



ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

conceitos fundamentais e
aplicações práticas

Organizador:
Fabrício Moraes de Almeida

 **Atena**
Editora
Ano 2023



ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

conceitos fundamentais e
aplicações práticas

Organizador:
Fabrício Moraes de Almeida

 **Atena**
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharia de computação: conceitos fundamentais e aplicações práticas

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Jeniffer dos Santos
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Fabrício Moraes de Almeida

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	<p>Engenharia de computação: conceitos fundamentais e aplicações práticas / Organizador Fabrício Moraes de Almeida. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1990-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.907232212</p> <p>1. Engenharia de computação. I. Almeida, Fabrício Moraes de (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621.39</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O livro: **“Engenharia de computação: conceitos fundamentais e aplicações práticas”**.

A engenharia de computação aplica os princípios da ciência da computação, matemática e engenharia para o projeto, desenvolvimento, teste, implantação e manutenção de sistemas computacionais. Os engenheiros de computação trabalham em amplo espectro de indústrias, telecomunicações, manufatura, educação, saúde e governo.

Além disso, existem vários tipos de aplicações práticas, incluindo: desenvolvimento de software; engenharia de hardware; ciência da computação teórica; computação de borda; inteligência artificial, robótica e outras.

É uma área em rápida evolução, com desenvolvimento dinâmico e adaptação às mudanças para otimizar o desenvolvimento industrial e dos negócios.

Portanto, a *engenharia de computação, seus conceitos fundamentais e aplicações práticas* devem ser maximizados para impulsionar os avanços das ciências, das engenharias e das tecnologias disruptivas. De fato, o livro apresenta os conceitos teórico-práticos nos resultados obtidos pelos diversos autores e coautores no desenvolvimento de cada capítulo com conhecimento técnico-científico adequado. É lógico que Atena Editora oferece uma divulgação científica com qualidade e excelência, essencial para conquistar o destaque entre as melhores editoras do Brasil.

Fabício Moraes de Almeida

CAPÍTULO 1 1**COMPARAÇÃO DE ANTENAS MONOPOLO PLANAR COM GEOMETRIA CIRCULAR E HEXAGONAL**

Paulo Fernandes da Silva Junior
 Vitor Gabriel Ferreira Viana
 Ewaldo Eder Carvalho Santana
 Luys Arthur Serejo Alves
 Gabrielle Muniz Fernandes
 Eduarda Fróes dos Santos
 Raimundo Carlos Silvério Freire
 Carlos Augusto de Moraes Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322121>

CAPÍTULO 224**DESENVOLVIMENTO DE FRONT-END E BACK-END PARA NÓS SENSORES SEM FIO**

Paulo Fernandes da Silva Júnior
 José Ribamar Cerqueira Muniz
 Ewaldo Eder Carvalho Santana
 Antônio Augusto de Araújo Oliveira
 Gustavo de Sousa Marques
 Victor Wendel de Melo Pereira Jardim
 Bartolomeu Israel de Souza
 Gabrielle Muniz Fernandes
 Iori Fernando C. Rodrigues
 Aline Mariana Barros Silva
 Khalil Ravikson Alcântara do Carmo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322122>

CAPÍTULO 342**ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AS AN ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY TOOL TO HELP IN AUTISM DIAGNOSIS**

Gabriela Menossi da Silva Floriano
 Érica Regina Filetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322123>

CAPÍTULO 452**DIGITAL TUTORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION IN THE 21ST CENTURY**

David Lopes Maciel
 Fabrício Moraes de Almeida
 Carlos Alberto Paraguassu-Chaves
 Elizangélica Fernandes da Silva
 Eduardo Lucas Jorge Serapião
 Geraldo de Magela Carvalho de Oliveira
 Carlos Henrique Medeiros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322124>

CAPÍTULO 562**TOWARDS ANALYSIS ON TEXTUAL INFERENCE AT ASSIN 2 DATASET**

Felipe O. da Silva

Giovana Meloni Craveiro

Vinícius F. da Silva

Vinícius João de Barros Vanzin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322125>**CAPÍTULO 669****PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA COM A POSSIBILIDADE DE PRESENÇA DE OBSTÁCULOS PARA UM MANIPULADOR ROBÓTICO COLABORATIVO CLÁSSICO**

Márcio Mendonça

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Kazuyochi Ota Junior

Vicente de Lima Gongora

Miguel Angel Chincaro Bernuy

Angelo Feracin Neto

Ricardo Breganon

Henrique Cavalieri Agonilha

Marcos Antônio de Matos Laia

Fabio Nogueira de Queiroz

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Fabio Rodrigo Milanez

Marcio Jacometti

Luiz Francisco Sanches Buzachero

Augusto Alberto Foggiano

Gustavo Henrique Bazan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322126>**CAPÍTULO 7 81****SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ATIVIDADES DO PROJETO INTEGRADOR**

Natalia de Souza Simionato

Sara Juliane Cotrim Candido

Vinicius Sanches de Sousa Ramos

Gabriel Augusto Cação Quinato

Luis Henrique Pupo Maron

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9072322127>**SOBRE O ORGANIZADOR 142****ÍNDICE REMISSIVO 143**

COMPARAÇÃO DE ANTENAS MONOPOLO PLANAR COM GEOMETRIA CIRCULAR E HEXAGONAL

Data de aceite: 01/12/2023

Paulo Fernandes da Silva Junior

Departamento de Engenharia da
Computação
Universidade Estadual do Maranhão
Brasil
Orcid: 0000-0001-6088-6446

Vitor Gabriel Ferreira Viana

Departamento de Engenharia da
Computação
Universidade Estadual do Maranhão
Brasil
Orcid: 0009-0005-0580-2920

Ewaldo Eder Carvalho Santana

Departamento de Engenharia da
computação
Universidade Estadual do Maranhão
Brasil
Orcid: 0000-0002-8894-5353

Luys Arthur Serejo Alves

Departamento de Engenharia da
Computação
Universidade Estadual do Maranhão
Brasil
Orcid: 0009-0009-9704-8257

Gabrielle Muniz Fernandes

Departamento de Engenharia de
Engenharia Elétrica
Instituto Federal da Paraíba
Brasil
Orcid: 0009-0004-3076-0980

Eduarda Froes

Departamento de Engenharia Elétrica e
Informática
Universidade Federal de Campina Grande
Brasil
Orcid: 0000-0003-2301-9452

Raimundo Carlos Silvério Freire

Departamento de Engenharia Elétrica e
Informática
Universidade Federal de Campina Grande
Brasil
Orcid: 0000-0002-5395-7143

Carlos A. de Moraes Cruz

Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Amazonas
Brasil
Orcid: 0000-0002-0614-1379

RESUMO: Neste trabalho é apresentado uma comparação entre antenas monopolo planar com geometria circular e hexagonal, operando em frequências de banda ultra larga, indicando o fator de compactação pela alteração da estrutura da antena. As antenas do tipo monopolo planar são construídas em dielétrico FR4, material de baixo custo, e a simulação é realizada no programa comercial ANSYS. Na comparação dos resultados simulados e medidos de antena

circular e hexagonal pode-se avaliar uma variação na primeira frequência de ressonância de 18,8%, geometria circular, e 21,1% para geometria hexagonal. A variação entre as simulações e simulações podem estar relacionadas a diferença na permissividade do material dielétrico e as interferências eletromagnética de aplicações operando em frequências próximas, os quais são mais observadas na antena hexagonal que obteve estrutura mais compacta, diferença na largura de banda entre a simulação e da medição de 7,8% da simulação para a medição, com uma redução no elemento radiante de 64%, e de 29% no comprimento total e 40% na largura total da antena.

PALAVRAS-CHAVE: Antena monopolo planar, geometria circular, geometria hexagonal, estrutura compacta.

ABSTRACT: This work presents a comparison between planar monopole antennas with circular and hexagonal geometry, operating at ultra-wideband frequencies, indicating the compression factor due to the change in the antenna structure. The planar monopole antennas are built in FR4 dielectric, a low-cost material, and the simulation is carried out using the commercial program ANSYS. When comparing the simulated and measured results of circular and hexagonal antennas, it is possible to evaluate a variation in the first resonance frequency of 18.8%, circular geometry, and 21.1% for hexagonal geometry. The variation between simulations and simulations may be related to the difference in the permittivity of the dielectric material and electromagnetic interference from applications operating at close frequencies, which are more observed in the hexagonal antenna that obtained a more compact structure, difference in bandwidth between the simulation and from the measurement of 7.8% of the simulation to the measurement, with a reduction in the radiating element of 64%, and of 29% in the total length and 40% in the total width of the antenna.

KEYWORDS: Planar monopole antenna, circular geometry, hexagonal geometry, compact structure.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de dispositivos sem fio compactos operando em várias frequências exige antenas compactas com características de banda larga ou banda ultra larga (UWB), dispositivos com maior proximidade ao usuário, baixa densidade espectral de potência, possuindo um elemento radiante que pode assumir diferentes formas, com baixo custo e facilidade de construção [1-2]. Antenas monopolo planar são candidatas para essas e outras aplicações.

Antenas monopolo planar são antenas do tipo patch, elas apresentam um elemento radiante separado de um plano de terra truncado por um dielétrico, estrutura compacta de pequenas dimensões, banda ultra larga (UWB), padrão de radiação omnidirecional, largura do feixe de meia potência maior que 100° , ganho máximo de 7 dBi e outros [1-5].

Vários trabalhos utilizam a geometria hexagonal no desenvolvimento de uma antena monopolo planar. No [6] uma antena monopolo hexagonal foi projetada e construída operando nas faixas de frequência de 4 a 14 GHz, com fendas no elemento radiante para

alterar a largura de banda. Nesse trabalho [7], apresentou-se uma técnica com fendas retangulares simétricas no plano de terra feita em uma antena monopolo hexagonal, modificando os cortes para variação de largura de banda. No trabalho [8], foi desenvolvido uma antena monopolo hexagonal operando na faixa UWB com variação das dimensões do comprimento de onda na área da antena, com aplicação de cortes nos elementos radiantes.

Neste trabalho é realizado uma comparação dos parâmetros das antenas monopolo planar UWB com geometrias circular e hexagonal. Este trabalho é composto por três seções além dessa Introdução. Na seção 2 são indicados os Materiais e Métodos utilizados, na seção 3, os Resultados e Discussões são analisados, e as Considerações Finais na seção 4.

MATERIAIS E MÉTODOS

Antenas Tipo Monopolo Planar

As antenas do tipo monopolo planar são fabricadas em laminados cobreados, apresentam uma estrutura simples com um elemento radiante e um plano terra truncado separados por um dielétrico. Algumas características destas antenas são apropriadas para aplicações em sistemas UWB, tais como: banda ultra larga, tamanho reduzido e diagrama de radiação omnidirecional [6].

Como indicado por Haraz e Sebak [6], a distribuição de corrente é mais concentrada nas extremidades do que no centro de um monopolo planar. Com o aumento do perímetro da antena, p , a corrente de superfície é distribuída ao longo de um percurso maior. Como consequência do aumento do comprimento equivalente de um monopolo, há uma redução de sua frequência de ressonância, f_r , cujo valor aproximado é obtido por:

$$f_r (\text{GHz}) = \frac{300}{p\sqrt{\epsilon_{ef}}}, \quad (1)$$

em quem ϵ_{ef} é a permissividade efetiva do dielétrico para linha de transmissão e antenas tipo patch, considerando a permissividade relativa do material, ϵ_r , podendo ser aproximada por [6]:

$$\epsilon_{ef} \approx \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} \quad (2)$$

Na Figura 1 podem ser observadas as partes constituintes de uma antena monopolo planar. As dimensões aproximadas para um projeto inicial são indicadas em termos do comprimento de onda (λ_p) para primeira ressonância.

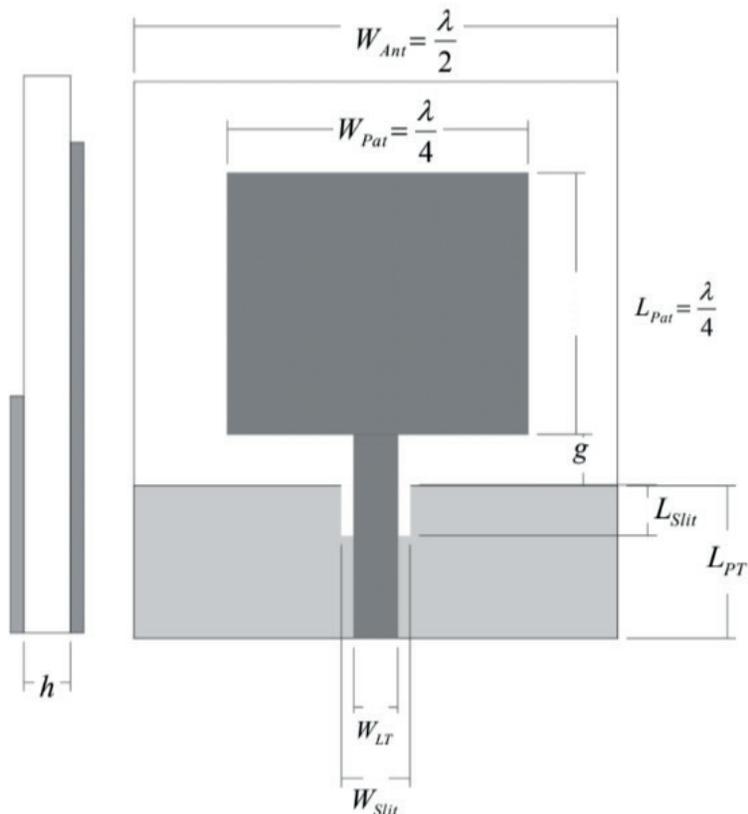


Figura 1– Antena tipo monopolo planar retangular.

Fonte: Autor, 2023.

Em que:

W_{Ant} – largura da antena.

W_{Pat} – largura do *patch*;

L_{Pat} – altura do *patch*;

L_{PT} – altura do plano de terra;

g – distância entre o *patch* e o plano de terra;

h – largura do dielétrico;

Para a execução de projetos as seguintes aproximações são observadas:

W_{LT} – Largura da linha de microfita.

O casamento de impedâncias de uma antena tipo monopolo planar pode ser realizado por diversas técnicas. Na técnica apresentada por [9] para geometrias retangulares propõe-se uma abertura retangular no plano terra (*Slit*), com altura (L_{slit}) de 5 mm, e largura (W_{slit}) igual à largura da linha de microfita.

Tecnologia UWB

A base do desenvolvimento físico para propagação do pulso UWB foi estabelecida por Sommerfeld há mais de um século (1901), quando ele observou a difração de um pulso no domínio do tempo por um condutor perfeito [10]. As primeiras pesquisas e patentes registradas para sistemas UWB surgiram na década de 1940. Em relação às tecnologias de comunicação de banda estreita, os sistemas UWB apresentam as seguintes vantagens [11]:

- Maior capacidade do canal e, por conseguinte, maior taxa de transmissão de dados. Este fato pode ser verificado diretamente aplicando-se o teorema de Hartley-Shannon, que é expresso em (1). A capacidade máxima do canal, C (bits/s), aumenta com o aumento da relação sinal-ruído (S/N). Com uma relação S/N pequena e uma banda ultra larga, há um aumento da capacidade máxima do canal, permitindo inclusive o uso de sinais com potência reduzida [12], com a capacidade de canal dada por;

$$C = BW * \log_2 (1+S/N); \quad (1)$$

- Baixa densidade espectral de potência (DEP), dada a largura de banda do sistema e a potência reduzida dos pulsos UWB. Conforme (2), define-se a densidade espectral de potência como a relação entre a potência transmitida (P) e a largura de banda (BW – *bandwidth*), com a DEP indicada por:

$$DEP = \frac{P}{BW} (W / \text{MHz}); \quad (2)$$

- O compartilhamento do espectro de frequências com outros sistemas sem fio, dada a reduzida DSP dos sinais de um sistema UWB;

- A resistência à interferência eletromagnética decorrente do uso da banda larga. Devido à pequena densidade espectral de potência, os sinais UWB causam pouca interferência em sistemas de rádio de banda estreita, o que permite o uso da tecnologia mesmo sobre faixas de frequências existentes. Na Figura 2 pode ser visualizada a banda de operação de UWB e de WLAN de 5,0 GHz. Como o espectro UWB possui uma DSP menor as tecnologias podem operar juntas sem que haja interferência [13], [14].

