviços considerados inteligentes, dentre eles o que envolve energia solar fotovoltaica. A visita teve como objetivo coletar informações sobre módulos e células fotovoltaicos no cenário atual.

Deste modo, a partir das pesquisas e experiências práticas adquiridas durante o desenvolvimento do projeto e utilizando materiais eletrônicos, como arduino, servos-motores, resistores, LDRs, jumpers (conectores), foi possível desenvolver protótipos para demonstrar de uma forma prática os estudos realizados durante o período de realização do projeto.

## 3. RESULTADOS

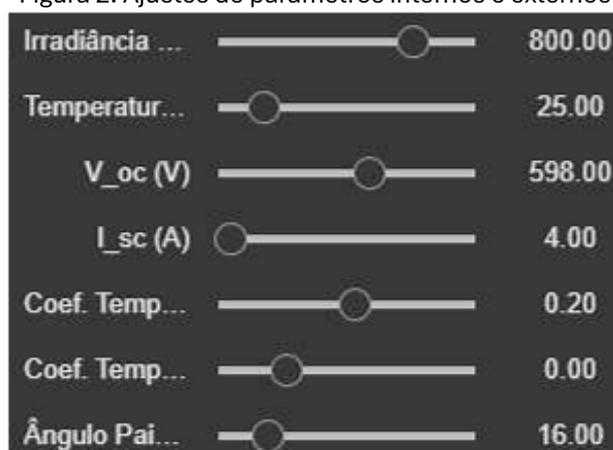
Após um estudo mais aprofundado do material bibliográfico sobre células e módulos fotovoltaicos, foi possível realizar experimentos práticos. Destaque pode ser dado aos protótipos que foram desenvolvidos com a finalidade de analisar parâmetros de células e módulos fotovoltaicos, comprovando a viabilidade prática, como mostram as Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1: Protótipo de um circuito alimentado por um módulo fotovoltaico.



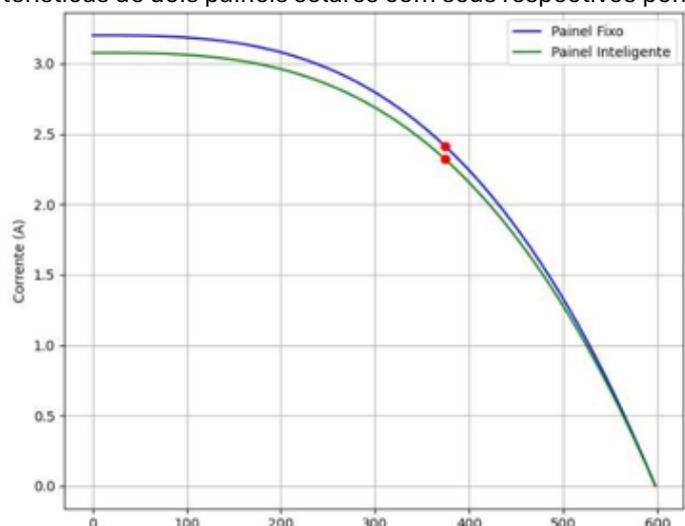
Fonte: Autores

Figura 2: Ajustes de parâmetros internos e externos



Fonte: Autores

Figura 3: Curvas características de dois painéis solares com seus respectivos pontos de máxima potência.



Fonte: Autores

## 4. CONCLUSÃO

A pesquisa técnica e científica realizada com profundidade sobre a tecnologia, processos de fabricação e montagem de células e módulos fotovoltaicos proporcionou aos estudantes, participantes do projeto de pesquisa da academia STEM, um grande aprendizado. A montagem de protótipos que utilizaram módulos fotovoltaicos, considerando a escala de evolução em que se encontram, pode ser considerada um sucesso. Com isto, pode-se dizer que o estudo aprofundado que foi realizado fez com que houvesse uma iniciativa para buscar entender de uma forma mais complexa como seria o devido funcionamento, a montagem, materiais utilizados, etc, no processo complexo por trás de um sistema fotovoltaico. Tais elementos, por sua vez, permitiram a produção de protótipos utilizando módulos fotovoltaicos. Por fim, o aprofundamento nessa área acabou rendendo um grande desenvolvimento técnico e pessoal para todos os membros da equipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.; RAMOS, H.; TEIXEIRA, M. Perspectives of New Alternative Materials to Silicon for the Production of Photovoltaic Solar Cells: A Systematic Literature Review. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. V. 09, n.71, Out. 2021.

AZEVEDO, M; CUNHA, A. Fazer uma célula fotovoltaica. Physics on Stage, Aveiro Pt, v2, n. 4, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16690 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos — Requisitos de projeto – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11604 – Sistemas fotovoltaicos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

DOUGLAS, G. B. T. et al. Células fotovoltaicas: Desenvolvimento e as três gerações. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 – Ed. Especial – Março 2019 - p.1-6

PIRES, P, J, C: OLIVEIRA, B, F. SIMULADOR ONLINE DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA . 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. V. 02, n.09, Nov. 2016, Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/simulador-online-de-gerao-de-energia-elica-24700>>. Acesso em 24 de jan. de 2025.

VILLALVA, Marcelo. Entendendo as curvas IV e PV dos módulos fotovoltaicos. Canal Solar. Mar. 2019. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/entendendo-as-curvas-iv-e-pv-dos-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em 24 de jan. de 2025.

WANG, Zhihang. et al. Hybrid solar energy device for simultaneous electric power generation and molecular solar thermal energy storage. Joule. V. 08, N.9 Set. 2024, Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435124002885>>. Acesso em 24 de jan. de 2025.

# CAPÍTULO XLIII

## TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: INVERSORES, MÓDULOS E BATERIAS

Gabriel Silva Rosas Barros<sup>1</sup>, João Carlos dos Santos Luna<sup>1</sup>, Kássia Maria Costa Coelho<sup>1</sup>, Murilo Ferreira da Cruz<sup>1</sup>, Rafael Cunha dos Santos<sup>1</sup>, Cláudio Gonçalves de Azevedo<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-43**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

gsrb.eng23@uea.edu.br, jcdsl.eng20@uea.edu.br, kmcc.eng23@uea.edu.br, mfdc.eng23@uea.edu.br,  
rcds.eng23@uea.edu.br, cgoncalves@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Tendo em torno 8 bilhões de habitantes no mundo, a produção e o consumo de energia elétrica não param de crescer. Porém, a geração mundial de energia elétrica tem como base os combustíveis fósseis, como o carvão, gás natural e outros derivados do petróleo, os quais têm baixa eficiência e emissores de gases poluentes (BOYLE, 2012). Em contrapartida, dirigentes, especialistas e a indústria em geral têm procurado soluções energéticas mais sustentáveis e eficientes, convergindo para um consenso global de se utilizar fontes de baixa emissão de poluentes, de modo a mitigar os impactos das mudanças climáticas. As fontes renováveis já representam mais de um terço do crescimento da geração de energia elétrica, tendo-se a expectativa que sua participação na energia global aumente para 16% até 2035.

A fonte solar fotovoltaica vem se destacando como uma das líderes na geração de energia elétrica limpa, tendo as seguintes características: totalmente estática, modular, praticamente sem ruído, baixa operação e manutenção, fácil instalação, cada vez mais acessível economicamente e tecnicamente viável para atender, praticamente, qualquer tipo de carga consumidora. Nesse contexto, a proposta desse projeto é realizar ampla pesquisa sobre a tecnologia empregada na energia solar fotovoltaica, abrangendo os materiais, processos de fabricação, desempenho e aplicação dos seus principais componentes, tais como inversor, controlador de carga e módulo fotovoltaico; além de uma pesquisa mais aprofundada sobre os principais modelos de bateria eletroquímica: Chumbo-Ácido e Íon-lítio.

## 1.1. OBJETIVOS

Este trabalho tem a finalidade de apresentar os fatores pelos quais a energia fotovoltaica está sendo cada vez mais difundida entre as residências e indústrias, assim como apresentar também as principais características e tipos de baterias, componente fundamental para qualquer sistema. Nossos maiores objetivos são destacar a importância do armazenamento de energia para otimizar o uso da geração solar, analisar os fatores que influenciam o desempenho das baterias, comparar diferentes tecnologias e suas aplicações e discutir soluções para melhorar a eficiência e a vida útil desses sistemas. Além disso, busca-se conscientizar futuros engenheiros sobre a relevância do armazenamento energético para a sustentabilidade e a viabilidade da energia solar em larga escala.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da revisão bibliográfica, foram consultadas fontes acadêmicas e artigos científicos que possuem alto rigor de confiabilidade, além de normas técnicas e relatórios de instituições especializadas. Essas fontes foram essenciais para embasar a comparação entre as baterias de chumbo-ácido e íon-lítio, garantindo uma abordagem fundamentada e alinhada com os avanços mais recentes na área de armazenamento de energia.

A análise comparativa foi conduzida com base em critérios técnicos e econômicos relevantes, incluindo densidade de carga, vida útil dos ciclos de carga e descarga, eficiência energética, custo e viabilidade econômica, além do impacto ambiental e dos desafios relacionados à reciclagem.

Esses fatores foram avaliados à luz de estudos científicos e revisões técnicas, permitindo uma visão abrangente sobre as vantagens e limitações de cada tecnologia. Além disso, foram analisadas tendências de mercado e perspectivas futuras para essas baterias, considerando avanços tecnológicos e a evolução das regulamentações ambientais. Essa abordagem possibilitou uma avaliação mais aprofundada das implicações da escolha entre as duas tecnologias em diferentes aplicações, especialmente no contexto da energia solar fotovoltaica.

## 3. RESULTADOS

O sistema fotovoltaico é uma forma de geração de energia proveniente de uma fonte renovável. A geração solar fotovoltaica (GFV) pode ser aplicada para reduzir o consumo de

energia da rede elétrica de unidade consumidora ou superar o consumo e injetar potência na rede. Os sistemas fotovoltaicos podem ser *on-grid*, *off-grid* e híbrido, o qual seria uma composição do *on-grid* com o *off-grid*, sendo conectado à rede e com unidades de armazenamento de energia elétrica por baterias, conforme ilustração na Figura 1.

Figura 1. Ilustração de sistema fotovoltaico híbrido.



### 3.1. COMPONENTES PRINCIPAIS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

**Módulos Fotovoltaicos:** São dispositivos que convertem a luz solar diretamente em eletricidade através do efeito fotovoltaico. Eles são compostos por células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício, que geram corrente contínua (CC) ao serem expostas à luz solar.

**Inversor:** Este dispositivo é responsável por converter a corrente contínua (CC) gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada (CA), que é a forma de eletricidade utilizada pela maioria dos eletrodomésticos e pela rede elétrica.

**Bateria:** Em sistemas solares fotovoltaicos, as baterias armazenam a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos para uso posterior em operação de *backup*. Elas são essenciais para sistemas *off-grid*, garantindo a disponibilidade de energia durante períodos sem insolação, como à noite ou em dias nublados.

### 3.2. BATERIA CHUMBO ÁCIDO

É formada por dois eletrodos (negativo e positivo), um de chumbo esponjoso (Pb) e outro por dióxido de chumbo (PbO<sub>2</sub>), ambos isolados entre si e imersos em uma solução de ácido sulfúrico. Ainda é a bateria com mais utilizada no mundo por ser aquela que veio primeiro e, portanto, já possui uma consolidação no mercado (ROSOLEM et al). Existem dois

tipos de bateria chumbo ácido, a ventilada e a selada. Na ventilada, o eletrólito de ácido sulfúrico está na forma líquida, fornece uma pequena quantidade de corrente em um intervalo de tempo curto, precisa estar em ambiente ventilado e não suporta altas taxas de descarga. Na bateria tipo selada, o ácido sulfúrico fica na forma imobilizada, a bateria pode ser instalada no mesmo ambiente dos demais equipamentos, não precisa de reposição de água, porém é mais sensível a temperatura elevada, ocorrendo redução de sua vida útil. Os componentes da bateria chumbo ácido são totalmente reciclados. Na Figura 2 mostra-se uma bateria selada estacionária.

Figura 2 - Bateria chumbo ácido estacionária de 12 V



Fonte: Baterias Moura

### 3.3. BATERIA DE ÍON LÍTIO

Nas primeiras tentativas de desenvolvimento da bateria de lítio resultaram em frustrações e falhas de segurança por conta da instabilidade do lítio metálico, o qual podia até mesmo ocasionar em explosões; para isso, desenvolveram uma bateria na forma iônica. As baterias de íon lítio são mais recentes que as de chumbo ácido, e ainda estudos e novos desenvolvimento estão sendo realizados. O cátodo é formado por um material de lítio-cobalto e o ânodo por carbono, estes dois eletrodos são separados por um material com vários furos os quais permitem a passagem dos íons de lítio durante os processos de carga e descarga da bateria. Este modelo de bateria possui como características de funcionamento melhores que as de chumbo-ácido tais como: tensão nominal maior, capacidade (Ah) maior, densidade energética ( $\text{kg/m}^3$ ) maior, tempo de carga e descargas menores e entre outros. A bateria de íon lítio tem preço superior a bateria de chumbo ácido. Na figura 3 mostra-se uma bateria de íon lítio em um *rack* específico e na tabela 1 alguns parâmetros dos dois tipos de bateria.

Figura 3. Bateria de íon lítio.



Fonte: Baterias Unipower

**Tabela 1.** Comparativo sucinto entre as baterias chumbo ácido e íon lítio

Parâmetro	Chumbo ácido	Íon lítio
Tensão Nominal	2V	3,3-3,8V
Capacidade (Ah)	Entrega total para baixas correntes de descarga	Entrega total independente da corrente de descarga
Densidade Energética (kg/m <sup>3</sup> )	30-50	90-190
Ciclos	200-300	500-2000
Tempo de carga (h)	20-40	1-3

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa técnica e científica realizada, as baterias de íon-lítio apresentam vantagens significativas em eficiência, densidade de energia e vida útil quando comparadas às baterias de chumbo-ácido. Sua capacidade de armazenar mais energia em um volume menor e com menor perda de carga ao longo do tempo as torna ideais para aplicações em sistemas de energia renovável, como os sistemas fotovoltaicos. Além disso, a alta eficiência energética das baterias de íon-lítio reduz desperdícios e melhora o desempenho geral dos sistemas que as utilizam. Apesar do custo inicial mais elevado, sua maior durabilidade e a menor necessidade de manutenção tornam-nas economicamente viáveis no longo prazo.

Enquanto as baterias de chumbo-ácido exigem substituições mais frequentes devido à degradação acelerada, as de íon-lítio podem suportar milhares de ciclos de carga e descarga sem perda significativa de capacidade, o que justifica o investimento inicial mais alto. Outro fator relevante é o impacto ambiental. As baterias de íon-lítio, apesar de exigirem materiais

críticos como lítio, cobalto e níquel, possuem um ciclo de vida mais longo e processos de reciclagem cada vez mais avançados, o que reduz a necessidade de descarte frequente. Já as baterias de chumbo-ácido, embora recicláveis, apresentam riscos ambientais elevados devido à toxicidade do chumbo e do ácido sulfúrico, exigindo processos rigorosos de descarte e reuso para minimizar impactos.

Dessa forma, a escolha da bateria ideal deve considerar fatores como a aplicação específica, a disponibilidade de recursos financeiros e as condições operacionais. Para aplicações estacionárias em sistemas fotovoltaicos *off-grid*, onde a durabilidade e a eficiência são essenciais, as baterias de íon-lítio se destacam como a melhor opção. Em contrapartida, as baterias de chumbo-ácido ainda podem ser viáveis para aplicações de menor demanda e curto prazo, devido ao custo inicial reduzido.

A pesquisa evidencia que a transição para tecnologias de maior eficiência energética, como as baterias de íon-lítio, é um passo fundamental para a sustentabilidade no setor de energia renovável. À medida que os custos de produção dessas baterias continuam a diminuir e os avanços na reciclagem e reaproveitamento evoluem, sua adoção tende a se expandir, substituindo gradativamente as tecnologias mais antigas e menos eficientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carriço, J., Fernandes, J., Fernandes, C. and Branco, P. (2018) "Technical and Economic Assessment of a 450 W Autonomous Photovoltaic System with Lithium Iron Phosphate Battery Storage", *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, vol. 6, no. 1, p. 129-149. doi: 10.13044/j.sdewes.d5.0191.

Hazelton, J., Bruce, A. and MacGill, I. (2014) "A review of the potential benefits and risks of photovoltaic hybrid mini-grid systems", *Renewable Energy*, vol. 67, p. 222-229. ISSN 0960-1481. doi: 10.1016/j.renene.2013.11.026.

Horiba, T. (2014) "Lithium-Ion Battery Systems", In: *Proceedings of the IEEE*, vol. 102, no. 6, p. 939-950, June. doi: 10.1109/JPROC.2014.2319832.

# CAPÍTULO XLIV

## TESTES BASEADOS EM PROPRIEDADES COM *HYPOTHESIS*

Igor Meireles de Lima Taveira<sup>1</sup>, Pedro José Nogueira Portela<sup>1</sup>, Luana Cardoso Barros<sup>1</sup>, Pedro Henrique Miranda do Valle<sup>1</sup>, Leandro Henrique de Souza Carrascosa<sup>1</sup>  
Orientadores: Jonathas Silva dos Santos<sup>1</sup>, Danielle Gordiano Valente<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-44**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

imdlt.a.eng24@uea.edu.br, pjnp.eng24@uea.edu.br, lcba.eng24@uea.edu.br, phmdv.eng24@uea.edu.br,  
lhds.c.eng20@uea.edu.br,  
jssantos@uea.edu.br, dvalente@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento de software a qualidade e a corretude do programa precisam ser verificadas pois esses programas atuam como auxiliares para organizações ou para a produtividade do usuário.