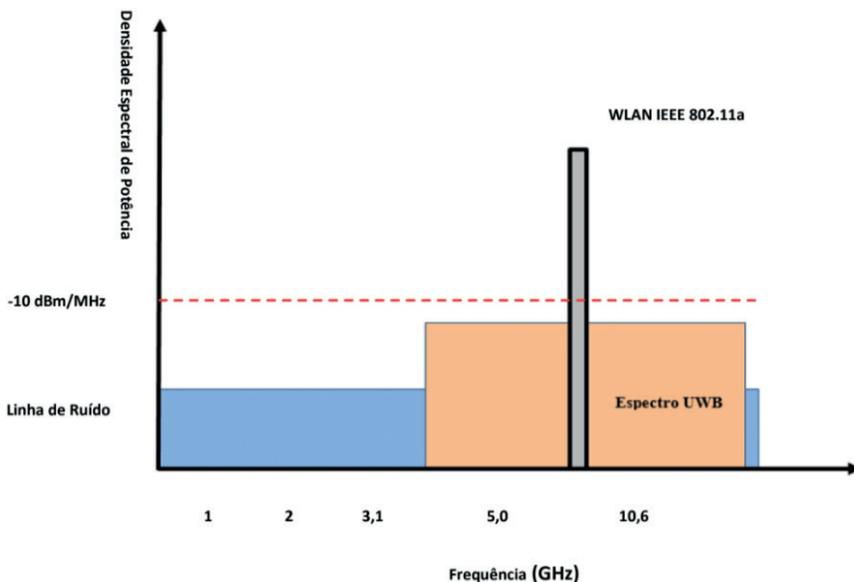


Figura 2 – Diferentes tecnologias e suas frequências de operação, adaptado de [14].

Fonte: Adaptado de [14].

Na Tabela 1 é listada a potência de transmissão (P), o BW e a DEP de alguns sistemas *wireless* [11]. Nelas são observadas as vantagens da tecnologia UWB e suas limitações. Dentre as quais podem se destacar:

- A máxima EIRP (*Equivalent Isotropically Radiated Power*) da ordem de -41,3 dBm/MHz;
- A robustez contra detecção e interceptação do sinal, pela banda larga e pequena DEP, o que permite a detecção dos sinais mesmo em ambientes com elevada interferência eletromagnética;
- O alto desempenho em canais multi-percurso;
- Penetração em diferentes tipos de materiais, como portas e paredes;
- O uso de transceptores simples, de baixo custo e consumo de potência;
- A taxa de transmissão de até 1024 Mbit/s. A Tabela 2 apresenta as taxas de transmissão de alguns padrões de comunicação cabeados e sem fio;
- Baixa complexidade e custo de equipamentos na execução do projeto.

Sistema	P	BW	DSP (W/MHz)
Rádio	50 kW	75 kHz	666,6000
Televisão	100 kW	6 MHz	16,7000
IEEE 802.11a	1 W	20 MHz	0,0500
UWB	1 mW	7,5 GHz	0,0013

Tabela 1 – DEP de alguns sistemas *wireless*.

Padrões	Taxa (Mbits/s)
UWB, USB 2.0	480
Fast Ethernet	90
IEEE 802.11 ^a	54
IEEE 802.11g	20
IEEE 802.11b	11
Ethernet	10
Bluetooth	1

Tabela 2 – Taxa de transmissão de bits de alguns padrões de comunicação.

Os sistemas UWB cobrem um largo espectro e pode interferir no funcionamento de outros sistemas *wireless*. A fim de manter este tipo de interferência no mínimo o FCC (*Federal Communication Commision*) e outros grupos de regulamentação especificam as máscaras espectrais para diferentes aplicações, que mostram a potência permitida para frequências específicas.

Na Figura 3 pode ser observado um exemplo da máscara espectral FCC para sistemas UWB interiores. A grande largura de banda de 7,5 GHz contígua está disponível entre 3,1 GHz e 10,6 GHz a uma potência máxima de -41,3 dBm / MHz [12].

Uma das limitações do sistema UWB nas aplicações práticas é a distância máxima de operação, decorrente da baixa DSP, a alta taxa de transmissão de dados e a grande capacidade de canais.

O último relatório do FCC para a tecnologia UWB é de 2002 [13], na qual a tecnologia apresenta características de propagação para ambientes *indoor*, com largura de banda de 7,5 GHz, com frequência inferior de 3,1 GHz e superior de 10,6 GHz, e com largura de banda fracionária (B_f) superior a 20% da frequência central (f_0).

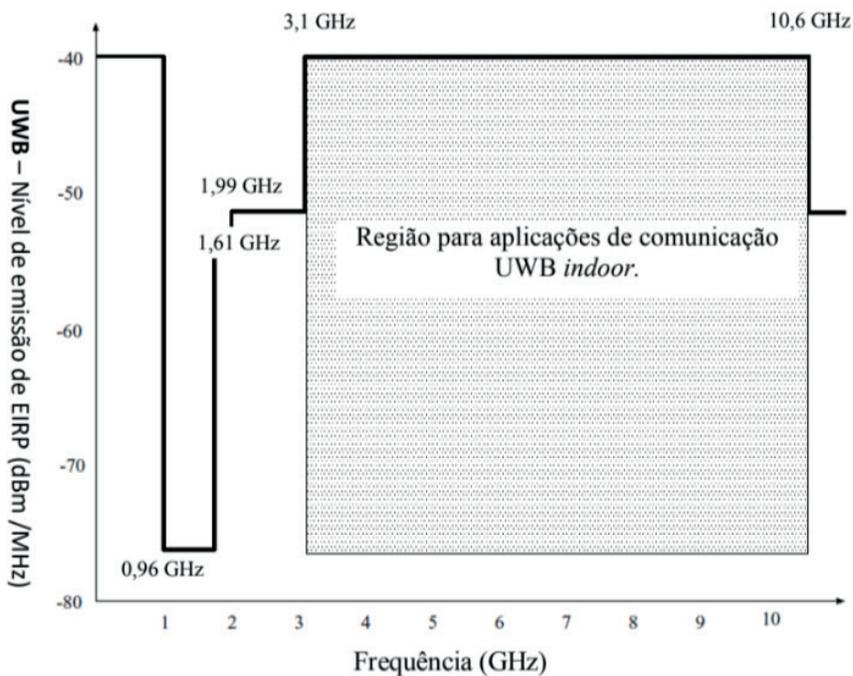


Figura 3 – Máscara espectral para sistemas de comunicação UWB indoor segundo o FCC.

Fonte: Autor, 2023.

Parâmetros fundamentais de antenas

Os parâmetros fundamentais indicam as principais características observadas em uma antena. Dentre outros podem ser destacados o diagrama de irradiação, a diretividade, ganho, largura de banda e a polarização. A seguir são apresentados os conceitos de cada parâmetro.

Diagrama de Irradiação

O diagrama de irradiação ou diagrama de uma antena é uma função ou gráfico que descreve as propriedades direcionais de uma antena, podendo descrever o campo elétrico ou magnético, geralmente, no campo distante [15]. A região de campo distante, ou região de Fraunhofer, “é definida como a região de campo de uma antena onde a distribuição angular dos campos independentemente da distância da antena”, tendo a antena uma dimensão D , a região de campo distante pode ser estabelecida para distâncias superiores a $2D^2/\lambda_0$, em que λ_0 é o comprimento de onda, dado por:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (3)$$

em que c é velocidade da luz no vácuo aproximadamente 3.10^8 m/s, e f_r é a frequência de ressonância da antena.

O diagrama da antena pode ser visualizado em diagramas em duas dimensões, utilizando coordenadas polares, e em três dimensões, com coordenadas esféricas, em que é representado a magnitude do campo elétrico e magnético como uma função do espaço angular em três escalas: na escala linear, chamado de diagrama de campo; em escala linear, em que o diagrama de potência representa o quadrado da magnitude do campo elétrico ou magnético; e em escala logarítmica, em que o diagrama de potência é apresentado em decibéis (dB), plotado a uma distância constante ou a um raio (r) [16]. O diagrama de potência em coordenadas esféricas, de raio, r , e de ângulo θ e φ é definido por:

$$P(\theta, \varphi) = P_r(r, \theta, \varphi) r^2 = \text{densidade de potência por unidade de ângulo sólido (W/m}^2\text{)}. \quad (4)$$

A densidade de potência é o componente radial do vetor de *Poynting*, dado por,

$$P_r(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{2} \text{Re}[\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*] = \frac{1}{2\eta_0} |\mathbf{E}|^2, \quad (4)$$

em que \mathbf{E} é a intensidade de campo elétrico (V/m), \mathbf{H} é a intensidade de campo magnético (A/m), transversal a direção de propagação da onda na direção radial (r) e $\eta_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$ é a impedância da onda no espaço livre, em que μ_0 e ϵ_0 são a permeabilidade e a permissividade do espaço livre [17]. Geralmente o diagrama de potência é normalizado para uma potência máxima de valor $P_{m\acute{a}x}$ conforme,

$$P_n(\theta, \varphi) = \frac{P_n(\theta, \varphi)}{P_{m\acute{a}x}}. \quad (6)$$

Na Figura 4 pode ser observado um exemplo de um diagrama de irradiação tridimensional em dB, com a indicação da largura de feixe de meia potência (*Half-Power Beamwidth* – HPBW), ou seja, em -3 dB do valor máximo, lóbulo maior, lóbulos menores, lóbulos laterais e regiões de nulo, com os sinais de mais (+) e menos (-) indicando a polarização relativa da amplitude entre os vários lóbulos.

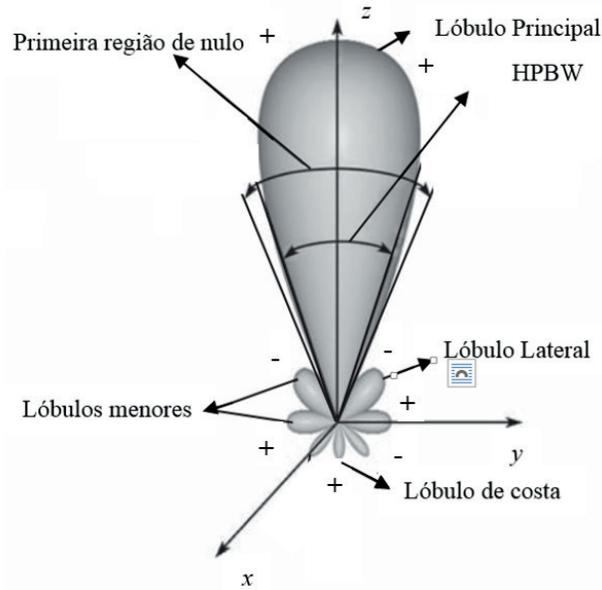
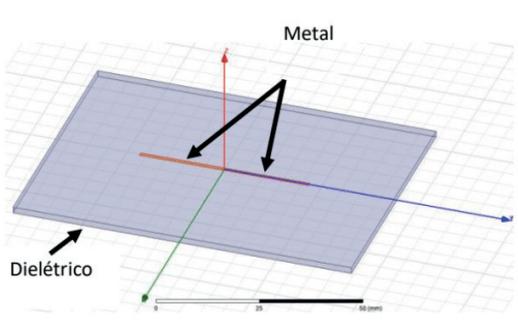
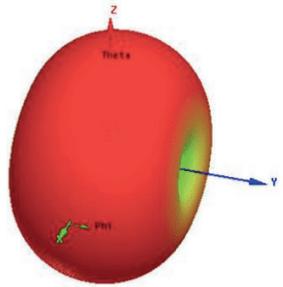
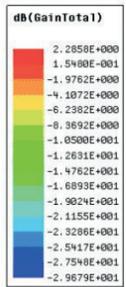


Figura 4 – Exemplo do diagrama de irradiação, adaptado de [16].

Na Figura 5 pode ser visualizado o diagrama de irradiação 2D com para o campo elétrico ($\theta = 90^\circ$), para o campo magnético ($\varphi = 0^\circ$), diagrama 3D com os eixos θ e φ indicados, de uma antena dipolo de $\frac{1}{4} \lambda_0$, em microfita, com frequência de ressonância em 2,45 GHz, substrato em FR4, $\epsilon_r = 4,4$, e espessura (h)=1,6 mm, simulado no software comercial HFSS.



(a)



(b)

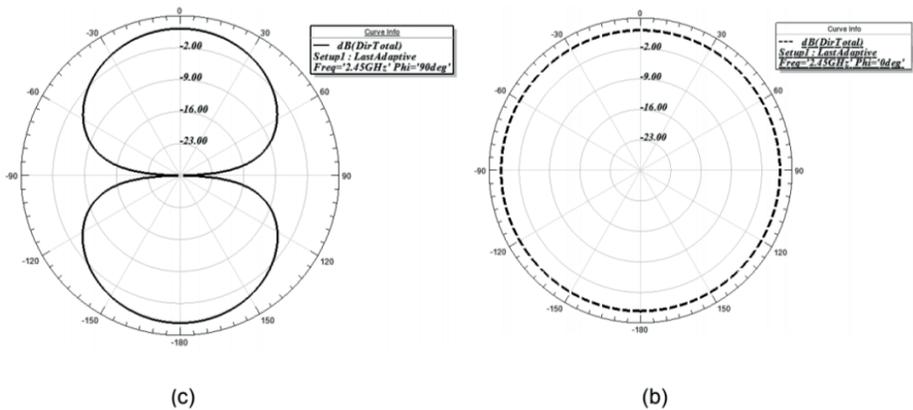


Figura 5 – Diagrama de irradiação de um dipolo planar: a) estrutura do dipolo planar; b) Diagrama de irradiação 3D com indicação do ganho máximo; c) Diagrama de irradiação 2D, plano-E; d) Diagrama de irradiação 2D, plano-H.

Polarização

A polarização da onda radiada é a propriedade que descreve a direção e amplitude de uma onda eletromagnética, variante no tempo, do vetor de campo elétrico [16]. No campo distante os campos irradiados são tangenciais à superfície de uma esfera que tem como centro uma antena isotrópica, ou seja, com mesma potência para todos os lados, e omnidirecional, ou seja, irradiando para todos os lados. No geral o campo sobre a esfera tem componentes nas direções θ e φ , para o caso dos componentes E_θ e E_φ estarem em fase, ou quando a diferença de fase é de 0° ou 180° , são consideradas linearmente polarizadas, se estiverem defasadas em $\pm 90^\circ$ elas têm polarização circular e com polarização elíptica caso a diferença de fase seja arbitrária [17].

As medições do diagrama são realizadas em dois principais planos de antenas linearmente polarizadas, conhecidas como plano-E e plano-H, em que o plano-E é o corte paralelo ao campo elétrico e o plano-H, o corte perpendicular ao campo elétrico. Os componentes de campo elétrico E_φ e E_θ no campo distante, em função do tempo, t , são observados na Figura 6. Na Figura a origem, O , é uma antena com irradiação indicada pelo vetor unitário, \mathbf{u}_r , na direção de propagação da onda. A polarização elíptica, circular e linear em função do tempo, t , são observados na Figura 7.

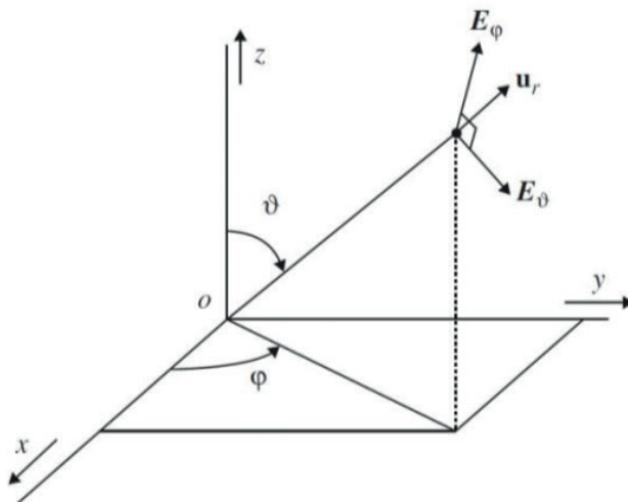


Figura 6 – Componentes do campo elétrico em função do tempo, adaptado de [17].

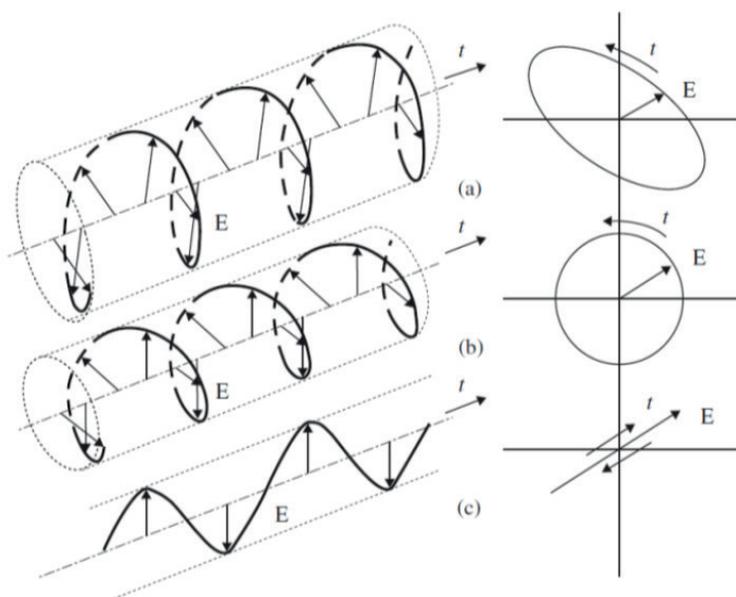


Figura 7 – Tipos de polarização: a) elíptica, b) circular, c) linear.

Diretividade e Ganho

O ganho de potência de uma antena na direção radial (θ, φ) , pode ser definido como o raio de potência interceptado por uma estrutura próxima a antena, se a densidade de potência em (θ, φ) é irradiada isotropicamente na potência total [18]. A potência isotrópica indica que a potência (P_r) é irradiada sobre a superfície de uma esfera de raio, r . A potência

total irradiada, P_T é dada por:

$$P_T = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int \int_S (E \times H^*) ds, \quad (7)$$

em que S é a superfície próxima ao campo. Assim a função de ganho de uma antena é obtida pela multiplicação da potência isotropicamente irradiada multiplicada pela área da esfera ($4\pi r^2$), utilizando a relação de (3.5), tem-se que o ganho, $G(\theta, \varphi)$, com:

$$G(\theta, \varphi) = \frac{4\pi r^2 P_r(r, \theta, \varphi)}{P_T}, \quad (8)$$

no campo distante, têm-se:

$$G(\theta, \varphi) = \frac{2\pi r^2 |E(r, \theta, \varphi)|^2}{\eta_0 P_T}. \quad (9)$$

O máximo ganho de uma antena é o valor utilizado para descrever a performance de uma antena, outros termos utilizados o ganho é o ganho de máxima potência. O ganho tem relação direta com a potência de entrada da antena, ou a potência fornecida por um gerador a antena, medida em decibel. Para uma antena dipolo curto o irradiador isotrópico é de 3/2 ou 1,76 dBi, com o dBi indicando o ganho em decibéis sobre um irradiador isotrópico [18].

O ganho de uma antena com respeito a uma abertura uniformemente, iluminada em amplitude e fase sobre uma área, A , é denominado de eficiência, η_a .

$$\eta_a = \frac{G_{\max}}{G_0}, \quad (10)$$

com $G_0 = (4\pi A) / \lambda_0^2$.

O ganho máximo de uma abertura por ser aproximado com HPBW θ_E radianos no plano-E e θ_H radianos no plano-H, dado por:

$$G_{\max} \approx \frac{4\pi}{\theta_E \theta_H} \approx \frac{41253}{\theta_E(\text{graus}) \theta_H(\text{graus})}. \quad (11)$$

A diretividade, D , é a qualidade relativa do ganho, definida por:

$$D = \frac{4\pi r^2 P_r(r, \theta, \varphi)}{\int \int_{4\pi} P_r(r, \theta, \varphi) r^2 d\theta d\varphi}. \quad (12)$$

A diretividade sempre é superior a 1, $D \geq 1$.

Impedância e Largura de Banda

Além das características de irradiação, no desenvolvimento de antenas, devem ser consideradas as características de impedâncias. A impedância da antena tem uma variável complexa Z_A ,

$$Z_A = R_A + jX_A, \quad (13)$$

em que R_A é a parte real ou resistiva, e X_A a parte imaginária (complexa) ou reativa da impedância da antena, com $j = \sqrt{-1}$. A parte real é composta por duas componentes, a perda ôhmica, R_L , e a perda de radiação, R_r , ou resistência de radiação da antena.

$$R_A = R_L + R_r \quad (14)$$

Na Figura 6 é apresentado o circuito equivalente das perdas de uma antena, conectado a um gerador, V_g , com impedância real, R_g , e a perda reativa e ôhmica é indicada em $R_r = Z_A$, e uma corrente I .

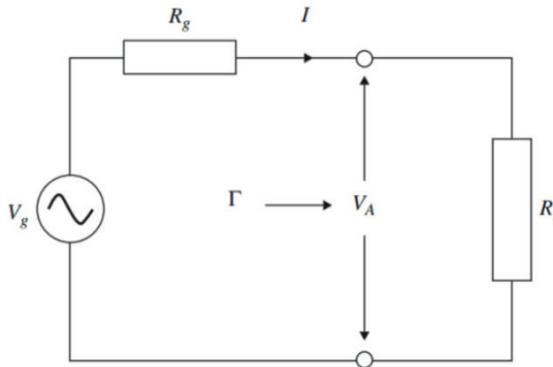


Figura 8 – Circuito equivalente das perdas de uma antena com um gerador, adaptado de [18].

A potência do gerador, P , entregue a antena é dada por:

$$P = \frac{1}{2} \text{Re}[V_A \cdot I^*], \quad (15)$$

em que $\text{Re}\{x\}$ é a parte real do número x e I^* é o complexo conjugado de I .

Considerando que a antena receberá apenas a parte real, a potência recebida pela antena é indicada como

$$P = \frac{1}{2} |V_g|^2 \left| \frac{R_g}{R_g + R_r} \right|^2 \frac{1}{R_r}, \quad (16)$$

com

$$V_A = \frac{R_g}{R_g + R_r} V_g, \quad (17)$$

e

$$I^* = I = \frac{V_A}{R_r}. \quad (18)$$

O valor de impedância que resulta na máxima potência transferida do gerador à antena, pode ser encontrado por:

$$\frac{\partial P}{\partial R_r} = 0. \quad (19)$$

Substituindo (17) em (18), encontra-se que a condição de máxima transferência de potência para antena é encontrada quando a impedância do gerador é igual a impedância da antena, ou,

$$R_r = R_g. \quad (20)$$

Nesta condição não há potência refletida da antena para o gerador, assim o coeficiente de reflexão (Γ) é zero, escrito com relação as impedâncias do gerador e da antena,

$$\Gamma = \frac{R_r - R_g}{R_r + R_g}. \quad (21)$$

Apartir do coeficiente de reflexão é possível calcular o coeficiente de onda estacionária (*Voltage Standing Wave Ratio* – VSWR). Caso o elemento irradiador não apresente a mesma impedância da excitação, a potência cedida não será totalmente absorvida pelo irradiador, o restante da potência será refletida, do irradiador para o transmissor, gerando uma onda estacionária. Para avaliação do parâmetro da antena, o critério geralmente adotado é o valor do $VSWR \leq 2$, o que caracteriza a largura de banda e garante que pelo menos 90% da potência de entrega será irradiada [16]. O VSWR é dado por:

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}. \quad (22)$$

A impedância de uma antena, geralmente varia em função da frequência, e o casamento entre as impedâncias do gerador e da antena, também variam em função da frequência. Assim a antena operará eficientemente em banda restrita de frequência, a qual é chamada de largura de banda da antena. A frequência específica de melhor casamento das impedâncias, apresenta maior perda de retorno, ou de menor coeficiente de reflexão, e é chamada de frequência de ressonância, f_r , estando no meio da banda de frequências da antena. Essa banda é determinada pelas frequências mais baixas e mais altas em que a degradação do casamento de impedâncias vai até o nível onde o casamento de impedâncias é considerado como inaceitável para transmissão/recepção de um sinal.

Os níveis mais baixos e mais altos determinam os contornos da banda de frequências de transmissão/recepção de uma antena, ou a largura de banda da antena. Os níveis do coeficiente de reflexão para a determinação da largura de banda de uma antena, geralmente, são indicados em -10 dB, com $\Gamma^2 \leq 0,1$ ou -15 dB, com $\Gamma^2 \leq 0,03$, dependendo da aplicação a que se destina a antena. De forma genérica a largura de banda (*Bandwidth* – BW), ou banda passante da perda de retorno (*Return Loss* – RL), em função da frequência,

de uma antena é dada pela diferença entre a frequência mais alta, f_2 , e a frequência mais baixa, f_1 , em -10 dB.

$$BW = f_2 - f_1 . \quad (23)$$

Para antenas de pequena largura de banda, ou banda estreita, a largura de banda é expressa como porcentagem da frequência central, f_r , chamada de largura de banda fracionária, indicado por:

$$BW_{\%} = \frac{f_2 - f_1}{f_r} . 100\% . \quad (24)$$

Com o parâmetro de perda de retorno é possível medir o casamento de impedâncias de uma antena, o qual pode ser escrito em função do VSWR (dB), definido por:

$$RL(\text{dB}) = 20 \log \left(\frac{VSWR + 1}{VSWR - 1} \right) \quad (25)$$

Escrevendo (25) em função do módulo do coeficiente de reflexão ($|\Gamma|$), tem-se:

$$RL(\text{dB}) = -20 \log(|\Gamma|) . \quad (26)$$

O Projeto das Antenas Circulares e Hexagonal

Este trabalho apresenta uma comparação dos parâmetros entre antenas monopolo planar com geometrias circular e hexagonal. A simulação foi realizada no software ANSYS, com substrato dielétrico FR4, espessura $h = 1,5$ mm, constante dielétrica relativa $\epsilon_r = 4,4$, tangente de perda de 0,002 e linha de microfita, com impedância de entrada de 50Ω . As medições foram realizadas no Laboratório de Medidas de Telecomunicações do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), com um analisador de redes vetoriais da *Agilent Technologies* S5071C.

O perímetro das antenas com geometrias euclidianas como quadrados, retângulos e círculos pode ser aproximado pelo comprimento de onda guiado (λ_g) em (mm), é dado por [6]:

$$\lambda_g(\text{mm}) = \frac{300}{f_1 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (27)$$

em que f_1 é a primeira frequência de ressonância em -10 dB.

Na Figura 9 pode ser observado o projeto com as antenas simuladas, com a antena circular, Figura 9(a), a antena hexagonal Figura 9(b), e os protótipos, Figura 9(c) e Figura 9(d), com casamento de impedância usando o plano de terra corte. O antena monopolo hexagonal apresentou uma estrutura mais compacta, com redução no comprimento de 29% e 40% na largura.

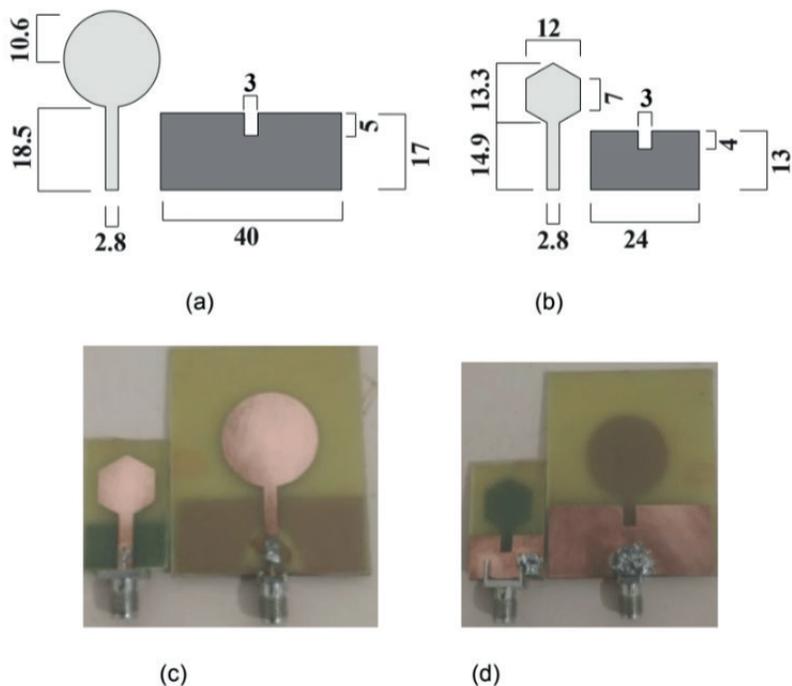


Figura 9 – Antenas monopolo planar simuladas e protótipos: a) formato circular simulado; b) formato hexagonal simulado; c) parte superior dos protótipos das antenas; d) parte inferior dos protótipos das antenas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados simulados e medidos da antena monopolo plana circular, com indicação da largura de banda (BW) da faixa UWB são observados na Figura 10, e a identificação da primeira frequência de ressonância em -10 dB (f_1), segunda (f_2) frequência de ressonância tem indicado na Tabela 1. A antena apresenta resultados simulados e medidos próximos, com variação de 18,18% na primeira frequência de ressonância e 4,44% na largura de banda da antena com geometria circular e 7,85% na diferença da largura de banda da antena com geometria hexagonal, e diferença de 18,18% na primeira frequência de ressonância e de 21,13% nas frequência de corte mais alta.

As medições em laboratório foram realizadas sem isolamento eletromagnético, as variações nos resultados medidos em comparação com as simulações podem ser atribuídos, à falhas na construção da antena, incluída pelo método de fabricação, derretimento por percloroeto de ferro, à permissividade do material utilizado, FR4 de baixo custo, e na interferência eletromagnética nas frequências mais baixas utilizadas por outras tecnologias, operando na mesma frequência ou em frequências próximas. Os sinais externos podem influenciar as respostas de antenas, como celulares, comunicações de estações base de rádio, satélites e outros, e são mais perceptíveis em estruturas mais compactas, o que pode ser observado na antena com geometria hexagonal.

Na Figura 11 podem ser visualizados os resultados simulados e medidos da antena hexagonal, com indicação da largura de banda UWB em -10 dB, e os valores observados na Tabela 3. A antena medida apresentou um deslocamento no primeiro (f_1) e no segundo (f_2) frequências ressonantes, com diferença de 21,1% em f_1 e 10,6% em f_2 . Relacionamos esse movimento ao tamanho do elemento radiante, sendo mais suscetível à interferência de outras fontes radiantes, como rede local sem fio, comunicação móvel celular em baixas frequências e transmissões via satélite em frequências mais altas.

Antenas	f_1 (GHz)	f_2 (GHz)	BW (GHz)	Diferença Medição/ Simulação (%)
Circular simulado	2,25	13,50	11,25	4,44
Circular medido	2,75	13,50	10,75	
Hexagonal simulado	3,06	11,90	8,69	7,85
Hexagonal medido	3,88	13,31	9,43	

Tabela 3. Resultados medidos e simulados das antenas monopolo planar circular e hexagonal.

Uma comparação entre os resultados medidos da antena monopolo com geometrias circular e hexagonal pode ser observada na Figura 12, e os valores da Tabela 3. A antena circular apresenta largura de banda 19,3% maior que a antena hexagonal, podemos atribuir essa diferença ao tamanho do elemento radiante, pois a antena monopolo com formato circular apresentou um elemento maior sob menor influência de sinais externos, tendo uma melhor aproximação com simulação.

Na Figura 13 são observados os diagramas de irradiação 2D das antenas planares monopolo com formato circular e hexagonal, com indicação de frequência de ressonância, largura de feixe de meia potência (HPBW) no plano-E e no plano-H. Pode-se observar que as antenas apresentavam um diagrama de radiação omnidirecional, com HPBW superior a 100°, com características da tecnologia UWB [11].

NA Figura 14 podem ser observados os diagramas de irradiação 3D da antena monopolo circular, na frequência de ressonância em 8,8 GHz, e antena monopolo hexagonal na frequência de ressonância em 10,25 GHz, com indicação de densidade de corrente em A/m², e ganho máximo em dBi. Apesar de possuírem formatos e áreas diferentes, as antenas obtiveram resultados próximos em densidade de corrente, acima de 6 A/m², e ganho máximo, superior a 6 dBi, no qual podemos entender que a estrutura mais compacta do hexágono proporcionou uma perda mínima de ganho e pouco aumento na densidade de corrente.

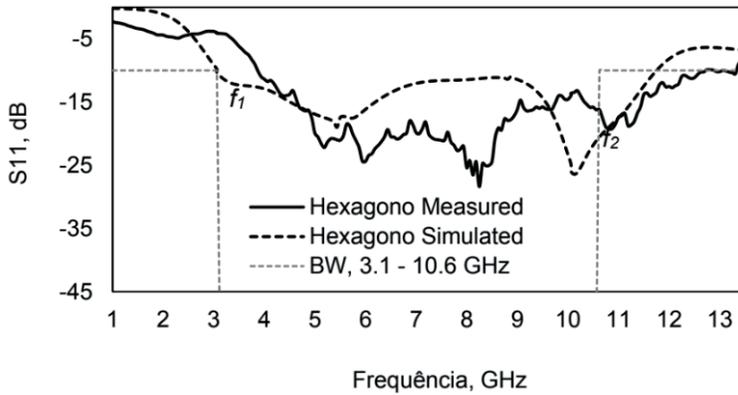


Figura 10 – Comparação entre resultados simulados e medidos da circular antenna monopolo, com indicação da largura de banda UWB.