O Teste Baseado em Propriedades (TBP), um método de verificação de comportamento de software alcançado por meio da geração automática de casos de teste, é um dos muitos métodos de teste de software disponíveis hoje em dia. Ao contrário das técnicas de teste tradicionais feitas manualmente, os testes baseados em propriedades definem propriedades gerais que devem ser sempre satisfeitas pelo código, independentemente dos valores de entrada. Essa abordagem reduz a probabilidade de que os testes falhem inesperadamente e aumenta a cobertura dos testes.

Uma das bibliotecas mais famosas para aplicar esse conceito em *Python* é a *Hypothesis*. A *Hypothesis* gera automaticamente uma ampla variedade de dados e valida as propriedades básicas de um sistema. Com ela, é possível ver como uma aplicação responde a uma série de diferentes situações sem a necessidade de escrever manualmente inúmeros casos de teste, melhorando assim a robustez e a credibilidade da aplicação.

#### 1.1. OBJETIVOS

Fazer o uso de testes baseados em teoremas, fundamentados no pacote *Hypothesis*, para verificar as funções matemáticas raiz quadrada e somatório.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi feita a pesquisa e a experimentação exploratória para que fossem compreendidos os fundamentos para a execução deste projeto.

No desenvolvimento do projeto, a linguagem *Python* e o *VSCode* (IDE *Visual Studio Code*) serviram como ambiente para experimentos. Em seguida, foi feita a definição das propriedades matemáticas dos algoritmos em teste, em seguida, a utilização de casos de teste gerados automaticamente pelo *Hypothesis* a partir dessas propriedades.

Finalmente, foram feitas verificações para diferentes entradas e em vários cenários. As propriedades matemáticas foram usadas para testar funções especiais.

## 3. RESULTADOS

**Função Raiz quadrada:** Neste primeiro código implementamos três propriedades que são comumente esperadas em funções que lidam com a operação de raiz quadrada. A seguir, explicamos cada uma das propriedades testadas e as dificuldades encontradas, especialmente em relação aos números extremos.

O código da Figura 1 contém três funções de teste baseadas em propriedades da raiz quadrada. Vamos agora discutir cada uma dessas propriedades.

**Propriedade 1:** `test_raizquadradaquadrada`:  $\sqrt{a^2} = |a|$

Esta propriedade afirma que, ao tirar a raiz quadrada de um número elevado ao quadrado, o resultado deve ser o valor absoluto do número. Para testar isso, geramos um número aleatório com a função `st.floats` do *Hypothesis*. Em seguida, verificamos se o valor obtido pela função `raiz_quadrada(a ** 2)` é igual ao valor absoluto de `a`, dentro de uma tolerância relativa de  $1 \cdot 10^9$ .

**Propriedade 2:** `test_raizmultiplicação`:  $\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}$

Para testar essa propriedade, geramos dois números aleatórios `a` e `b`, e verificamos se o valor da raiz quadrada do produto `a · b` é igual ao produto das raízes quadradas de `a` e `b`, respeitando uma tolerância relativa de  $1 \cdot 10^{-6}$ .

```

teste01.py > test_raizquadradaquadrado
1 from hypothesis import given, strategies as st
2 import math
3
4 def raiz_quadrada(x):
5     return math.sqrt(x)
6
7 #raiz(a²) = abs(a)
8 @given(st.floats(min_value=1e-100, max_value=1e+100, allow_nan=False, allow_infinity=False))
9 def test_raizquadradaquadrado(a):
10     resultado = raiz_quadrada(a ** 2)
11     esperado = abs(a)
12     assert math.isclose(resultado, esperado, rel_tol=1e-9)
13
14 #raiz(a*b) = raiz(a)*raiz(b)
15 @given(st.floats(min_value=1e-100, max_value=1e+100, allow_infinity=False, allow_nan=False),
16        st.floats(min_value=1e-100, max_value=1e+100, allow_infinity=False, allow_nan=False))
17 def test_raizmultiplicacao(a, b):
18     raiz_produto = raiz_quadrada(a * b)
19     produto_raizes = raiz_quadrada(a) * raiz_quadrada(b)
20
21     assert math.isclose(raiz_produto, produto_raizes, rel_tol=1e-6)
22
23 #raiz(a + b) != raiz(a) + raiz(b)
24 @given(st.floats(min_value=1e-3, max_value=1e+6, allow_nan=False, allow_infinity=False),
25        st.floats(min_value=1e-3, max_value=1e+6, allow_nan=False, allow_infinity=False))
26 def test_somaderaizes(a, b):
27     resultado = raiz_quadrada(a + b)
28     esperado = raiz_quadrada(a) + raiz_quadrada(b)
29
30     assert resultado != esperado
31

```

Figura 1 - Código Python: Definição e Testes da Função de Raiz Quadrada

### Propriedade 3: $\sqrt{a + b} \neq \sqrt{a} + \sqrt{b}$

A ideia aqui é garantir que o somatório das raízes quadradas de  $a$  e  $b$  não seja igual à raiz quadrada da soma desses números. Essa propriedade é testada gerando dois números aleatórios  $a$  e  $b$ , e comparando os dois valores. A asserção verifica que o resultado de  $\sqrt{a + b}$  é diferente de  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$ .

Durante a execução dos testes com a biblioteca *Hypothesis*, encontramos dificuldades com números extremamente pequenos ou grandes. O intervalo de valores foi configurado de  $1 \cdot 10^{-100}$  a  $1 \cdot 10^{100}$ , para permitir a cobertura de uma ampla gama de entradas, desde números muito pequenos até números muito grandes que podem levar a problemas de precisão devido às limitações de representação de ponto flutuante na maioria das linguagens de programação, incluindo o *Python*.

Além disso, ao utilizar a função *math.isclose* para comparar os resultados calculados com valores esperados, a precisão de comparação foi ajustada com uma tolerância de  $1 \cdot 10^{-9}$  ou  $1 \cdot 10^{-6}$ . Contudo, para números extremamente pequenos ou grandes, os testes falham, já que os resultados podem sofrer erros de arredondamento quando o valor absoluto do número é muito baixo ou muito alto. Levando a escolha cautelosa de tolerâncias adequadas para garantir a validade dos testes.

A execução do código da Figura 1 é mostrada na Figura 2.

```
PS C:\Users\imcom\OneDrive\Documentos\PROJETO_STEM\TESTES_01_RAIZQUADRADA> python -m pytest teste01.py
===== test session starts =====
platform win32 -- Python 3.11.9, pytest-8.3.4, pluggy-1.5.0
rootdir: C:\Users\imcom\OneDrive\Documentos\PROJETO_STEM\TESTES_01_RAIZQUADRADA
plugins: anyio-4.7.0, hypothesis-6.124.2
collected 3 items

teste01.py ...

===== 3 passed in 1.16s =====
```

Figura 2 - Validação da Função de Raiz Quadrada: Resultados dos Testes.

**Função somatório.** A função soma foi projetada para realizar duas operações principais, soma de 1 até n: Se o argumento n for fornecido e for um número inteiro maior ou igual a 1, a função retorna a soma dos números de 1 até n; e Soma de uma lista de números: Se o argumento numérico for fornecido, a função retorna a soma dos elementos da lista. Sendo que a função soma exige que o argumento n seja um número inteiro (int) maior que 1. Se n for um *float*, *string*, valor menor que um ou outro, a função retorna uma mensagem de erro. O código pode ser visto na Figura 3.

Propriedades testadas:

**Teste da Soma de 1 até n(test\_soma\_propriedade):**

Este teste verifica se a função soma retorna o valor correto para qualquer número inteiro n entre 1 e 1000. A fórmula  $n * (n + 1) // 2$  é usada para validar o resultado.

**Teste de Valores Inválidos para n(test\_soma\_valores\_invalidos):**

Este teste verifica se a função retorna a mensagem de erro correta quando n é menor ou igual a 0.

**Teste de Tipos Inválidos para n(test\_soma\_tipos\_invalidos):**

Este teste verifica se a função retorna a mensagem de erro correta quando n não é um número inteiro (por exemplo, um float ou uma string).

**Comutatividade:**

Na comutatividade, o *@given* gera automaticamente listas de números inteiros com pelo menos um elemento. Para cada lista gerada, uma versão invertida é criada, e a função soma é chamada duas vezes: uma com a lista original e outra com a lista invertida. Em seguida, um *assert* verifica se os resultados das duas somas são iguais, garantindo que a ordem dos elementos não afete o resultado da soma.