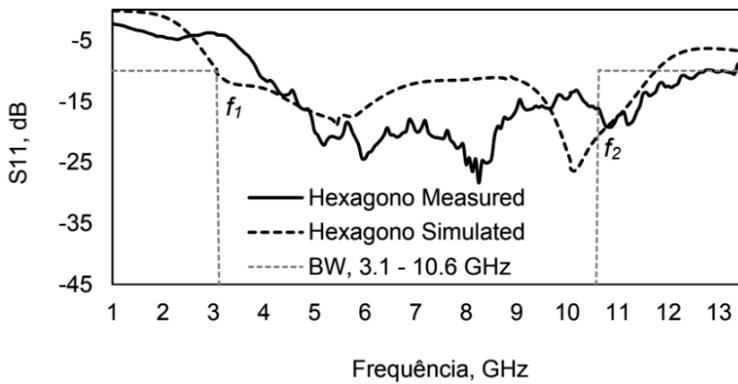


Figura 11 – Comparação entre resultados simulados e medidos da antenna monopolo hexagonal, com indicação da largura de banda UWB.

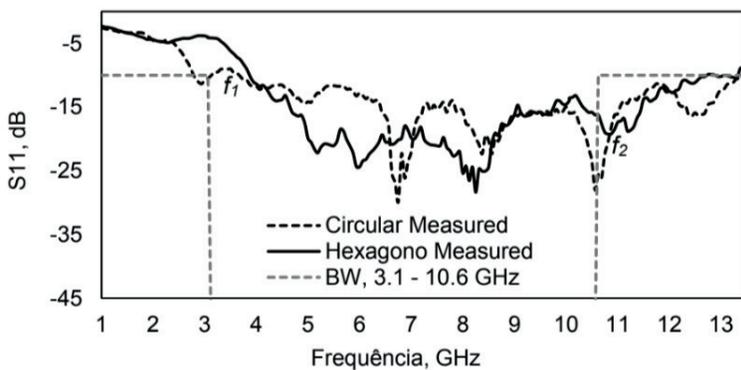


Figura 12 – Comparação entre resultados medidos da antenna monopolo circular e hexagonal, com indicação da largura de banda UWB.

Observa-se pelos resultados medidos e simulados neste trabalho que o uso da geometria hexagonal em antenas planares monopolo promoveu uma pequena alteração no ganho, HPBW e densidade de corrente, com variação na largura de banda, mas cobrindo a faixa de frequência da tecnologia UWB. Observamos também que a estrutura mais compacta da antena monopolo hexagonal é mais propensa a interferências eletromagnéticas de sinais externos, podendo apresentar perdas em frequências mais baixas e em frequências mais altas no limite da banda UWB.

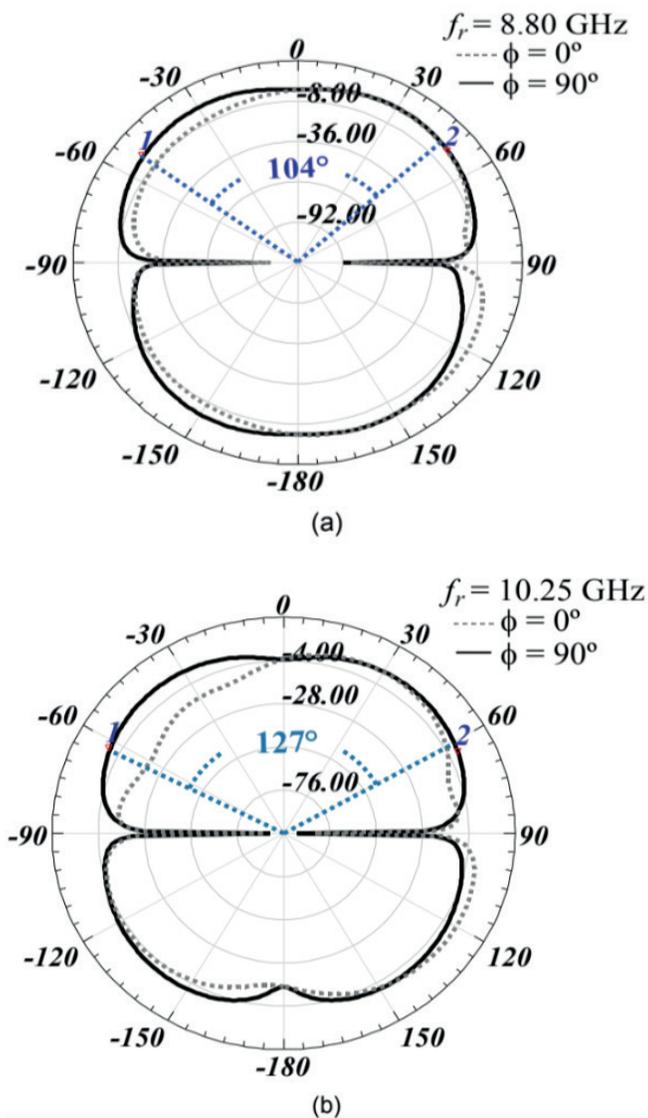


Figura 13 – Diagrama de irradiação 2D das antenas simuladas com indicação de frequência de ressonância e HPBW: a) formato circular; b) formato hexagonal.

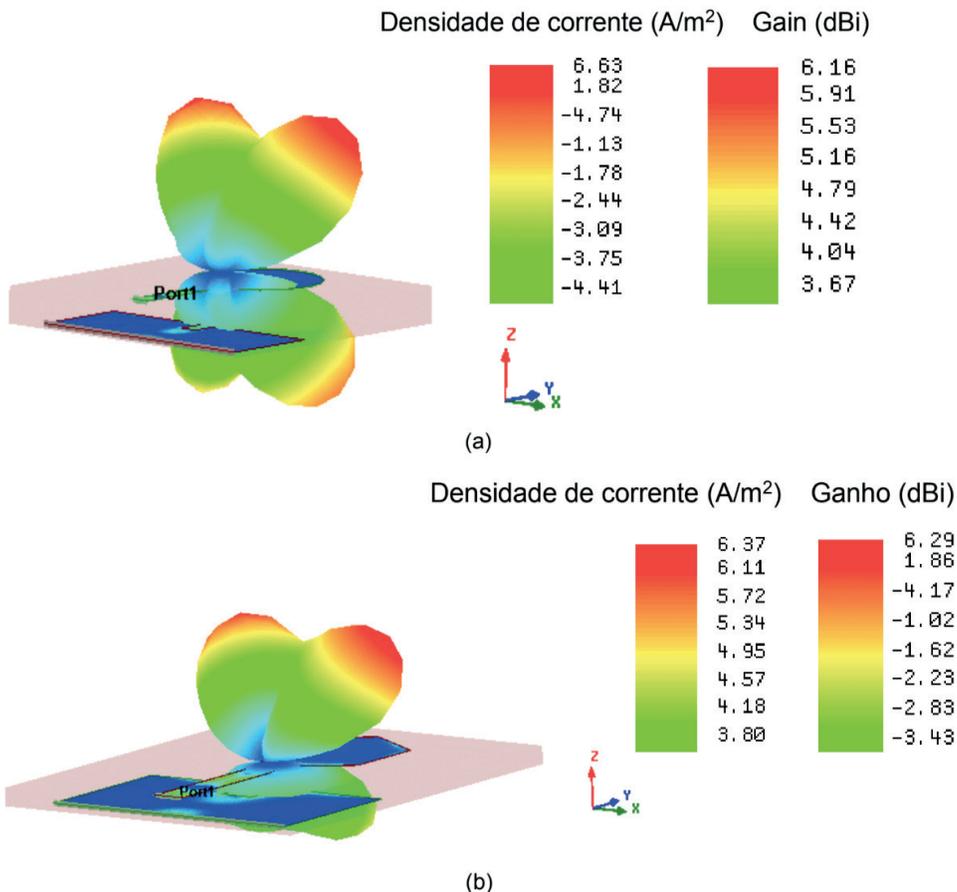


Figura 14 – Diagrama de irradiação 3D simulado das antenas com densidade e ganho de corrente: a) formato circular em 8,8 GHz; b) formato hexagonal em 10,25 GHz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma comparação entre as antenas planares monopolo com formato circular e hexagonal, construídas em substrato dielétrico FR4, para aplicação em banda ultra larga foi apresentada neste trabalho. As antenas apresentaram resultados simulados próximos com ganho máximo superior a 6 dBi, largura de banda superior a 9 GHz e largura de feixe de meia potência superior a 100°. A antena hexagonal obteve estrutura mais compacta com redução de 64% no elemento irradiante, com maior variação dos resultados medidos e simulados de largura de banda e frequências de ressonância, o que pode ser atribuído a variação na permissividade do material dielétrico, falhas no processo de produção e interferência eletromagnética de frequências próximas utilizadas por outras tecnologias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos imensamente a CAPES, CNPq, FAPEMA, UEMA, FAPEAM, UFAM, FAPESQ-PB, IFPB, UFCG e UFMA pelo apoio ao trabalho.

REFERÊNCIAS

1. P. F. Silva Júnior, P. H. F. Silva, A. J. R., Serres, J. C. Silva, R. C. S. Freire. "Bio-inspired design of directional leaf-shaped printed monopole antennas for 4G 700 MHz band". *Microwave and Optical Technology Letters*, v. 58, pp. 1529-1533, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/mop.29853>.
2. A. Sebban, *Wearable communication systems and antennas: Design, efficiency, and miniaturization techniques*, 2ª ed. IOP Publishing: Bristol, 2022
3. X. L. Liang, *Ultra-Wideband antenna and design*. Intechopen: Rijeka, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5772/47805>
4. M. Nabil, "Ultra-Wideband Printed Antennas Design", *Ultra Wideband Communications: Novel Trends - Antennas and Propagation*. InTechopen, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5772/16603>.
5. E. Froes, P. F. Silva Junior, E. E. C. Santana, C. M. Sousa Junior, P. H. F. SILVA, C. A. M. CRUZ, V. S. Aquino, L. S. O. Castro, R. C. S. Freire, M. S. S. Pinto. Monopole directional antenna bioinspired in elliptical leaf with golden ratio for WLAN and 4G applications. *Scientific Reports*, vol. 12, p. 18654, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-21733-z>.
6. O. Haraz, and A. R. Sebak, "UWB Antennas for Wireless Applications. In: Advancement in Microstrip Antennas with Recent Applications," in *Advancement in Microstrip Antennas with Recent Applications*, InTechopen, pp. 125-152, 2013
7. A. A. Shaalan, and M. I. Ramadan, "Design of a compact hexagonal monopole antenna for ultra-wideband applications," *J. Infrared Milli Terahz Waves*. vol. 31, pp. 958–968, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10762-010-9654-8>.
8. B. Roy, S. K. Chowdhury, and A. K. Bhattacharjee, "Symmetrical hexagonal monopole antenna with bandwidth enhancement under UWB operations," *Wireless Personal Communications*, vol. 108, pp. 853-863, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06433-8>.
9. BAO, L. X.; AMMANA, M. J. Investigation on UWB printed monopole Antenna with rectangular slitted ground plane. *Microwave Opt. Technol. Lett.*, v. 49, p. 1578-1585, Jul 2007.
10. SHEN, X. et al.. *Ultra-Wideband wireless communications and networks*. London: Wiley, 2006, p. 1-10.
11. MARTINS, T. C. Controle de Banda e Sintonia de Antenas Monopolo Planar para Sistemas UWB, *Dissertação*. Belém: UFPA, 127 p. 2007.
12. GHAVAMI, M.; MICHAEL, L. B.; KOHNO, R. *Ultra Wideband Signals and System in Communication Engineering*. Wiley, 2007.
13. FCC, "Revision of part 15 of the commission's rules regarding ultrawideband transmission systems," *First Report and Order*, 2002.

14. YADAV, D.; TIWARI, V. UWB Antenna Desifning: Challenges and Solutions. Int'l Journal of Computing, Communications & Instrumentation Engg. (IJCCIE), Vol. 1, pp. 39 – 42, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.15242/IJCCIE.E0913044> >. Acesso em: 15 Dez. 2014.
15. F. B. Gross, Smart Antennas with MATLAB, San Francisco: McGraw Hill, 2015.
16. C. A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 3^a ed., vol. I, Rio de Janeiro: LTC, 2005.
17. T. S. Bird, Fundamentals of Aperture Antennas and Arrays - From Theory to Design, Fabrication and Testing, Chichester: Wiley, 2016.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO DE FRONT-END E BACK-END PARA NÓS SENSORES SEM FIO

Data de submissão: 08/11/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Paulo Fernandes da Silva Júnior

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0000-0001-6088-6446>

José Ribamar Cerqueira Muniz

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0006-1354-2847>

Ewaldo Eder Carvalho Santana

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0000-0002-8894-5353>

Antônio Augusto de Araújo Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0004-1419-0025>

Gustavo de Sousa Marques

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0008-4357-3438>

Victor Wendel de Melo Pereira Jardim

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0009-5180-3595>

Bartolomeu Israel de Souza

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
João Pessoa, Paraíba
<https://orcid.org/0009-0004-3076-0980>

Gabrielle Muniz Fernandes

Instituto Federal da Paraíba - IFPB
João Pessoa, Paraíba
<https://orcid.org/0009-0004-3076-0980>

Iori Fernando C. Rodrigues

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0007-3957-1301>

Aline Mariana Barros Silva

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0003-9437-7035>

Khalil Ravikson Alcântara do Carmo

Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA
São Luís, Maranhão
<https://orcid.org/0009-0004-8557-2987>

RESUMO: Neste trabalho é desenvolvido o *front-end* e o *back-end* para um nó sensor sem fio sem acesso à Internet, com a apresentação dos dados coletados em formato gráfico e exportados em formato de valores separados por vírgula. O nó sensor foi construído com um sensor DHT22 para coleta temperatura e umidade do ar, dois sensores de temperatura do solo, dois sensores de umidade de solo, dois sensores de umidade para o troco da árvore e um sensor de temperatura para o troco, implantados no caule de uma árvore, e na região próxima das raízes, com uso de um microcontrolador ESP32 e uma placa solar para alimentação da bateria e manutenção de sistema com uma fonte de energia renovável. A partir dos resultados observados pode-se avaliar que o sistema, obteve um resultado satisfatório com o funcionamento do sistema e o armazenamento, apresentação e carregamento dos dados coletados de forma independente sem acesso à Internet e com a possibilidade de acesso por um computador pessoal ou um dispositivos móveis.

PALAVRAS-CHAVE: Nó sensor, *back-end*, *front-end*, temperatura, umidade.

FRONT-END AND BACK-END DEVELOPMENT FOR WIRELESS SENSOR NODES

ABSTRACT: In this work, the front-end and back-end for a wireless sensor node without Internet access are developed, with the presentation of the collected data in graphical format and exported in the form of comma-separated values. The sensor node was built with a DHT22 sensor to collect air temperature and humidity, two soil temperature sensors, two soil moisture sensors, two humidity sensors for tree change and a temperature sensor for tree change, deployed on the stem of a tree, and in the region close to the roots, using an ESP32 microcontroller and a solar panel to power the battery and maintain the system with a renewable energy source. From the results observed, it can be assessed that the system obtained a satisfactory result with the functioning of the system and the storage, presentation and loading of data collected independently without access to the Internet and with the possibility of access by a personal computer or mobile devices.

KEYWORDS: Sensor node, front-end, back-end, temperature, humidity.

INTRODUÇÃO

Um nó sensor é a menor parte de uma rede de sensores, que tem como objetivo de coletar dados ambientais, para tomadas de decisão em aplicações internas e externas (AL-TURJMAN, 2018). A comunicação de um nó sensor em uma rede de sensores sem fio (RSSF) pode utilizar diversos protocolos de comunicação e frequências de operações diferentes, como Wi-Fi, redes locais sem fio (*Wireless Local Area Network* – WLAN), ISM (*Industrial Scientific and Medical*), ou Bluetooth, utilizando um sistema de comunicação e conexão embarcadas. As RSSF coletam dados ambientais, em áreas internas ou externas, como zonas urbanas na operação de cidades inteligentes, casas e prédios inteligentes, rurais, indústrias, em veículos, pessoas, podendo ser aplicadas em sistemas de comunicação M2M (*Machine to Machine*) (VERDONE, *et al.*, 2008), (FOSTER, *et. al.*, 2017).

Os dados coletados pelos nós sensores são enviados para uma unidade central, podendo ser um nó *master*, um computador ou uma plataforma em nuvem. Os nós podem ser compostos por diversos sensores conectados a um microcontrolador, com um sistema de transmissão e recepção de sinais sem fio, alimentados por uma bateria, operando unidos para realizar uma tarefa específica (AL-TURJMAN, 2018), (AKYILDIZ, et. al., 2002), (FOSTER, et. al., 2017), (NAWALE, et. al., 2016). As RSSF podem ser usadas em diversas aplicações, como cuidados de saúde, domótica, monitoramento de ambientes externos, em áreas metropolitanas ou rurais e em dispositivos vestíveis para coletar informações do corpo humano ou de animais (AL-TURJMAN, 2018). Os nós sensores tem como características baixo custo e eficiência energética, operando de forma coerente e colaborativa, para realizar uma tarefa específica (AL-TURJMAN, 2018).