**Associatividade:**

Na associatividade, o *@given* gera duas listas de números inteiros, também com pelo menos um elemento. A função soma é aplicada a cada lista separadamente, e os resultados são somados. Depois, as duas listas são concatenadas em uma única sequência, e a função

soma é chamada novamente para calcular a soma da lista unificada. Por fim, um *assert* verifica se a soma das duas listas separadas é igual à soma da lista concatenada, confirmando que a forma como os números são agrupados não altera o resultado.

```
import pytest
from hypothesis import given, strategies as st

def soma(n=None, numeros=None):
    if numeros is not None:
        return sum(numeros)
    if type(n) != int:
        return "Erro: n deve ser um numero inteiro."
    if n < 1:
        return "Erro: n deve ser maior ou igual a 1."
    return n * ((n + 1) // 2)

# Testes de propriedade com hypothesis
@given(st.integers(min_value=1, max_value=1000))
def test_soma_propriedade(n):
    assert soma(n) == n * (n + 1) // 2

@given(st.integers(max_value=0))
def test_soma_valores_invalidos(n):
    assert soma(n) == "Erro: n deve ser maior ou igual a 1."

@given(st.floats() | st.text())
def test_soma_tipos_invalidos(n):
    assert soma(n) == "Erro: n deve ser um numero inteiro."

# Testes de propriedades algébricas com hypothesis

@given(st.lists(st.integers(), min_size=1))
def test_soma_comutatividade(lista):
    lista_reversa = lista[::-1]
    assert soma(numeros=lista) == soma(numeros=lista_reversa)

@given(st.lists(st.integers(), min_size=1), st.lists(st.integers(), min_size=1))
def test_soma_associatividade(lista1, lista2):
    assert soma(numeros=lista1) + soma(numeros=lista2) == soma(numeros=lista1 + lista2)

@given(st.integers(min_value=1, max_value=100), st.integers(min_value=1, max_value=100))
def test_soma_distributividade(k, n):
    soma_multiplos = soma(numeros=[k * i for i in range(1, n + 1)])
    k_vezes_soma = k * soma(n)
    assert soma_multiplos == k_vezes_soma
```

Figura 3 - Código Python: Definição e Testes da Função Somatório

### Distributividade:

Na distributividade, o *@given* gera dois números inteiros, *k* e *n*, ambos no intervalo de 1 a 1000. Em seguida, é criada uma lista contendo múltiplos de *k* no formato  $[k \cdot 1, k \cdot 2, \dots, k \cdot n]$ , e a função *soma* é utilizada para calcular a soma desses múltiplos. Além disso, a função *soma* é chamada para calcular a soma de 1 até *n*, cujo resultado é então multiplicado por *k*. O *assert* verifica se a soma dos múltiplos de *k* equivale a *k* vezes a soma de 1 até *n*, garantindo assim a propriedade distributiva da soma. A execução do código da Figura 3 é mostrada na Figura 4.

```
PS C:\Users\imcom\OneDrive\Documentos\PROJETO_STEM\TESTES_FUNCÃO_SOMATÓRIO> python -m pytest somatório1.py
===== test session starts =====
platform win32 -- Python 3.11.9, pytest-8.3.4, pluggy-1.5.0
rootdir: C:\Users\imcom\OneDrive\Documentos\PROJETO_STEM\TESTES_FUNCÃO_SOMATÓRIO
plugins: anyio-4.7.0, hypothesis-6.124.2
collected 6 items

somatório1.py .....
===== 6 passed in 2.67s =====
```

Figura 4 - Validação da Função Somatório: Resultados dos Testes

## 4. CONCLUSÃO

Dessa forma, o trabalho demonstrou que a utilização de testes baseados em propriedades com a biblioteca *Hypothesis* é eficaz e muito precisa para validar funções matemáticas em *Python*. Os testes revelaram falhas potenciais e confirmaram a robustez dos códigos, embora dificuldades encontradas no meio do desenvolvimento como precisão numérica que demandaram devido tratamento. Em geral, essa abordagem melhora a qualidade do software, reforçando a confiabilidade e identificando problemas que testes tradicionais feitos manualmente podem não verificar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACIVER, David R. *Hypothesis: Property-Based Testing for Python*. Disponível em: <https://hypothesis.readthedocs.io/en/latest/index.html> . Acesso em: 14/01/25.

STEWART, James. *Cálculo: Volume 1*. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Disponível em: <https://archive.org/details/james-stewart-calculo-setima-edicao-volume-1> Acesso em: 17/01/2025.

PYTHON GUIDE. *Testando seu código — O Guia do Mochileiro para Python*. Disponível em: <https://docs.python-guide.org/writing/tests/> Acesso em: 17/01/25.

# CAPÍTULO XLV

## TESTES UNITÁRIOS APLICADOS A ALGORITMOS DE DEMONSTRAÇÃO DE TEOREMAS EM *PYTHON*

Graziela da Costa Ralph<sup>1</sup>, Kelly Aguiar Gregório<sup>1</sup>, Leandra das Chagas Matos<sup>1</sup>,  
Maria Luísa Saraiva Gomes<sup>1</sup>, Maria Luiza Nobre Vieira Guimarães<sup>1</sup>  
Orientadores: Danielle Gordiano Valente, Jonathas Silva dos Santos

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-45**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

gdcr.eng24@uea.edu.br, kagr.eng24@uea.edu.br, ldcma.eng24@uea.edu.br, mlsg.eng24@uea.edu.br,  
mlnvg.eng24@uea.edu.br, dvalente@uea.edu.br, jssantos@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Os teoremas matemáticos são tradicionalmente demonstrados por meio de deduções lógicas. No entanto, com o avanço tecnológico, surgiram novas abordagens digitais para verificar a precisão das implementações algorítmicas. O uso de testes unitários permite validar algoritmos que solucionam ou demonstram teoremas matemáticos, otimizando tempo e esforço na engenharia e em áreas correlatas. A aplicação desses testes possibilita detectar erros sutis, entender o comportamento dos algoritmos e garantir sua confiabilidade.

Este trabalho apresenta a implementação e análise de testes unitários na linguagem de programação *Python* em códigos retirados de repositórios públicos do *GitHub*, que tratam de teoremas matemáticos amplamente utilizados na engenharia. Para isso, foram empregadas plataformas de desenvolvimento integradas e bibliotecas de testes, permitindo avaliar a precisão dos algoritmos. A pesquisa busca demonstrar a importância de metodologias precisas para garantir a confiabilidade de ferramentas computacionais aplicadas a cálculos matemáticos.

### 2. OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo Geral

Aplicar testes unitários para avaliar a eficácia de algoritmos de demonstração de teoremas implementados em *Python*.

## 2.2. Objetivos específicos

- Utilizar bibliotecas *Python* voltadas para testes unitários, como por exemplo, *Unittest* e *Pytest*.
- Pesquisar repositórios públicos que realizem demonstrações de teoremas matemáticos em *Python*.
- Implementar testes unitários através de ambientes de desenvolvimento integrado para validar os repositórios escolhidos.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Ferramentas utilizadas

Esta análise foi implementada através de ambientes de desenvolvimento integrado (*IDE*), dentre elas, as mais utilizadas foram *Visual Studio Code*, *Pycharm* e *Google Colab*. Para a realização dos testes unitários, foram pesquisados repositórios públicos pela plataforma *Github*. A escolha dos algoritmos a serem testados foi baseada na relevância dos teoremas matemáticos para aplicações na engenharia. Para a implementação dos testes unitários de forma minuciosa, foram escolhidas duas bibliotecas *Python*:

- ***Pytest***: bastante popular pela sua variedade de tipos de testes de *software* que podem ser realizados, dentre os principais, podemos citar os testes unitários, testes de integração e testes de ponta a ponta. É uma biblioteca bem robusta que nos permite testar algoritmos de forma simples, intuitiva e completa.
- ***Unittest***: trata-se de uma biblioteca nativa da linguagem *Python* e se baseia no *framework JUnit*. Com esta biblioteca, também é possível realizar diversos tipos de teste, como por exemplo, testes unitários, testes de integração, testes de regressão, testes de validação de entrada e dentre outros. Também é bastante utilizada pela sua robustez e pela sua variedade.

Os testes unitários foram aplicados em 6 algoritmos voltados para a área da Matemática e da Física, cada um relacionado a um teorema ou princípio amplamente utilizado na engenharia. São eles: limites de funções, lei dos senos, equação de Clayperon para gases ideais, série de Taylor aplicada na função seno e lei de resfriamento de Newton.

## 3.2. Testes unitários implementados

### 3.2.1. Limites de funções

O limite de uma função descreve o comportamento de uma função à medida que o seu argumento se aproxima de um determinado valor, assim como o comportamento de uma sequência de números reais, à medida que o índice vai crescendo. O algoritmo escolhido para os testes foi desenvolvido por um estudante de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural do Semiárido e os testes propriamente ditos foram implementados utilizando o framework *unittest*, que garantiu a precisão dos cálculos em diversos cenários. Para validar a exatidão dos resultados, foi utilizada a biblioteca *SymPy*, que permitiu comparar os cálculos de limites com valores esperados. Entre os principais casos de teste, destacam-se a validação de limites simples, a remoção de indeterminações, a análise de limites laterais, o tratamento de funções exponenciais e trigonométricas, e a verificação de exceções para valores inválidos.