Uma das partes importantes do nó sensor sem fio é a alimentação, que deve manter a energia do funcionamento do microcontrolador, dos sensores e do sistema de comunicação (FOSTER, et. al., 2017), (NAWALE, et. al., 2016), (DWIVEDI, et. al., 2017), (PEDERSEN, et. al., 2017), (KESHTGARI, et. al., 2012), (GOEL, et. al., 2018). A fonte de energia ou alimentação do nó sensor e do master devem ser eficientes, com a possibilidade de uso de recursos sustentáveis que possibilitem um maior tempo de vida útil para a rede. As pesquisas sobre os tipos de alimentação são importantes para o funcionamento efetivo da rede.

Segundo (Pedersen *et al.*, 2017), uma rede de sensores sem fio pode ser compreendida por quatro pontos cruciais, são eles: o posicionamento geográfico; a obtenção das informações; apoio à decisão; e o tratamento variável para os dados obtidos. Uma proposta para reunir informações locais confiáveis, que podem ser usadas como base para avaliação e tomada de decisões, mesmo a longas distâncias, é uma RSSF aplicada às condições ambientais (Keshtgari *et al.*, 2012; Goel *et al.*, 2018).

Um nó sensor sem fio tem a capacidade de sensoriamento do ambiente e comunicação com outros nós, formando uma rede sem fio, podendo ser usado diversos tipos de sensores, tais como de temperatura, umidade, posição, gás, vibração, luminosidade, fluxo, pressão, etc. Os nós tem como objetivo coletar e armazenar dados de um ambiente por um período, enviado para uma estação de coleta permanente. Os nós individualmente possuem pouca capacidade computacional e deve ter baixo consumo energético (RUIZ *et al.*, 2004). A comunicação entre os nós sensores e a base pode ser executada por um *gateway*, o qual deve garantir a confiabilidade da comunicação e a integridade do dados enviado. Para isto o *gateway* é equipado com recursos adicionais para suportar o recebimento e a transmissão dos dados. Algumas aplicações podem utilizar um ponto de acesso, que pode ser um nó sensor responsável por uma rede específica na qual os outros nós sensores utilizam para se comunicar com os nós *master*, ou com a base central (RUIZ *et al.*, 2003).

Neste trabalho é desenvolvido um *back-end* e um *front-end* para um nó sensor sem fio sem acesso à Internet, com uma página de acesso aos dados coletados em formato

gráfico, e exportados em formato de valores separados por vírgula (*Comma Separated Values* – CSV). O trabalho está dividido em mais quatro partes além desta Introdução. Na seção 2 são indicados os materiais e métodos utilizados. Na seção 3 a Tecnologia das Redes de Sensores Sem Fio sobre o tema abordado é abordado, com o Projeto de uma Rede de Sensores Aplicada a Avaliação Ambiental Em Uma Árvore na seção 4 e as Considerações Finais na seção 5.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa está dividida em duas etapas:

1^a – O levantamento bibliográfico sobre as rede de sensores sem fio, e seus principais componentes, como microcontrolador, fontes de alimentação sensores, tipos de conexão, dentre outros. Assim, na primeira etapa é realizada o levantamento do estado da arte sobre as redes de sensores, as fontes de energia utilizadas em rede de sensores, com o uso de alimentação usual, como rede de energia convencional e de tipos híbridos, como as placas solares, e dos sistemas utilizados na apresentação dos dados e representação gráfica dos dados coletados;

2^a – Desenvolvimentos de testes em protótipos de RSSF e do *front-end* e *back-end* com a avaliação dos resultados a adequação ao projeto final. A segunda parte do projeto são indicados os melhores resultados com acesso local e sem acesso via Internet, levando em considerações os diversos tipos de equipamentos usados, como microcontroladores, microprocessadores, sistema de comunicações e os sensores.

A proposta das RSSF é o uso das placas de desenvolvimento ESP32, como sistemas microcontrolados, com conexão aos nós sensores, em redes com e sem acesso à Internet. Nas redes sem acesso à Internet, será utilizado um minicomputador, como o Raspberry Pi, como ponto de acesso à rede, bem como nó master e banco de dados para armazenar os dados. Assim, é necessário a pesquisa para alimentação do minicomputador para uso em locais onde não haja rede elétrica convencional. Em toda a rede, nós sensores e nó master, deve ser realizado o teste de consumo de energia, comparando os resultados com os valores indicados nas planilhas de dados dos dispositivos utilizados, indicando o consumo total de cada nó, bem como as melhores opção de alimentação para cada tipo específico de equipamento e aplicação.

O desenvolvimento do nó sensor aplicado às áreas externas para monitoramento dos parâmetros de um cajueiro, pode ser dividido em 3 partes:

1 – Levantamento bibliográfico sobre a uso da Rede de Sensores Sem Fio em agricultura de precisão e como se dá essa aplicação;

2 – Elaboração de um sistema de monitoramento em área externa através de um Nó sensor com sensores necessários para medir os parâmetros visados;

3 – Aplicação da RFFS na agricultura de precisão para monitorar uma árvore através

das informações coletadas pelos sensores desta rede implementada.

A medição da umidade do tronco e do solo é utilizado o sensor de umidade resistivo RSMS. Para medir a temperatura e umidade do ar, é utilizado o DH22.

O nó sensor é alimentado por duas baterias de 3,8 V em série, que fornecem energia suficiente para o ESP32 que necessita de apenas 5 V para seu bom funcionamento, assim é possível manter a rede de sensores ligada sem a uso de uma alimentação cabeada. Para fornecer energia às baterias e mantê-las carregadas, alimentando a rede de sensores sem fio ligada foi adicionada uma placa solar com geração de 5V de tensão e 5000 mA de corrente. A placa solar foi utilizada para atuar no carregamento das baterias, promovendo o aumentando da vida útil do nó sensor.

Pode-se visualizar na Figura 1 os dispositivos utilizados na construção do nó sensor.

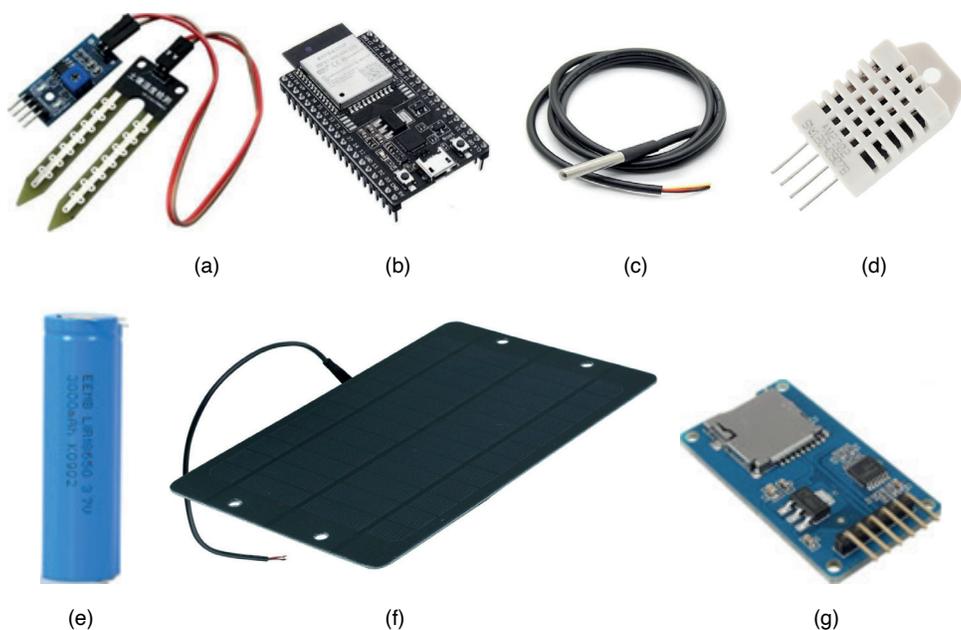


Figura 1 – Dispositivos usados no projeto: a) Sensor de umidade resistivo RSMS; b) microcontrolador ESP32; c) sensor de temperatura do solo DS18B20; d) sensor de temperatura e umidade do ar DHT22; e) bateria de 3,8V; f) placa solar; g) leitor de cartão microSD.

Fonte: Autor, 2023.

O projeto apresenta uma estrutura física em que são conectados os sensores em uma placa de cobre. A aplicação do nó sensor foi feita em uma Catingueira, árvore tradicional do Nordeste brasileiro, podendo atingir até 5 metros de altura. O microcontrolador ESP32 é colocado no topo da árvore juntamente com o DHT22. São implementados três RSMS no projeto, um deles no tronco da árvore, para medir a umidade da catingueira e verificar os parâmetros medidos ao decorrer do tempo, outro sensor de umidade resistivo é aplicado

na raiz da árvore, para monitorar a umidade e servir de parâmetro de comparação com os dados coletados pelo outro sensor de umidade resistivo que é implantado há 5 metros de distância da árvore, para verificar o consumo da árvore em relação à umidade do solo. O nó sensor apresenta quatro DS18B20, que são aplicados: no tronco, um na parte mais interna do tronco e outro mais externo, para comparar a temperatura do tronco em que se encontra a xilema que transporta a seiva bruta na parte mais interna do tronco, e o floema conduz seiva elaborada na parte mais externa do tronco da árvore; um DS18B20 é colocado na raiz da planta fornecendo os dados para serem comparados com os de um outro sensor colocado há 5 metros da árvore, para verificar as influências das raízes da árvore no solo em que ela está em contato, como pode ser visto na Figura 2.

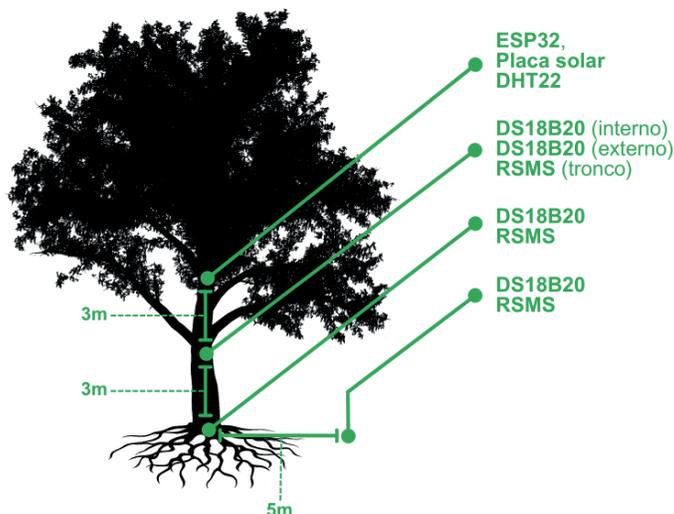


Figura 2 – Localização dos componentes.

Fonte: Autor.

As instruções ao sistema, foram desenvolvidas para otimização de energia do nó sensor, para isto foi utilizada a técnica de *sleep*, no qual as funções básicas do microcontrolador são mantidas enquanto todos os demais serviços permanecem desligados, como por exemplo o sistema de transmissão e recepção de sinais. Este procedimento promove a economia de energia utilizada pelo nó sensor sem fio, otimizando o uso das baterias.

O sistema desenvolvido trata as amostras coletadas e guardando-as em um banco de dados dentro de um micro SD que é implementado no sistema através de um módulo de micro cartão SD. O conteúdo pode ser coletado quando o usuário recolhe os dados manualmente através da conexão do ESP32 com uma rede, permitindo o acesso do usuário através de um *web server*.

A visualização das informações da coleta feita pelo nó sensor apresentadas pela *dashboard* do projeto, é necessário que o usuário se conecte na mesma rede em que está conectado o *web server*, e insira o *IP* fornecido para se conectar ao servidor e assim visualizar ou fazer *download* dos dados. Os parâmetros das amostras são guardados em um banco de dados dentro do cartão e podem ser baixados pelo usuário através de um botão disponível na *dashboard* do projeto, a própria *dashboard* e o servidor também são armazenados no cartão. Isso é possível por conta do *Fron-end* que permite a visualização e interação, e também do *Back-end* que é responsável pela programação da lógica do sistema.

TECNOLOGIA DAS REDES DE SENSORES SEM FIO

As redes de sensores têm como principais objetivo fazer o monitoramento de variáveis ambientais, existindo diversos tipos que são classificadas conforme os seguintes parâmetros cobertura, frequência e funcionalidade.

A **cobertura** de operação das redes indicam que podem operar em diversas tecnologias sem fio como as redes pessoais (*Wireless Personal Area Network – WPAN*), redes locais (*Wireless Local Area Network – WLAN*), redes metropolitanas (*Wireless Metropolitan Area Network – WMAN*) e redes de longa distância (*Wireless Wide Area Network – WWAN*).

As redes também podem ser diferenciadas conforme as **frequências** de operação, considerando o alcance, potência, largura de banda, regulamentação e o custo. Os principais tipos de frequências utilizada em rede sensores podem observados na Tabela 1.

Uma rede de sensores também pode ser diferenciada de acordo com a as **funcionalidades**, com uso em monitoramento ambiental, vigilância e segurança, saúde e bem estar e em controle e automação.

Tipo	Frequência de operação mínima	Frequência de operação máxima
Baixa frequência	30 KHz	300 KHz
Média frequência	300KHz	3 MHz
Alta frequência	3 MHz	30 MHz
Ultra alta frequência	30 MHz	300 MHz

Tabela 1: Principais frequências de operação de redes de sensores.

Fonte: Autor, 2023.

A **topologia** utilizada também é um forma de categorizar uma rede de sensores, indicando a forma como os componentes de uma rede se conectam entre si, buscando o melhor desempenho. As principais topologias utilizadas em rede de sensores sem fio são:

- **Topologia estrela**, na qual todos os dispositivos são conectados em um dispositivo central, e tem como principal vantagem gerenciamento e isolamento de erros;
- **Topologia cluster ou árvore**, em que os dispositivos são organizados de forma hierárquica semelhante ao desenho de uma árvore onde são conectados os dispositivos principais chamados de raízes e os finais de folhas;
- **Topologia malha**, na qual todos os dispositivos são conectados entre si, havendo sempre rotas para se conectar a qualquer outro dispositivo da rede, tem como sua principal vantagem a escalabilidade.

Front-end para Rede de Sensores Sem Fio

O *Front-end* de uma aplicação computacional corresponde a parte que é responsável pela interface gráfica, interação e visualização dos dados pelos usuários. O *Front-end* utiliza *HTML*, *CSS* e *JavaScript* como linguagens, além de *frameworks* e outras bibliotecas que facilitam o desenvolvimento e o *design* da interface que será acessada pelos usuários (LINDLEY, 2019). O *Front-end* tem comunicação direta com o *Back-end*, que é responsável pela conexão entre o *Front-end* e o servidor. Ele é a parte da aplicação *web* responsável pela coleta, processamento, armazenamento e gerenciamento dos dados, através de protocolos *web* como *HTTP* e *Web Socket*, *APIs* etc. (LINDLEY, 2019).

Para rede de sensores sem fios, o *front-end* não é diferente: é ele quem corresponde à interface de integração com o usuário, ou seja, corresponde ao lado do cliente (AMORIM et al., 2019). Pode-se utilizar diferentes padrões arquitetura, linguagens em conjunto e *frameworks* para simplificar a programação e desenvolvimento dele, como por exemplo, o padrão *Model-View-Controller* (MVC) ou o PAC (*Presentation-Abstraction-Control*), linguagens como *HTML*, *CSS* e *JavaScript* e *frameworks* como *Angular.js*, o *Bootstrap* e o *Materialize*. O uso de cada ferramenta pode variar de acordo com o objetivo e função de cada projeto de rede de sensores sem fio.

No projeto é desenvolvido o front que irá mostrar a última leitura realizadas pelos sensores na página dashboard, os gráficos irão apresentar as últimas leituras realizadas pelos sensores, sendo as leituras de umidade e temperatura. Como destacado por Raghavendra et al. (2010), o *Front-end* desempenha uma função análoga aos sentidos humanos, capturando os estímulos do ambiente físico e traduzindo-os em informações compreensíveis pelo sistema de rede.

A página fornece um botão de exportar o registro, fazendo com que os valores existentes no banco de dados no micro cartão SD sejam baixados no dispositivo do usuário em formato CSV. Em um teste da aplicação da rede é possível a visualização das informações da árvore medida pela RSSF através da Figura 3, nela mostra como será informado ao usuário as amostras da última coleta da coleta da rede.

A visualização das informações da rede é apresentada em gráficos, dessa forma é

possível a compreensão dos registos das coletas feitas pelo nó sensor, que foi programado para coletar temperatura e umidade em determinados horários e dormir enquanto não está sendo utilizado para otimizar o uso de energia das baterias. Os gráficos de temperatura e umidade dos sensores são apresentados na Figura 4.

É possível a visualização das demais opções do menu de navegação como por exemplo as informações da rede de sensores na Figura 5. As informações adicionais sobre os desenvolvedores do sistema do nó sem fio pode ser visualizada nas Figuras 6 e 7, elas mostram o laboratório responsável pela construção do projeto e sua área de pesquisa, o curso e a universidade ao qual pertence os integrantes da equipe.

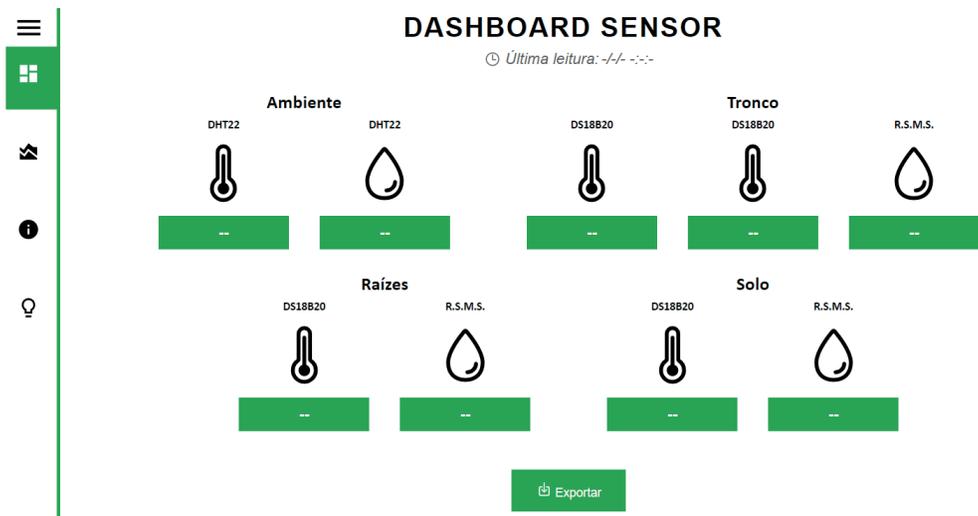


Figura 3 – Dashboard do projeto

Fonte: Autor



Figura 4 – Gráficos modelo
 Fonte: Autor

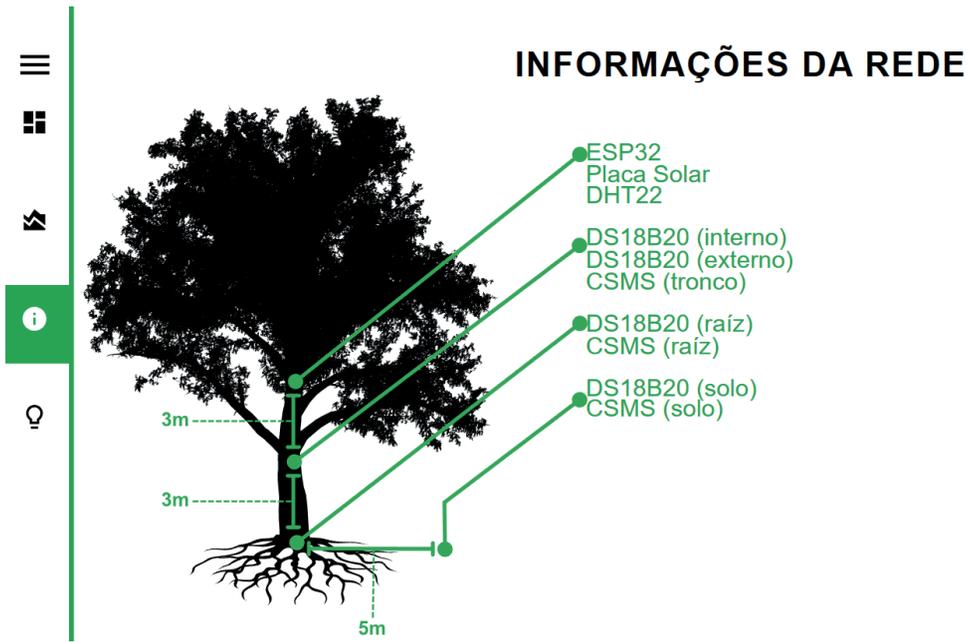


Figura 5 – Informações da rede.
 Fonte: Autor



Figura 6 – Informações adicionais

Fonte: Auto

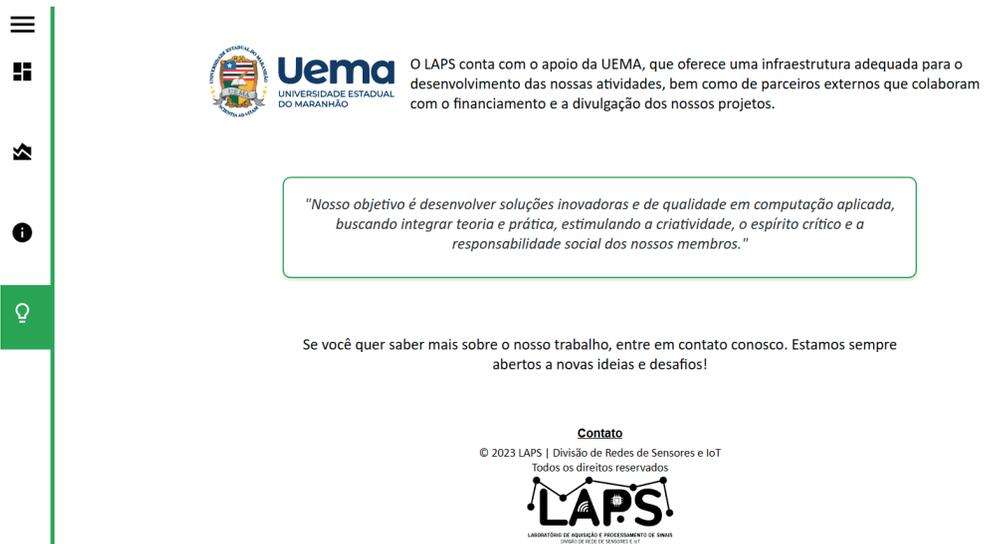


Figura 7 – Instituição e demais dados

Fonte: Autor

Back-end para Rede de Sensores Sem Fio

A obtenção dos registros e de todo o processo de programação do projeto é dado pela aplicação do *Back-end*, que é responsável por organizar tudo no sistema como:

funcionamento do sistema de coleta das amostras; o tratamento das variáveis; a alocação das medições da árvore no banco de dados; como é organizado o período em que o ESP32 estará dormindo. O *Back-end* permite que o conteúdo captado pelos sensores seja armazenado no banco de dados dentro do micro SD, que podem ser disponibilizados ao usuário através do *front*, permitindo o *download* dos dados coletados pelos sensores em formato CSV.

O *Back-end* nas redes de sensores sem fio desempenha um papel crucial ao possibilitar a transformação dos valores brutos coletados pelos sensores em informações relevantes e tratáveis. Conforme destacado por Li *et al.* (2017), o *Back-end* atua como o “cérebro” da rede, agregando e processando os dados para a extração de conhecimento, tomada de decisões e execução de ações, de acordo com os objetivos da aplicação.

A alimentação do nó sensor utilizando uma placa solar fornece uma energia renovável que é ser otimizada aplicando o modo *sleep* no ESP32, para entrar em um estado de baixo consumo de energia que chamado de *sleep*, no qual não há coleta de dados, mas apenas a manutenção dos serviços mínimos do nó sensor. Dessa forma é possível estender a vida útil do nó sensor. Nesse caso, no projeto foi estabelecido horários específicos do dia em que o ESP32 iria estar coletando as variáveis de ambiente, tendo momentos do dia como horários de foco para a obtenção das amostras. O *Back-end* permite a gestão eficiente dos recursos, especialmente em redes de sensores sem fio com restrições de energia. Os algoritmos de gerenciamento de dados implementados no *Back-end*, conforme proposto por Wang *et al.* (2018), otimizam o uso de energia, controlam a latência e priorizam a transmissão de dados críticos, garantindo um equilíbrio entre a eficácia da rede e a economia de recursos.

O *Back-end* permite o envio de comandos ao microcontrolador o instruindo a coleta em horários pré-estabelecidos para a otimização do consumo de energia. O projeto em questão implementa esta técnica do modo *sleep* que permite monitoramentos de cultivos agrícolas, em que a coleta dos dados pode ser enfatizada em picos ou não de emissão da luz solar, tendo as amostras coletadas em momentos mais relevantes. A lógica do *Back-end* pode ser entendida através da Figura 8 através de um fluxograma.

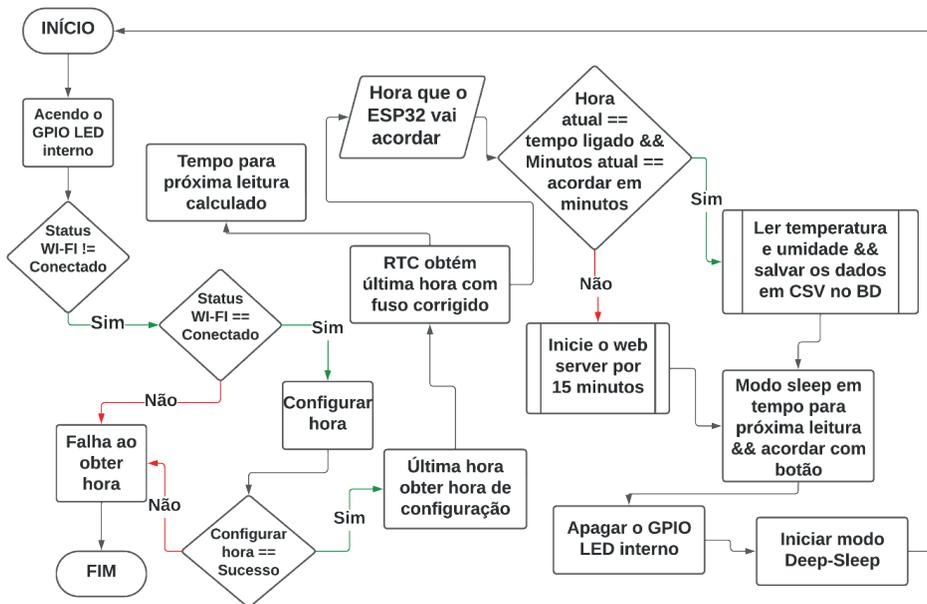


Figura 8 – Fluxograma do *Back-end*

Fonte: Autor

Redes de Sensores Aplicada a Agricultura De Precisão

A Agricultura de Precisão (AP), denominada no inglês pelos os termos *Precision Agriculture*, *Precision Farming* ou *Site-specific Crop Management*, está relacionado ao uso de tecnologias sem fio para captação de variáveis ambientes e da análise de dados, envolvendo desde *hardware*, componentes físicos, próprios até os mais variados programas de computador especializados e redes de telecomunicação, para transmissão e recepção de dados, gerando um sistema complexo que permite coletar dados para monitoramento e avaliação de áreas cultivadas, com a aplicação de fertilizantes e fitofármacos, regulação da densidade da sementeira e plantação, controle do uso de água, entre outros trabalhos (BERNARDI, 2014).

A aplicação de redes de sensores sem fio na agricultura pode permitir a aquisição de dados de forma contínua no campo, estando disponíveis ao usuário para a tomada de decisões. Além de contribuir para o aumento da produtividade e no uso racional de insumos. Os tipos de dados a ser coletado, os sensores a serem usados e a forma de uso dos resultados podem ser vários no uso em agricultura. (ALCANTUD e ROSA)

As principais vantagens no uso das Redes de Sensores Sem Fio são a ausência de cabeamento e a flexibilidade, podendo ser utilizada principalmente em áreas de difícil acesso, com maior agilidade na instalação, na modificação, e menor custo operacional,

podendo, conciliar diferentes topologias. Em contrapartida, a restrição de energia consumida pelos nós sensores devem ser considerada, uma vez que são alimentados por baterias (SILVA, 2009).

PROJETO DE UMA REDE DE SENSORES APLICADA A AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ÁRVORE

O nó sensor desenvolvido pode ser visualizado na Figura 9, com os cabos RJ45 CAT5 ethernet utilizados como extensores para cada sensor utilizado, com a indicação do circuito do nó sensor e a alimentação pelas baterias e da placa solar.

O sistema é montado em uma placa de cobre para conectar os componentes, nessa placa é adicionado os *jumpers*, resistores de 331 ohm para o DHT22, resistor de 4,7K Ω para os sensores de temperatura DS18B20, a aplicação desses sensores de temperatura se dá por conta de um método da automação que consiste em implementar o funcionamento de vários sensores de temperatura em um mesmo barramento *OneWire*, ou seja, todos os DS18B20 usados estão conectados em uma só porta do microcontrolador, e botão físico para iniciar o servidor *Web*.

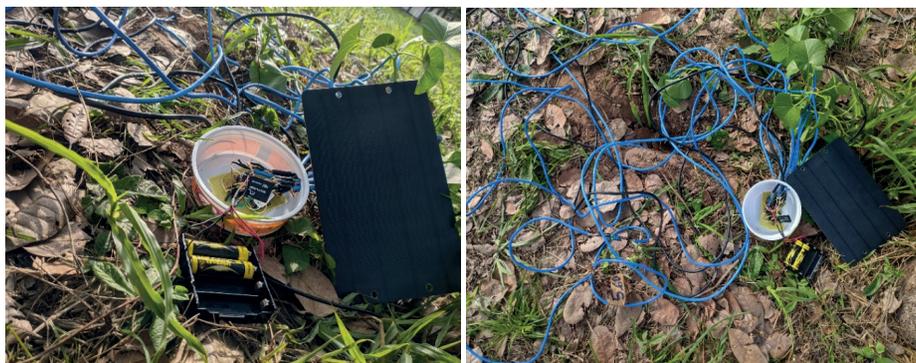


Figura 9 – Sistema montado

Fonte: Autor

Após a implementação e funcionamento do nó sensor na árvore, foram coletados dados de umidade e temperatura do ambiente próximo e interno da árvore, indicando a eficiência do nó sensor. O controle do consumo energético do microcontrolador e o carregamento das baterias através da placa solar possibilitou um sistema energeticamente eficiente com manutenção contínua. Pode ser visto a aplicação da alimentação através das baterias e placa solar na Figura 10.

As informações fornecidas pelo *Front-end* do projeto permitem a avaliação das amostras coletadas durante o funcionamento do nó sensor sem fio no momento do acesso ao *web server*. No *dashboard* podem ser observadas as últimas medições de temperatura e umidade efetuadas pelo nó, com um corte temporal. Os dados coletados durante um

intervalo de tempo são mostrados em um gráfico como o da Figura 12, dessa forma é possível a apresentação de todas as informações coletadas pelos sensores dentro de um determinado período, permitindo a compreensão e acompanhamento da mudança nos parâmetros da árvore em cada parte dela que está sendo medida.



Figura 10 – Funcionamento da RSSF

Fonte: Autor, 2023

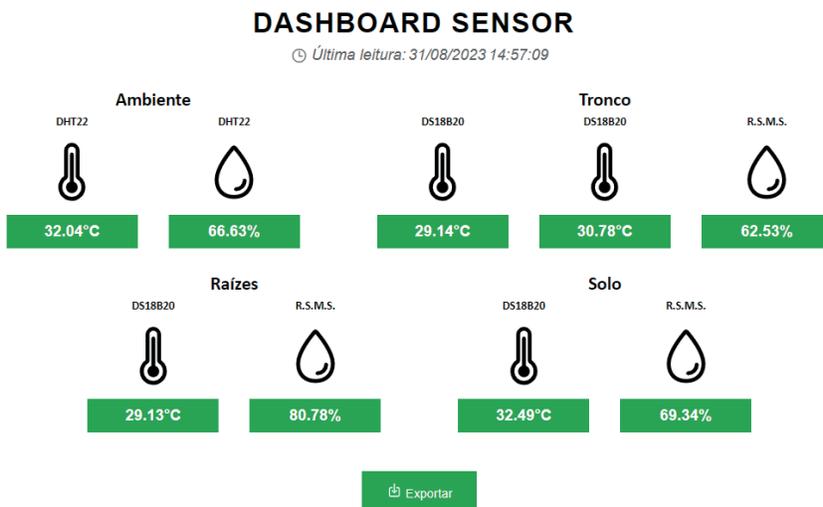


Figura 11 – Resultados na *Dashboard*.

Fonte: Autor, 2023.

As coletas feitas pelo nó sensor durante a aplicação do projeto de monitoramento de uma árvore pode ser vistas nos gráficos da Figura 12, o ESP32 foi programado para coletar temperatura e umidade a cada quatro horas e as medições se estenderam por 48 horas, permitindo melhor compreensão e previsão do que pode acontecer com cada local medido. Os dados coletados nesses horários são necessários para uma análise sobre o comportamento da árvore em questão na avaliação ambiental, pois eles mostram a variação dos valores obtidos pelos sensores de temperatura e umidade ao longo do tempo, fazendo possível uma apresentação mais clara e intuitiva, facilitando a compreensão das informações pelos usuários.