Os testes foram executados de forma automatizada, assegurando a confiabilidade e a robustez do algoritmo. Casos como limites laterais, que avaliam a aproximação da função pelos lados esquerdo e direito de um ponto, e limites exponenciais, que analisam funções tendendo ao infinito, foram essenciais para validar a precisão do código. Além disso, o tratamento de erros foi cuidadosamente implementado para garantir que entradas inválidas resultassem em exceções adequadas. A combinação de técnicas matemáticas e ferramentas computacionais permitiu uma avaliação abrangente do algoritmo, confirmando sua eficácia no cálculo de limites e sua aplicabilidade em problemas reais.

### 3.2.2. Lei dos Senos

A Lei dos Senos consiste em uma expressão matemática que relaciona os lados de um triângulo qualquer com seus ângulos. Para a aplicação dos testes unitários neste teorema, utilizamos o repositório público do desenvolvedor Mateus Felipe Gonçalves que implementou uma série de algoritmos voltados para a trigonometria em *Python*, em específico a implementação que tratava da Lei dos Senos.

Foram implementados quatro testes utilizando a biblioteca `unittest` para avaliar a precisão do algoritmo ao calcular a lei dos senos. A implementação incluiu as funções: `test_calcular_x`, que verifica a precisão do cálculo com valores conhecidos; `test_calcular_x_outra_valor`, que testa um segundo conjunto de valores para validar a consistência; `test_calcular_x_entrada_zero`, que garante o retorno zero quando um lado adjacente é zero; e `test_calcular_x_valores_invalidos`, que avalia o tratamento de entradas

inválidas, como *strings*. Esses testes visaram garantir a robustez e a confiabilidade do algoritmo.

Os testes identificaram falhas em dois casos. No primeiro, o arredondamento no método `calcular_x()(round(x, 2))` causou diferenças nos valores esperados, sugerindo a remoção do arredondamento e o ajuste da tolerância nos testes. No segundo, a ausência de tratamento para valores inválidos resultou em falhas, indicando a necessidade de adicionar um bloco `try-except` para capturar erros de tipo, como `ValueError`, e melhorar o tratamento de entradas incorretas.

### 3.2.3. Equação de Clapeyron para Gases Ideais

A equação de Clapeyron para gases ideais relaciona pressão, volume, quantidade de substância e temperatura de um gás, com  $R$  sendo a constante dos gases ideais. Ela unifica as leis de Boyle, Charles e Gay-Lussac, sendo amplamente aplicada em áreas como a engenharia química. No algoritmo analisado, Raphael Faber implementou um código para determinar uma das variáveis da equação, permitindo cálculos precisos dentro dessas condições ideais.

Os testes realizados avaliaram a precisão dos cálculos de pressão, volume, temperatura e mols, mostrando que os resultados foram iguais ou próximos aos valores esperados, com erro de no máximo duas casas decimais. Além disso, foram testadas entradas inválidas, como valores nulos, negativos e caracteres não numéricos, para verificar a robustez do código. No caso de divisões por zero, o código gerou um `ZeroDivisionError`, interrompendo a execução, mas não exibiu mensagens de erro específicas, o que pode levar a resultados inconsistentes.

Outro ponto analisado foi o tratamento de caracteres inválidos, onde o código identificou um `ValueError` e interrompeu a execução ao encontrar entradas inadequadas. Isso indica a necessidade de aprimorar o tratamento de erros por meio do uso de blocos `try-except`, tornando o algoritmo mais robusto e confiável para diferentes tipos de entrada.

### 3.2.4. Série de Taylor

A série de Taylor pode ser utilizada para aproximar a função seno expandindo  $\sin(x)$  em uma soma infinita de termos derivados. Essa abordagem é útil para calcular valores de seno sem depender diretamente de funções trigonométricas embutidas. A precisão da aproximação depende do número de termos utilizados, sendo mais precisa para valores pequenos de  $x$ . Esse método é amplamente utilizado em computação numérica e engenharia

para otimizar cálculos trigonométricos.

Os testes realizados analisaram a precisão da série de Taylor para  $\sin(x)$ , comparando os valores aproximados com os esperados para diferentes entradas. Para  $x=0$ , o resultado foi exato, enquanto para  $x$  pequeno, como 0.1, a aproximação manteve alta precisão. No entanto, conforme  $x$  aumentava, como em  $45^\circ$  e  $90^\circ$ , começaram a surgir desvios, evidenciando as limitações da série para valores maiores. Isso ocorre porque a soma truncada da série não consegue capturar perfeitamente o comportamento da função seno para entradas grandes sem incluir mais termos.

O repositório escolhido foi implementado por Sanpreet Singh, desenvolvedor de Dublin, Irlanda. Seu código demonstrou boa precisão para valores pequenos de  $x$ , mas os testes indicaram que, para valores maiores, a aproximação poderia ser melhorada com mais termos na expansão ou métodos de otimização. Técnicas como análise do erro de truncamento e ajuste dinâmico do número de termos podem tornar a implementação mais eficiente e precisa, garantindo melhores resultados em aplicações práticas.

### 3.2.5. Lei de Resfriamento de Newton

A lei de resfriamento de Newton descreve a taxa de variação da temperatura de um corpo em relação ao ambiente. Para testar sua aplicação, foi utilizado um repositório do desenvolvedor George Victor, que implementou algoritmos para resolver equações diferenciais ordinárias populares usando quatro métodos numéricos: o Método de Euler, simples mas propenso a erros; o Método de Euler Modificado, que aumenta a precisão ao usar a média das inclinações; o Método de Runge-Kutta (4ª ordem), mais sofisticado e preciso, utilizando uma média ponderada de inclinações; e o Método de Passos Múltiplos (Adams-Bashforth-Moulton), que combina predição e correção para obter soluções de alta acurácia, ideal para problemas complexos.

Durante a verificação da precisão e funcionalidade do algoritmo, testes unitários com a biblioteca *unittest* revelaram que os métodos estavam retornando números complexos (*complex*) em vez de reais (*float*). O problema foi identificado no uso da função *exp* do módulo *cmath*, que retorna valores complexos mesmo quando o resultado esperado é real. Para corrigir, substituiu-se a função *exp* do *cmath* pela do módulo *math*, que trabalha exclusivamente com números reais. Após a alteração, todos os testes foram executados com sucesso, validando a funcionalidade e precisão do algoritmo.

## 4. RESULTADOS

A aplicação de testes unitários mostrou-se essencial para validar os algoritmos matemáticos analisados. Identificamos falhas tanto em cálculos quanto no tratamento de entradas, destacando a importância de metodologias rigorosas na implementação de *software* matemático. Os resultados demonstraram que métodos numéricos mais avançados oferecem maior precisão e que a ausência de verificações adequadas pode comprometer a confiabilidade das soluções.

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação de testes unitários em implementações de teoremas matemáticos demonstrou ser uma ferramenta essencial para validar a precisão e confiabilidade dos algoritmos analisados. Os testes foram capazes de detectar erros sutis nos cálculos, falhas no tratamento de entradas inválidas e limitações das abordagens numéricas empregadas. Os resultados evidenciaram que, enquanto alguns códigos apresentaram alta precisão e passaram nos testes sem dificuldades, outros exigiram ajustes para melhorar sua eficiência.

Sendo assim, conclui-se a importância dos testes unitários para garantir a precisão de softwares matemáticos, destacando a necessidade de um desenvolvimento criterioso e da implementação de mecanismos adequados de verificação de erros. Dessa forma, este estudo reforça a necessidade do uso de metodologias sistemáticas de teste para garantir a confiabilidade de ferramentas computacionais aplicadas à engenharia e às áreas que dependem da matemática aplicada.

## REFERÊNCIAS

<https://github.com/LucaCosta/NumPy/blob/master/Calculco%20de%20Limites%2C%20Derivadas%20e%20Integrais.py>

Stewart, J. (2021). *Cálculo: Volume 1*. 8ª edição, Cengage Learning.

[https://github.com/mateusfg7/trigonometria/blob/master/lei\\_dos\\_senos.py](https://github.com/mateusfg7/trigonometria/blob/master/lei_dos_senos.py)

Tavares, J. N., & Geraldo, A. (2014). Lei dos senos. *Revista de Ciência Elementar*, 2(1), 113. doi:10.24927/rce2014.113

[https://github.com/raphaelfaber/calculadora\\_dos\\_gases\\_ideais](https://github.com/raphaelfaber/calculadora_dos_gases_ideais)

Atkins, P., & Jones, L. (2015). *Química Geral*. 5ª edição, Pearson.

[https://github.com/sanpreet/Taylor-Series-Python-Implementation/blob/master/taylor\\_series.py](https://github.com/sanpreet/Taylor-Series-Python-Implementation/blob/master/taylor_series.py)

Stewart, J. (2012). *Cálculo: Volume 2*. 7ª edição, Cengage Learning.

<https://github.com/gvictor00/MetodosNumericos/blob/master/Lei%20de%20resfriamento%20de%20Newton/Python/metodo.py>

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Física: Mecânica, Termodinâmica e Ótica*. 9ª edição, Pearson.