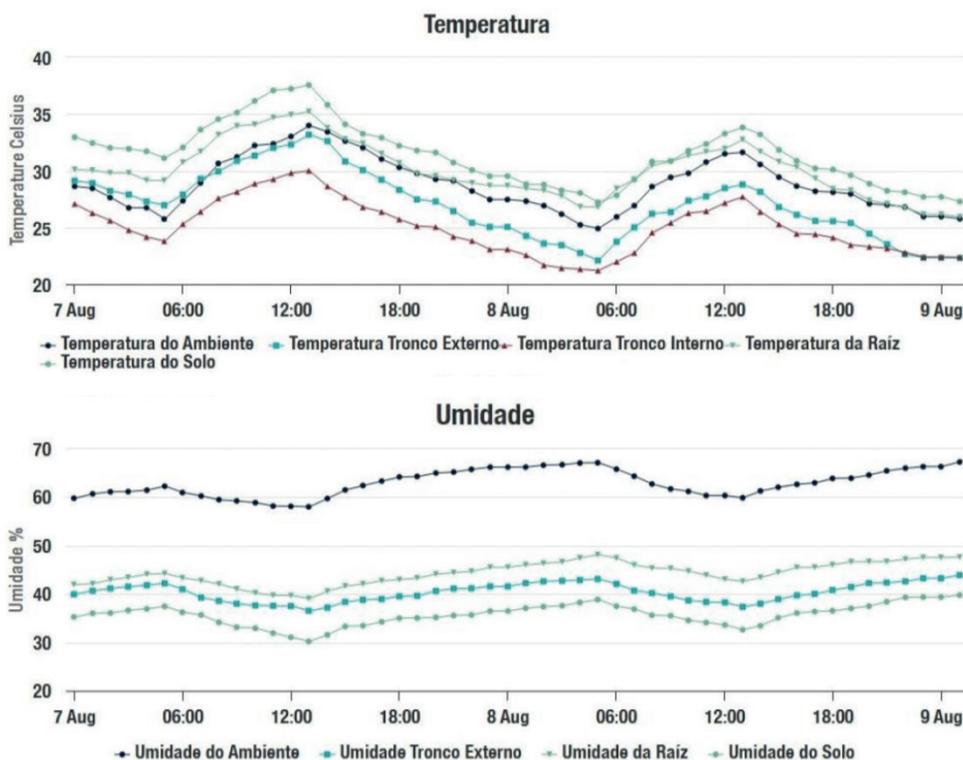


Figura 12 – Temperatura e umidade

Fonte: Autor, 2023.

É possível concluir através das informações fornecidas pelos gráficos, que há uma variação da umidade e temperatura em todos os sensores implantados na árvore, em que os sensores ao mesmo tempo têm um aumento e redução da temperatura e da umidade, devido as variações das condições climáticas no local, no entanto cada parte da árvore mantém uma média de diferença de temperatura e umidade em relação aos demais sensores. O mesmo pode ser percebido com os sensores de umidade de todas as

partes da árvore, as umidades alteram relativamente juntas de acordo com a umidade do ambiente em que elas estão localizadas.

De acordo com os dados informados pelos sensores através do gráfico, conclui-se que os sensores que se localizam nas partes mais externas, ou seja, mais próximas ao ambiente externo, tendem a captar uma maior elevação na temperatura, com uma diferença de temperatura entre os sensores mais internos em relação aos mais externos, como por exemplo o sensor que se encontra na parte mais interna do tronco capturou temperatura mais baixa em relação ao sensor mais externo também implementado no tronco.

Os registros efetuados pelo nó de sensores sem fio durante 2 dias indicam que as temperaturas dos sensores se mantiveram mais baixas nas madrugadas e noites nos horários de 00h até 8h, das 20h até 8h e das 20h até 00h, no qual foi observado uma redução nas temperaturas, estando entre 18°C a 27°C. Em contrapartida, as coletadas efetuadas entre os horários das 8h até 16h foi observada maior elevação de temperatura se mantendo entre 27°C a 34°C.

Os sensores de umidade registraram nos turnos de 00h até 8h, 16h até 8h e de 16h até 00h a umidade dentro da árvore e solo uma maior elevação em seus parâmetros, enquanto a umidade do ar se manteve com uma considerada diferença tanto em elevação quanto em declínio de umidade, estando entre 33% a 53%. Nos horários de 8h até 16h nos houve uma diminuição na umidade relativa tanto do tronco da árvore, como a umidade da raiz e do solo há uma distância de 5 metros da árvore, se mantendo sempre em um intervalo entre 33% a 39%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvido um nó sensor com *Back-end* e *Front-end* próprios, aplicado a ambientes internos e externos com alimentação utilizando energia renovável através de uma placa solar. O protótipo utilizou um microcontrolador ESP32, quatro sensores de temperatura do solo DS18B20, três sensores de umidade do solo resistivo, um módulo de micro cartão SD, um sensor de umidade e temperatura do ar DHT22, baterias para alimentação do nó sensor com energia renovável através de uma placa solar. As coletas das amostras foram realizadas de quatro em quatro horas, e a partir dos resultados pode-se avaliar que o sistema funcionou de forma eficiente independente da Internet, com alimentação por fonte renovável, e *Front-end* e *Back-end* próprios, com a possibilidade de integração com dispositivos móveis, utilizando protocolos comerciais como o *Wi-Fi*.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à o CAPES, CNPq, FAPEMA, UEMA, FAPEAM, UFAM, FAPESQ-PB, IFPB, UFCG e UFMA pelo apoio ao trabalho.

REFERÊNCIAS

ALCANTUD, M. B.; ROSA, P. R. Aplicação De Redes De Sensores Sem Fio Na Agricultura De Precisão: Uma Reflexão Teórica. *Colloquium Exactarum*, p. 36-41.

BERNARDI, A. C. C. E. A. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Embrapa, Brasília, 2014.

SILVA, M. A. M. D. Rede de sensores para aplicação em agricultura: um estudo de caso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

AMORIM, Luciana S. et al. Sistema para Controle e Monitoramento de Ambientes Utilizando Internet das Coisas.

LINDLEY, Cody. *Front-end Developer Handbook 2019: Learn the entire JavaScript, CSS and HTML development practice*. 1. ed. Frontend Masters, 2019.

RUI, Yong; SHE, Alfred C.; HUANG, Thomas S. Modified Fourier descriptors for shape representation-a practical approach. In: *Proc of First International Workshop on Image Databases and Multi Media Search*. Citeseer, 1996. p. 22-23.

FOROUZAN, B. A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

NETTO, G. T. Redes de sensores sem fio: revisão. 2016. Disponível em: netto.ufpel.edu.br. Acesso em: 07 ago. 2023.

Raghavendra, C. S., Sivalingam, K. M., Znati, T. F. (2010). *Wireless Sensor Networks: Principles and Practice*. CRC Press.

Li, X., Chang, V., Huang, X., & Chen, D. (2017). IoT-Based Big Data: From Smart City towards Next Generation Super City. *Future Generation Computer Systems*, 76, 668-676.

Wang, D., Zhang, Y., Li, D., & Li, X. (2018). Energy-Efficient Data Management for IoT-Based Wireless Sensor Networks. *Future Generation Computer Systems*, 82, 196-204.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AS AN ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY TOOL TO HELP IN AUTISM DIAGNOSIS

Data de submissão: 31/10/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Gabriela Menossi da Silva Floriano

Institute of Chemistry - São Paulo State University - Unesp
Araraquara -SP
<http://lattes.cnpq.br/5125792709572256>

Érica Regina Filletti

Department of Engineering, Physics and Mathematics
Institute of Chemistry - São Paulo State University - Unesp
Araraquara -SP
<http://lattes.cnpq.br/9684427777093476>

ABSTRACT: Artificial Neural Networks (ANNs) are computational models based on human brain structures. The ANNs receive data, learn from it and generate coherent responses to unknown data. Autism Spectrum Disorder (ASD), commonly known only as autism, has already been the subject of studies in the area of artificial intelligence to aid in the diagnosis, which, in turn, is very complicated because the symptoms appear from the age of two and are generally very light. This disorder is very complex and therefore it is not always possible to make an accurate diagnosis. Therefore, this work check the possibility of using of ANNs as an

alternative and complementary tool to aid in the diagnosis of autism, due to their ability to learn from a reduced amount of data and generate coherent responses to new data. Tests were made using the MATLAB software with the nstart and the pattern recognition application tool. For the first tests with answers from only 15 real people, 93.3% of correct answers were obtained with ANN. With the addition of fictitious responses totaling 150 responses, it was possible to reach 100% ANN accuracy.

KEYWORDS: Artificial Neural Networks. Learning algorithm. Computational models. Autism.

INTRODUCTION

Artificial Neural Networks are distributed parallel systems composed of simple processing units, called neurons, whose purpose is to calculate mathematical functions, normally non-linear (HAGAN and MENHAJ, 1994; HAYKIN, 1999). They are computational mathematical models inspired by biological networks capable of obtaining knowledge from a database, learning from it and then providing accurate

results for other data. (BRAGA, CARVALHO and LUDERMIR, 2000). It is an alternative widely used today due to its power of learning and generalizing information with very satisfactory results.

Autism Spectrum Disorder is a complex cyclical condition that affects the nervous system and generates difficulties in using language and relating to other people, in addition to obsessive desires and repetitive behaviors. It is a psychiatric disorder that develops in childhood, affecting communication and the child's overall social development. (LEVY, 2000; RAPIN and GOLDMAN, 2008).

The diagnosis of autism is made through behavioral analyzes and becomes very subjective as it depends on the perception of a professional according to different possibilities, such as interviewing the child's parents or caregivers or even observing the child in various activities. Therefore, diagnosing the disorder is time-consuming and imprecise. Autism has no cure, but the sooner it is diagnosed, the greater the chances of having effective treatment to improve the patient's quality of life (ALMEIDA, 2018). With this in mind, research began to be carried out on alternatives for diagnosis to become accurate and fast and, thus, an alternative found was to use computational models that involve artificial intelligence.

Currently, when we talk about autism, we already refer to the Childhood Autism Rating Scale, known as the CARS scale, developed by Shopler, Reichler and Renner (1988). It contains fifteen questions and three possible diagnoses: severe autism, mild/moderate autism or non-autistic. The translation into Portuguese was made and validated by Pereira (2007). It is considered a very strong scale in relation to behaviors associated with autism and is found in several languages.

The CARS-BR-Fuzz mathematical model (ZAGO, 2019) proposes a system according to Fuzzy rules, or fuzzy logic (translation into Portuguese) that contains the same questions as the original CARS scale (SHOPLER, REICHLER and RENNEN, 1988) and with the same possible diagnoses: severe autism, mild/moderate autism or non-autistic. This type of artificial intelligence is commonly used in cases involving uncertainties within bioscience.

Given the above, the objective of this work was to verify the possibility of using artificial neural networks as an alternative tool to assist in the diagnosis of Autism Spectrum Disorder, based on the CARS-BR scale (SHOPLER, REICHLER and RENNEN, 1988), producing a computational mathematical model with rapid diagnosis because it can analyze large amounts of data presenting results according to the same classifications: severe autism, mild-moderate autism and non-autistic. The interesting thing about the study carried out in this work is that despite much research, no results were found from the application of neural networks with the CARS-BR scale and autism, showing the proposed innovation.

METHODOLOGY

In this section, we will explain how the matrices with the databases for ANN training were created, as well as their development.

Database

First, some response data from the CARS-BR scale from fifteen real people published in the work of Zago (2019) was used. This data was transported to a table in Excel 2013 software.

As the ANN developed with the database of fifteen people did not obtain 100% accuracy, more data was created with the responses of fictitious people according to the proposed scale to have a larger data set for the ANN to work with, totaling one hundred and fifty samples of data to be used in the development of the neural model.

The ANN input matrix was composed of the answers to the fifteen questions on the CARS-BR scale, which meant that the ANN had fifteen neurons in the input layer. Thus, for the ANN with data from fifteen real people, the input matrix had dimensions of 15×15 ; the input matrix for the ANN with real and fictitious responses was 15×150 . The ANN output layer had 3 neurons, each responsible for identifying one of the three responses on the CARS-BR scale and, therefore, the output matrix had dimensions of 3×15 for the ANN with data from real people and 3×150 for the ANN with responses of real and fictional people.

Developed neural models

To implement the ANNs, MATLAB version 2019 software was used with the `nstart` tool available, choosing the pattern recognition app option for pattern classification, as shown in Figure 1. The training algorithm used was a staggered conjugate gradient (MOLLER, 1993).

The division of all samples was done randomly using the `dividerand` command in which 70% were for ANN training, 15% for validation and 15% for testing. In the case of ANN for real and fictitious responses, as there were 150 data points in total (15 responses from real people and 135 fictitious responses), 104 responses were used in the training set, and the validation and test sets had 23 responses each one, as shown in Figure 2.

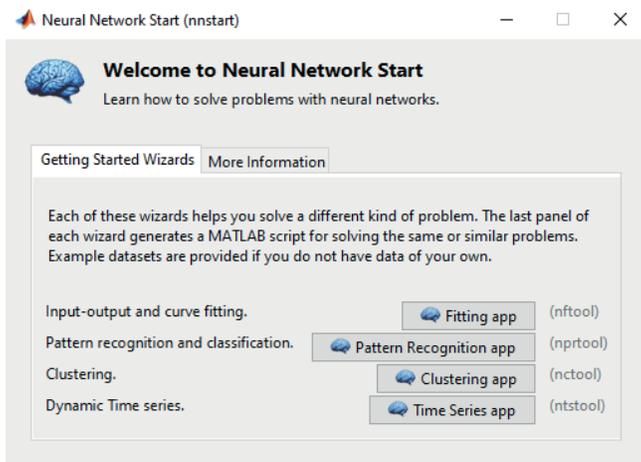


Figure 1: nnstart tool used for testing.

Source: Author herself, 2020.

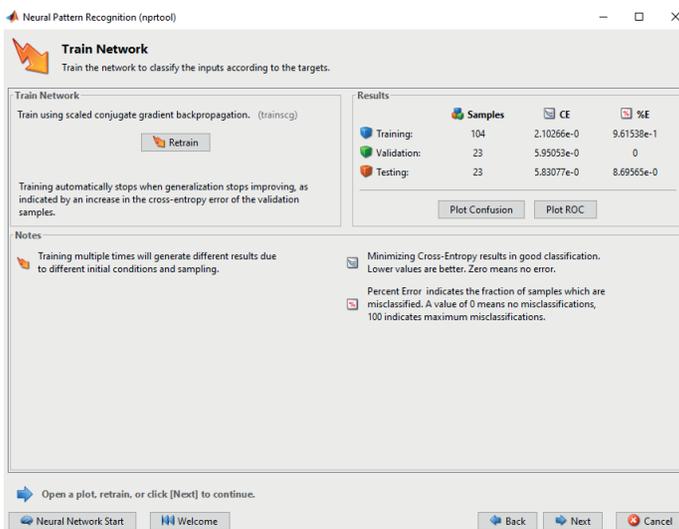


Figure 2: ANN training – data division.

Source: Author herself, 2020.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Initially, tests were carried out only with data from fifteen real people and then with data from real and fictitious people, totaling 150 samples (15 real people and 135 fictitious people). To develop the two ANNs, tests were carried out by varying the number of neurons in the intermediate layer (between 6 and 10 neurons) to obtain the best result, through trial and error. The ANNs were designed with 15 neurons in the input layer (representing the 15

CARS-BR scale responses) and 3 at the output (each representing a diagnostic class: class 1 – no autism; class 2 – mild/moderate autism; and class 3 – severe autism).

Tests only with answers from real people

Figure 3 shows the confusion matrix with the best results obtained for the responses of real people in training, validation and testing, with 10 neurons in the intermediate layer and with the staggered conjugate gradient algorithm. On the main diagonal, in green, are the ANN’s correct results, and in the red part are the errors.