# CAPÍTULO XLVI

## TRANSFORMADAS PODEROSAS: DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DOS CIRCUITOS RLC COM UM TOQUE DE MATEMÁTICA

Edy Silvio Alves Maia <sup>1</sup>, Felipe Reis Guedes <sup>1</sup>, Rickelmy dos Santos Gomes <sup>1</sup>

Orientadora: Elaine Ladislau Ferreira Pereira

Co-Orientador: Jefferson Castro Silva

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-46**

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

rdsa.eng24@uea.edu.br, esama.eng24@uea.edu.br, frgu.eng24@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Na análise de circuitos, ao introduzimos capacitores e indutores e aplicamos as leis fundamentais, as relações entre tensão e corrente que regem o circuito são de caráter diferencial, sendo de primeira ou segunda ordem, devido à natureza desses componentes, o que torna os cálculos envolvidos complicados. Quando trabalhamos com circuito puramente resistivos, capacitivos ou indutivos, podemos simplificar o circuito reduzindo a um resistor equivalente, ou capacitância equivalente ou indutância equivalente, porém, ao mesclamos esses elementos já não temos essa liberdade, como se esses dispositivos não se conversassem, porém todo impasse envolvido é devido estarmos analisando, ou melhor, vendo de uma perspectiva mais complexa, que é o domínio do tempo, porém, se olharmos por outro domínio, denominado domínio da frequência complexa, essas relações aparecem e são regidas por equações algébricas ao invés de derivadas e integrais, e nesse domínio a ideia de capacitância, indutância e capacitância é tudo mesclada num única prioridade elétrica: a impedância. Essa mudança de domínio só é permitida devido às seguintes poderosas transformadas: fatorial e Laplace.

#### 1.1. OBJETIVOS

O trabalho a seguir tem como propósito evidenciar e comparar a análise de circuitos elétricos no domínio do tempo com a frequência em um circuito RLC, mostrando como as transformadas de Laplace e fasorial são ferramentas matemáticas de grande utilidade para esse novo domínio de análise, nós fazendo contornar equações diferenciais e dá margem para

um enriquecimento maior a respeito de capacitores e indutores, onde no domínio do tempo não conseguimos ter uma noção tão ampla deles. Também mostraremos uma aplicação simples em código Python para visualizar alguns parâmetros de grande interesse na projeção de filtros elétricos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi necessário um grande estudo teórico de tópicos de circuitos elétricos I, onde foi feita toda análise de circuitos no domínio do tempo, partindo desde conceitos básicos: lei de ohm e leis de Kirchoff, métodos de análise, até circuitos de primeira e segunda ordem, onde aqui as equações que regem o circuito para ser resolvidas é necessário conhecimento de cálculo integral e diferencial. Em circuitos II é introduzido a ideia de regime senoidal, a qual motiva a ideia de fasores, que resumidamente é uma forma mais simplificada de representar uma senoide, partir de apenas dois parâmetros sua amplitude e sua fase (denominado forma polar), isso graças a identidade de Euler (relação que amarra números complexos com trigonometria, partir desse conceito obtemos o caso geral de uma lei de ohm, valendo agora para capacitores e indutores, sendo o conceito que liga os 3 sendo a impedância, com esse conceito obtemos uma informação extremamente importante: que impedância para capacitores e indutores depende da frequência. Em suma, o estudo de fasores permite que esqueçamos do tempo e olhemos para frequência e como ela influencia as componentes de um circuito. Porém essa mudança de domínio por meio de fasores é limitada a sinais senoidais, para sinais de outras naturezas a mudança para o domínio da frequência ainda pode ser feito, porém usamos uma transformada mais geral: a transformada de Laplace, a qual utilizamos a sua inversa, para ao resolvermos as relações nesse domínio, voltamos para o domínio do tempo para obter diretamente a resposta no mesmo, isso feito com um auxílio de uma tabela e usufruindo das prioridades da consequência de como essa transformada é definida.

Para teoria dos Fasores o conhecimento necessário mesmo está apenas no entendimento de números complexos, a aqui trabalhar com eles na forma polar, pois pela identidade de Euler entendemos o sinal senoidal como a parte real de um número imaginário, a qual assim definimos um fasor, sendo o amplitude de um sinal senoidal e o ângulo de fase. Devido a linearidade de um circuito, uma parte que carrega o tempo ( $\omega t$ , sendo  $\omega$  a frequência angular) é a mesma para todo circuito, como se no fim fosse constante, logo por isso olhamos pra somente o que pode mudar em cada componente do circuito: amplitude e a fase.

Já para a transformada de Laplace é necessário conhecimento de integrais imprópria, que a função não seja divergente para um valor maior que o limite inferior dessa integral. A transformada é dada pela seguinte relação:

## TRANSFORMADA DE LAPLACE

$$\mathcal{L}\{f(t)\} = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$$

Figura 1: Transformada de Laplace

Sendo  $s$  um número complexo

Ou seja, se uma função converge, podemos associar a ela uma transformada de Laplace

A resposta a frequência, ou seja, variação da frequência da fonte tem grande importância para projeção de filtros elétricos, destacamos um circuito passa faixa (deixa passar uma faixa de frequência para saída do circuito), com isso fizemos um código em Python para exibir sua resposta em frequência, a qual são divididos em duas respostas: amplitude e fase, pois ambos dependem da frequência. Além disso, colocamos outros parâmetros importantes para serem calculados pelo código: fator de qualidade, largura da faixa de frequência, frequências de corte e frequência de ressonância.

### 3. RESULTADOS

Resumo das relações e resultados do código em python:

TABELA DE ALGUMAS TRANSFORMADAS DE LAPLACE					
f(t)	L{f(t)} = F(s)		f(t)	L{f(t)} = F(s)	
01	1	$\frac{1}{s}$	17	$e^{-at} \sinh(kt)$	$\frac{k}{(s-a)^2 - k^2}$
02	t	$\frac{1}{s^2}$	18	$e^{-at} \cosh(kt)$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 - k^2}$
03	$t^n$ , n inteiro positivo	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	19	t sen(kt)	$\frac{2ks}{(s^2 + k^2)^2}$
04	$t^{-1/2}$	$\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{s}}$	20	t cos(kt)	$\frac{s^2 - k^2}{(s^2 + k^2)^2}$
05	$t^{-3/2}$	$\frac{\sqrt{\pi}}{2s^{3/2}}$	21	$\frac{e^{-at} - e^{-bt}}{a-b}$	$\frac{1}{(s-a)(s-b)}$
06	sen(kt)	$\frac{k}{s^2 + k^2}$	22	$\frac{ae^{-at} - be^{-bt}}{a-b}$	$\frac{s}{(s-a)(s-b)}$
07	cos(kt)	$\frac{s}{s^2 + k^2}$	23	1 - cos(kt)	$\frac{k^2}{s(s^2 + k^2)}$
08	sen^2(kt)	$\frac{2k^2}{s(s^2 + 4k^2)}$	24	kt - sen(kt)	$\frac{k^3}{s^2(s^2 + k^2)}$
09	cos^2(kt)	$\frac{s^2 + 2k^2}{s(s^2 + 4k^2)}$	25	$\frac{asen(bt) - bsen(at)}{ab(a^2 - b^2)}$	$\frac{1}{(s^2 + a^2)(s^2 + b^2)}$
10	$e^{at}$	$\frac{1}{s-a}$	26	$\frac{\cos(bt) - \cos(at)}{(a^2 - b^2)}$	$\frac{s}{(s^2 + a^2)(s^2 + b^2)}$
11	senh(kt)	$\frac{k}{s^2 - k^2}$	27	$e^{-at} f(t)$	$F(s-a)$
12	cosh(kt)	$\frac{s}{s^2 - k^2}$	28	$f(t-a)u_a(t)$	$e^{-as}F(s)$
13	$t^n e^{at}$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}$	29	$u_a(t) = u(t-a)$	$\frac{e^{-as}}{s}$
14	$t^n e^{at}$ , n inteiro positivo	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}$	30	f'(t)	sF(s) - f(0)
15	$e^{-at} \sinh(kt)$	$\frac{k}{(s-a)^2 + k^2}$	31	f''(t)	s^2F(s) - sf'(0) - f''(0)
16	$e^{-at} \cosh(kt)$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + k^2}$	32	$t^n f(t)$	$(-1)^n \frac{d^n}{ds^n} (F(s))$
$f(t) = \begin{cases} g(t); & 0 \leq t < a \\ h(t); & t \geq a \end{cases}$		$f(t) = g(t) - u_a(t)g(t) + u_a(t)h(t)$			
$f(t) = \begin{cases} 0; & 0 \leq t < a \\ g(t); & a \leq t < b \\ 0; & t \geq b \end{cases}$		$f(t) = g(t)(u_a(t) - u_b(t))$			

Figura 2. Transformada de algumas funções para o domínio de laplace

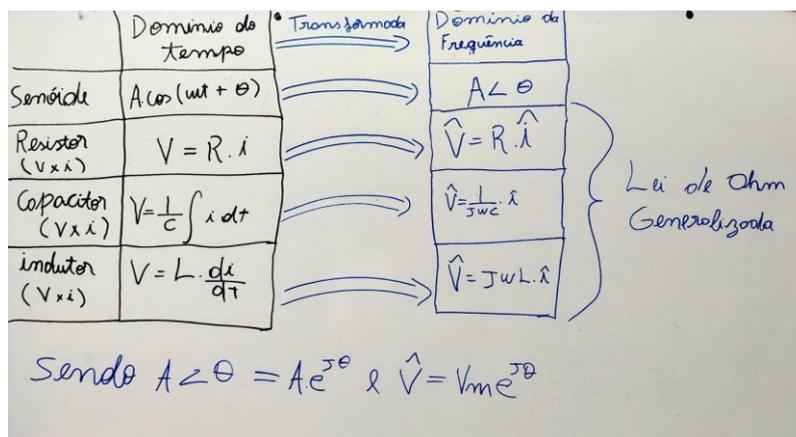


Figura 3. Domínio do tempo x Domínio da frequência

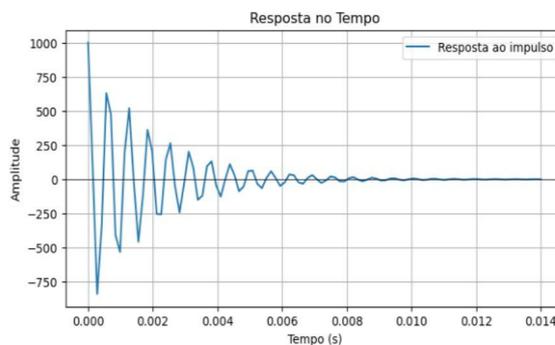


Figura 4. Resposta no tempo

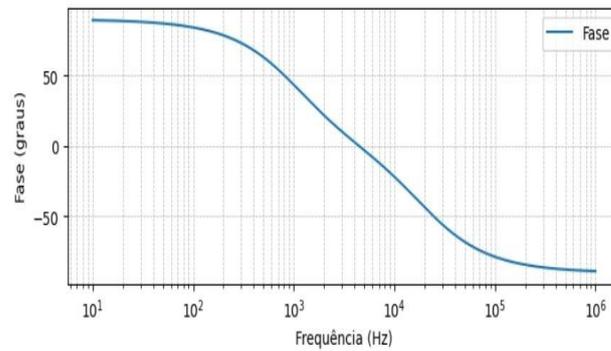


Figura 5. Resposta em frequência (fase)

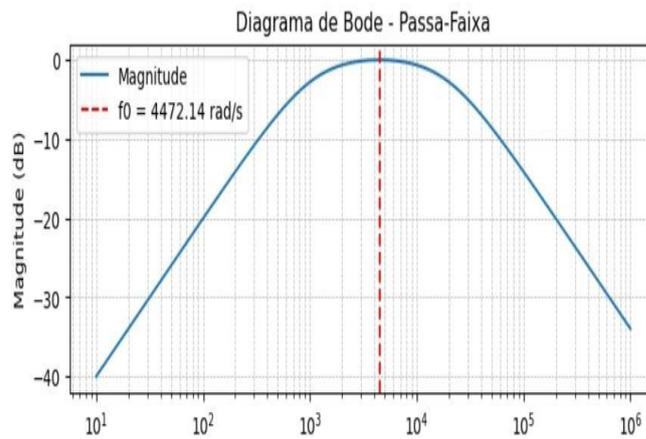


Figura 6. Resposta em frequência(amplitude)

Digite o valor de R ( $\Omega$ ): 1000  
 Digite o valor de L (H): 0.05  
 Digite o valor de C (F): 0.000001  
 Frequência de corte inferior ( $\omega_1$ ): 954.45 rad/s  
 Frequência de corte superior ( $\omega_2$ ): 20954.45 rad/s  
 Frequência de ressonância ( $\omega_0$ ): 4472.14 rad/s  
 Largura de banda (BW): 20000.00 rad/s  
 Fator de qualidade (Q): 0.22

Figura 7. Parâmetros de um filtro passa faixa

## 4. CONCLUSÃO

Portanto, foi possível ver o quão importante são essas transformadas e como elas facilitam os cálculos em circuito, e elas não apenas servindo como algo intermediário para resolver um problema complexa, mas sim trazendo enriquecimento principalmente para circuitos em regime permanente senoidal, fazendo que com componentes que

aparentemente não tinham nenhuma relação direta, agora podem ser tratados por uma coisa só. Além de podermos ver esses enriquecimentos maiores tudo vasto estudo de filtros elétricos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

SADIKU, Matthew N. O. Fundamentos de Circuitos Elétricos. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2019.

MOYSÉS, S. Curso de Física – Volume 3: Eletromagnetismo. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2008.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física III – Eletromagnetismo. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

# CAPÍTULO XLVII

## UTILIZAÇÃO DE FILTRAGEM PASSIVA PARA MITIGAR OS EFEITOS DAS HARMÔNICAS EM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO COM INVERSORES CC/CA

Bruno Moreira Zuba<sup>1</sup>, Claus Luca da Silva Oliveira<sup>1</sup>, David Lucas Corrêa Praciano<sup>1</sup>, Jennyfer Lima de Souza<sup>1</sup>, Mayla Maísa do Nascimento Martins<sup>1</sup>, Weverson dos Santos Cirino<sup>1</sup>

**DOI: 10.51859/ampla.uss2541-47**

<sup>1</sup> Escola Superior de Tecnologia (EST) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)  
CEP 69050-020 – Manaus – AM – Brasil

bmzu.eng24@uea.edu.br, cldsol.eng24@uea.edu.br, dlcp.r.eng24@uea.edu.br, jldso.eng24@uea.edu.br,  
mmdnma.eng24@uea.edu.br, wdsantos@uea.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A preocupação crescente com a sustentabilidade e a necessidade de fontes alternativas de energia tem impulsionado a expansão e o avanço das placas solares. Esses dispositivos transformam a luz do sol em eletricidade através do efeito fotovoltaico, proporcionando uma solução eficiente e ecologicamente correta em substituição aos combustíveis fósseis.

Nas últimas décadas, a tecnologia fotovoltaica tem ganhado um espaço significativo nos campos da pesquisa e do empreendimento. Dessa forma, as usinas solares fotovoltaicas (USF) estão se firmando mais em solo regional, além dessas USF, a tecnologia fotovoltaica tem sido usada por produtores independentes (PI), para a distribuição dessa energia elétrica, até mesmo em lugares remotos, mas com grande incidência solar. No decorrer dos anos, nota-se que tal crescimento é imprescindível, podendo encontrar-se no documento de Balança Energético Nacional (BEN), tal pesquisa levantada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MNE).

Mesmo com grandes esforços em pesquisas para refinar tal tecnologia, os engenheiros de sistemas elétricos de potência (SEP) ainda encontram grandes problemas no que se refere a sistemas solares fotovoltaicos (SSF). Um desses problemas é a presença de distorções que geram deformações nas ondas senoidais dos SF, gerado pelo chaveamento de dispositivos semicondutores de potência, como por exemplo, os diodos, SCR, TRIAC E IGBT, que estão

ligados ao circuito elétrico de inversores CC/CA. Como consequência dessas distorções, a onda senoidal da saída apresenta deformações.

Para mitigar essas imperfeições, é essencial introduzir algum tipo de filtragem no sistema, para enfim melhorar a qualidade de energia elétrica dos SSF. Para tal filtragem pode-se usar filtros passivos, ativos ou híbridos, onde normalmente são conectados em derivação no alimentador.

O filtro rejeita faixa (passivo) de simples sintonia é composto pela ligação seriada de componentes eletrônicos RLC (resistor, indutor e capacitor), no qual deve ser sintonizado na frequência próxima das harmônicas que se deseja eliminar. Vale ressaltar que pode ser necessário a presença de mais de um tipo de filtro para a melhora da qualidade de energia elétrica. Deve-se levar em consideração que é necessário definir parâmetros, tais como o valor da potência, fator de qualidade e ordem harmônica que se deseja filtrar.

Os filtros realizam um trabalho de porta para que as harmônicas sigam um caminho de baixa impedância, sendo dissipadas em alguns formatos, sendo um deles, o calor distribuído entre os componentes eletrônicos.

## 1.1. OBJETIVOS

O presente trabalho aborda a simulação de um sistema de filtragem passiva do tipo Rejeita-Faixa, conhecido internacionalmente como filtro *Notch*, projetado para a atenuação de harmônicas em inversores solares de corrente (contínua para alternada CC/CA), com ênfase na mitigação da frequência de 420 Hz. O objetivo central consiste em determinar valores otimizados para os componentes do circuito — indutores, capacitores e resistores — capazes de suprimir eficientemente a harmônica-alvo, além de analisar comparativamente a viabilidade técnica e o desempenho entre configurações que utilizam valores comerciais, que estão disponíveis no mercado e valores não convencionais ajustados teoricamente, de forma a tornar o filtro ‘ideal’.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi estruturado em três etapas: revisão teórica, projeto do filtro Rejeita-faixa (Notch) RLC e análise comparativa entre componentes comerciais e valores teóricos. A revisão bibliográfica focou em artigos sobre filtragem passiva em inversores solares.

O projeto do filtro partiu do cálculo teórico de indutância (LL), capacitância (CC) e resistência (RR) para atenuar a harmônica de 420 Hz, seguindo as equações:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Figura 1: Frequência de Ressonância. Figura 2: Fator de Qualidade.

As simulações foram realizadas na plataforma *Falstad Circuit Simulator*, ajustando os valores dos componentes para otimizar a resposta em frequência. Na análise comparativa, avaliou-se que componentes seriam usados, se seriam viáveis em uma possível compra e aplicação real. Outrossim, também foi verificado que os componentes que propiciaram o filtro ideal estariam fora do padrão comercial, no entanto, possuem os melhores resultados possíveis para a filtragem das harmônicas.

### 3. RESULTADOS

Com base nas análises realizadas por meio do simulador *Falstad Circuit*, observa-se uma distinção relevante entre os dois modelos testados. No primeiro cenário, empregaram-se componentes com valores nominalmente disponíveis no mercado, atendendo a critérios de acessibilidade comercial. Contudo, constatou-se que tal configuração apresentou limitações significativas em sua eficácia para filtrar a frequência-alvo de 420 Hz, revelando uma resposta eficaz, porém, menos precisa. Destacam-se os valores dos componentes usados na primeira simulação, cujos componentes são comerciais.:

- Capacitor:  $100\mu F$  (R\$ 1,50 - R\$ 3,00);
- Indutor:  $1,5mH$  (R\$ 1,00 - R\$ 2,50);
- Resistor:  $1\Omega$  (R\$ 1,00 - R\$ 2,00);
- Frequência de ressonância:  $410,9Hz$ ;
- Fator de Qualidade: 3,873.

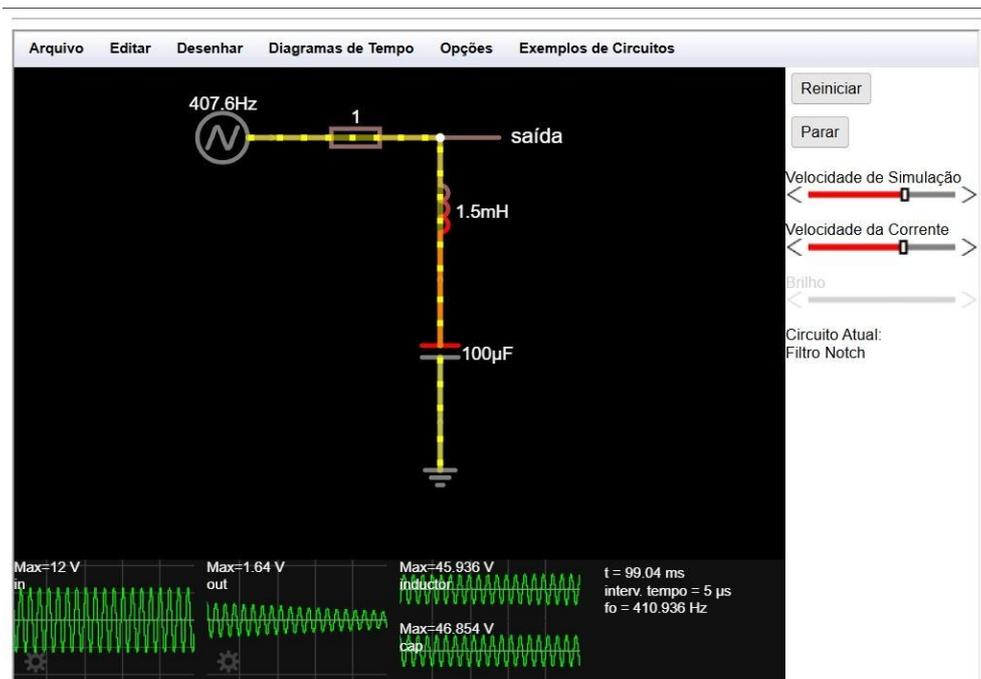


Figura 3: Simulação no *Falstad Circuit*.

Já na segunda simulação, optou-se por valores componentes mais precisos, meticulosamente ajustados para otimizar o comportamento do circuito. Embora esses valores sejam menos convencionais — o que implica desafios práticos para aquisição em escala comercial —, os resultados demonstraram uma precisão notavelmente superior na atenuação da frequência especificada. Esse contraste evidencia o compromisso intrínseco entre viabilidade técnica (associada à disponibilidade de componentes) e desempenho idealizado, reforçando que soluções customizadas, ainda que menos práticas, podem oferecer ganhos funcionais substanciais em aplicações que demandam uma maior eficiência. Destacam-se os valores dos componentes usados na segunda simulação, que não são valores comerciais.

- Capacitor:  $30,2\mu F$ ;
- Indutor:  $4,8mH$ ;
- Resistor:  $0,2788\Omega$ ;
- Frequência de ressonância:  $419,992Hz$ ;
- Fator de Qualidade: 45.

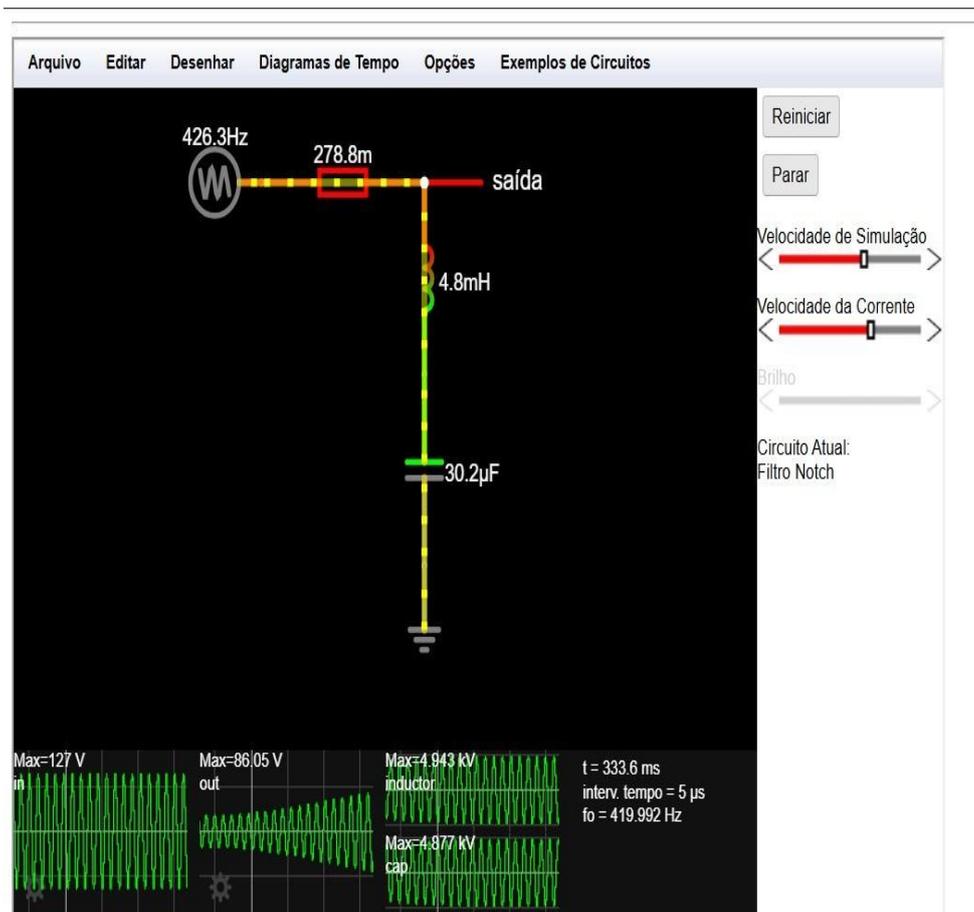


Figura 4: Simulação Falstad

## 4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, fica evidente que a tecnologia fotovoltaica tem se consolidado como uma alternativa promissora para a geração de energia elétrica, tanto em grandes usinas solares fotovoltaicas quanto por meio de produtores independentes. No entanto, os desafios técnicos, como as distorções harmônicas nos sistemas solares fotovoltaicos, ainda exigem estudos e soluções eficazes para garantir uma energia de melhor qualidade. A aplicação de filtros passivos, ativos ou híbridos mostra uma estratégia essencial para mitigar essas imperfeições, proporcionando uma onda senoidal mais estável e reduzindo os impactos negativos na rede elétrica. Assim, a pesquisa e o desenvolvimento contínuos de tecnologias de filtragem se tornam necessários para o avanço e a eficiência dos sistemas fotovoltaicos, contribuindo para um setor energético mais sustentável e confiável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHOS ELETRONICS. Inversor Solar – O que é e como funciona. 2025. Disponível em: <<https://athoselectronics.com/inversor-solar-o-que->