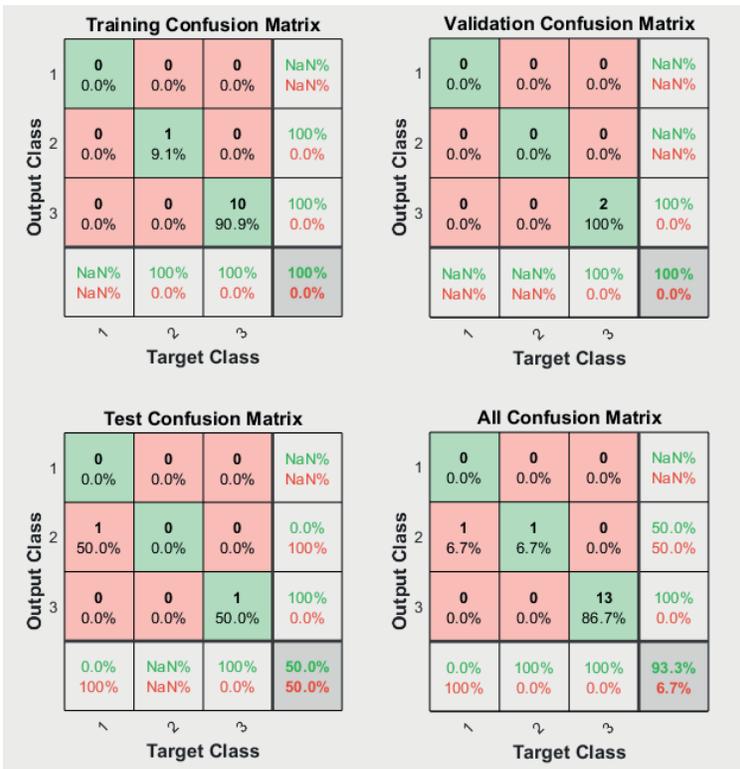


Figure 3: Confusion matrix – real people.

Source: Author herself, 2020.

ANN responses were classified into three distinct categories, according to the three possible diagnoses of the CARS-BR scale, namely: class 1 – without autism; class 2 – mild/moderate autism; and class 3 – severe autism. In the set presented to the ANN, of the eleven samples (70%) that were used for training, all were classified correctly; there were no class 1 samples in the training set. It is worth mentioning that of the fifteen responses from real people, there was only one classified without autism, one classified as mild/moderate

autism and thirteen responses in the severe autism class. In validation, the two samples that made up the 15% were class 3 and both were classified correctly. However, in the ANN test, of the two samples (15%) that were class 1 and 3, the one from class 1 (without autism) was wrongly classified as class 2 (mild/moderate autism) and the other was classified correctly, configuring a hit 50% on the test set. This totals an average of 93.3% accuracy for the ANN as a whole. Figure 4 presents the ANN error histogram, which presents a Gaussian distribution centered on zero, as expected.

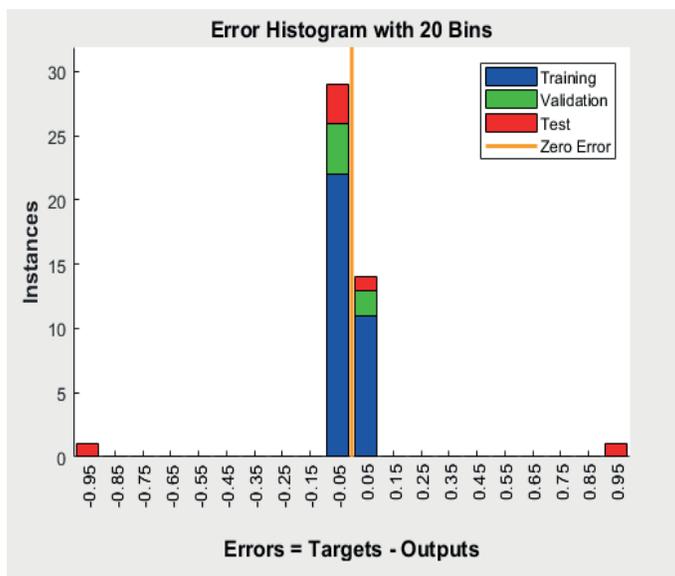


Figure 4: Error histogram – Real people.

Source: Author herself, 2020.

Finally, Table 1 shows the results obtained by ANN compared with the expected results of the set in training, validation and testing, in the case of using only responses from real people. Sample 13, highlighted in the table, was incorrectly classified as mild/moderate autism while its classification is without autism, as already discussed.

Sample	ANN's results			ANN classification	Expected results			Expected classification
1	0	0	1	3	0	0	1	3
2	0	0	1	3	0	0	1	3
3	0	0	1	3	0	0	1	3
4	0	0	1	3	0	0	1	3
5	0	0	0,999	3	0	0	1	3
6	0	0	1	3	0	0	1	3
7	0	0	0,999	3	0	0	1	3
8	0	0	1	3	0	0	1	3
9	0	0	0,999	3	0	0	1	3
10	0	1	0	2	0	1	0	2
11	0	0	1	3	0	0	1	3
12	0	0	1	3	0	0	1	3
13	0	0,999	0	2	1	0	0	1
14	0	0	1	3	0	0	1	3
15	0	0	1	3	0	0	1	3

Table 1: Obtained and expected results from the database – Real people

Source: Autor herself, 2020.

Tests with real and fictitious people

In order to improve the ANN's correct percentage and have a more balanced database, 135 responses from fictitious people were created for the ANN training, which added to the 15 responses from real people, totaled 150 responses. For the test with real and fictitious people, the number of neurons in the intermediate layer was also varied between 6 and 10 until finding the expected result of 100% accuracy, which was obtained with 10 neurons in the intermediate layer, as shown in Figure 5.

In the database presented to RNA, of the 104 samples (70%) that went to training, 104 were correctly classified according to their classes. In validation, the 23 samples that made up the 15% were correctly classified as well as the 23 test samples. This totals an average of 100% accuracy for the ANN as a whole.



Figure 5: Confusion matrix – real and fictitious people.

Source: Author herself, 2020.

Again, when we analyze the error histogram, Figure 6, we observe that it resembles a Gaussian curve centered at zero.

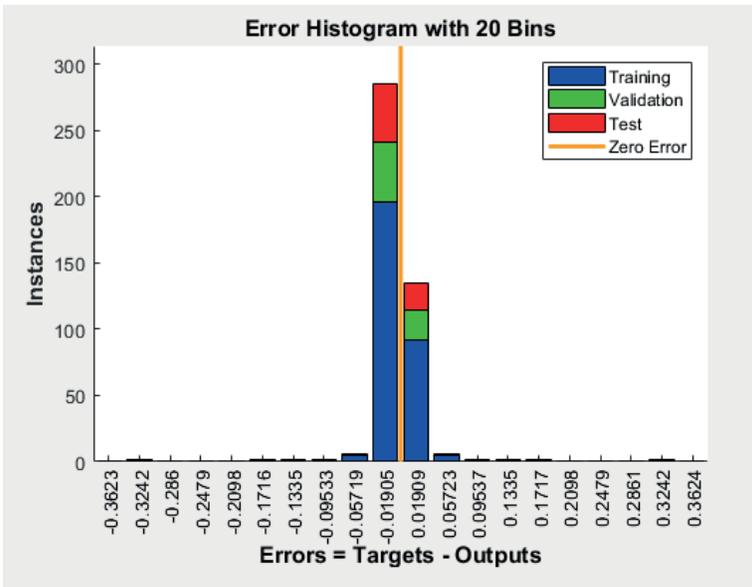


Figure 6: Error histogram – Total sample.

Source: Author herself, 2020.

Figure 7 shows the architecture of the ANN that obtained the results presented, with 10 neurons in the intermediate layer.

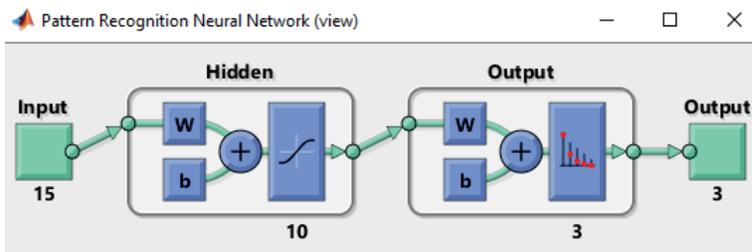


Figure 7: Classification ANN scheme.

Source: Author herself, 2020.

FINAL CONSIDERATIONS

The first tests carried out with only the responses of 15 real people were not enough to achieve 100% accuracy in the development of the ANN as a whole and that is why the data set was increased with responses from fictitious people totaling 150 samples. When this new set of data was provided to the ANN, the expected result was obtained without errors in training, validation and testing and a histogram of errors with the characteristic of a Gaussian curve.

Therefore, the addition of fictitious data helped to improve the performance and results of the ANN, reaching the ideal situation, with 100% accuracy for the 150 samples.

Therefore, it can be concluded that artificial neural networks are viable to assist in the diagnosis of autism as a complementary tool to make the diagnosis faster and more accurate. To do this, it is necessary to have a good database for training the ANN.

REFERENCES

ALMEIDA, M. S. R. **Instrumentos diagnósticos para avaliar o autismo – TEA.** [S.l.], 2018.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. (2000). **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações.** LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. Rio de Janeiro –RJ, 2000.

HAGAN, M. T.; MENHAJ, M. B. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v. 5, n. 6, p. 989-993, 1994.

HAYKIN, S. (1999). **Neural Networks: a comprehensive foundation.** 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.

LEVY, P. de Q. **Protocolo para estudo das pessoas com autismo. Autismo e Genética,** Universidade de Lisboa, v. 31, n. 2, p. 149–154, 2000.

MOLLER, Martin Fodslette. A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning. *Neural Networks*, v. 6, p. 525–533, 1993.

RAPIN, I.; GOLDMAN, S. **A escala cars brasileira: uma ferramenta de triagem padronizada para o autismo.** *Jornal da Pediatria*, v. 84, n. 6, 2008.

PEREIRA, A. M. **Autismo Infantil: Tradução e Validação da Cars (Childhood Autism Rating Scale) para uso no Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

SHOPLER, R.; REICHLER, R.; RENNER, B. **The childhood autism rating scale (cars).** Western Psychological Services, 1988.

ZAGO, L.A. **Modelagem Matemática por meio de Sistemas Fuzzy: um instrumento para avaliação de Autismo.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos- UFSCAR, Sorocaba. 2019.

DIGITAL TUTORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION IN THE 21ST CENTURY

Data de aceite: 01/12/2023

David Lopes Maciel

Master in Master of Science in Emergent Technologies in Education. MUST UNIVERSITY, MUST, EUA, Academic of the Doctoral Program in Regional Development and Environment (PGDRA/UFRO). Brazil

Fabrcio Moraes de Almeida

PhD in Physics (UFC), with post-doctorate in Scientific Regional Development (DCR/CNPq). Software Engineering Specialist (FUNIP). Professor at the Department of Electrical Engineering – UFRO. Researcher of the Doctoral and Master Program in Regional Development and Environment (PGDRA/UFRO). Leader GEITEC – Federal University of Rondônia, Brazil. Researcher CNPq DTI - Level A

Carlos Alberto Paraguassu-Chaves

PhD in Health Sciences - University of Brasília - UnB, Brazil; PhD in Science - University of Havana (Cuba); Post-Doctor in Health Sciences - UnB and Degli Studi D'Aquila University - IT. Full Professor at the University Institute of Rio de Janeiro - IURJ, Brazil

Elizangélica Fernandes da Silva

Master's in Regional Development and Environment – PGDRA/UFRO. Director of Distance Education – IFRO, Brazil

Eduardo Lucas Jorge Serapião

Specialization in Teaching for Professional Education – SENAC/AM. Professor at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rondônia – IFRO, Brazil

Geraldo de Magela Carvalho de Oliveira

Specialist in Rational Use of Energy. Professor at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rondônia – IFRO, Brazil.

Carlos Henrique Medeiros de Souza

PhD in Communication – UFRJ. Post-doctorate in Political Sociology – PPSP/UENF Coordinator of the Stricto Sensu Postgraduate Program - Postgraduate Program in Cognition and Language – UENF/RJ, Brazil

ABSTRACT: The book chapter demonstrates that technology has been transforming education through digital tutors, software based on Artificial Intelligence that offers personalized educational support to students and even teachers. These tutors, applicable from basic to higher education, are designed to help in different areas of knowledge. They offer instant feedback and

adjust the level of complexity of the study, provide extra features like interactive exercises and videos. However, there are countless challenges to be faced so that this technology obtains a prominent position within the educational process. This article aims to identify the main challenges that must be faced to allow greater use of this technology in academia. The methodology used was bibliographical research with a qualitative approach. The result of the research points to a growing use of digital tutors, despite criticisms of their use as a substitute for teachers in digital media. In contrast, more recent articles defend its gradual integration into teaching. It is concluded through the research that the potential of digital tutors to improve academic performance and personalize education is great, however it is essential to analyze and face the real challenges in order to allow a broader application of this technology.

KEYWORDS: Digital Tutor. Artificial intelligence. Education.

INTRODUCTION

Technology has over the last decades increasing many changes in the area of education, among them the use of digital tutors has been gaining more space every day in education, they are made possible by a variety of technologies and infrastructures that work together to provide a personalized learning experience to its users. Algumas dessas tecnologias incluem: Artificial Intelligence (AI) that is at the heart of digital tutors, and allows personalization and adaptation to the individual needs of students through advanced algorithms.

It also includes other technologies, such as Machine Learning that allows tutors to adapt and learn from student performance, offering more targeted support, Data Analytics which are the collections and analysis of data on student performance, these allow continuous adjustment in teaching, identifying areas of need and success.

Learning Management Platforms (LMS) are the systems that provide the necessary infrastructure to integrate digital tutors into existing curricula, allowing easy access and monitoring by educators. Integrated or not the platforms, there are cloud technologies or cloud computing that facilitates access to digital tutors from anywhere, making learning more flexible and accessible.

There are mobile devices and tablets. These enable mobility and need to be compatible with different systems, allowing students to access digital tutors in various contexts, whether in the classroom or at home. They need cybersecurity to ensure data security, which is critical in online education, and cybersecurity technologies ensure that student information is kept safe and private.

Finally, we have High-Speed Networks, with the function of enabling the connectivity essential for continuous access to digital tutors, and High-Speed Networks facilitate a seamless learning experience, as well as allowing collaboration and communication through chat and video conferencing tools. These technologies, working together, form the foundation that enables digital tutors to transform education, making it more accessible, personalized and effective.

Thus, the successful integration of these technologies requires careful planning and observation of the specific needs and challenges of education in different contexts. According to Souza (2014, p. 10) “there are countless possibilities that until recently were unthinkable, which makes the challenge of enabling technology as an essential tool in the teaching-learning process a difficult task.”

In addition, digital tutors are educational software designed to help students in their learning process by providing personalized support and immediate feedback. They are different from traditional teachers in that they use artificial intelligence technology to personalize each student’s learning experience. According to education experts Molly Zielezinski; Linda Darling-Hammond and Shelley Goldman,

Technology and learning contexts interact with the characteristics of the student. Together, they shape the student experience and outcomes associated with the use of digital, this ecosystem is far more complex than the binary conceptions of technology use that were common in the late twentieth century. (ZIELEZINSKI; DARLING-HAMMOND; GOLDMAN, 2014, p. 5).

According to Costa (2018), there is a consensus in academia among educators and researchers, maintaining that education in the 21st century will undergo a total transformation, teaching and learning methods will be reformulated. Instruction will become more personalized, and emerging communication technologies, including digital tutors, will have a marked presence. That is, there will be a significant increase in the use of digital tutors in this and the next decade. This work sought in the available bibliography to identify the main difficulties for its use in the school environment and that, according to Rocha and Barreto (2018), “one of the greatest difficulties encountered in the course of implementing a new technology comes mainly from the resistance of teachers and even managers who discovered themselves too late for the technologies started in the twentieth century”.

This scientific article brings a spectrum of light, demonstrating the relevance of digital technologies in the scenario of contemporary education, especially in the training of educators, considering that technical knowledge required by the labor market and social interaction require students of the twenty-first century a training based on the promotion of learning mediated by digital Technologies. It is, therefore, about optimizing the efficiency of the teaching and learning process through solutions such as digital tutors.

Therefore, there are numerous challenges to be faced within a process of implementation of a new technology in education, either by lack of infrastructure, or by the difficulties inherent to the educational system itself adopted. We will address in the topic discussion, in greater depth these issues that are configured in difficulties to be faced in the process of insertion of digital tutors in the educational environment.

METHODOLOGY

In this work, the research made use of the qualitative approach, descriptive in relation to the objectives and, from the perspective of the design, it is a bibliographical research. Data collection was performed in the Web of Science database, where 670 indexed articles were initially found, using the following keywords: Digital tutor. Teaching. Apprenticeship. Education. Secondly, filters were applied to keep only the articles of enriched cited references, open access and review articles, which resulted in a reduction of 107 articles.

A new filter was implemented in the research where only the Areas of study were kept: Education and Educational Research, Research and Remote Education, Human-Computer Interaction, Computer Vision and Graphics, Distributed and Real-Time Computing, Artificial Intelligence and Machine Learning.

Then only the articles in English, Spanish and Portuguese were selected, reducing the number of articles found to 230, of which the 50 articles with the highest number of citations for reading the abstract were selected, after this stage it was observed the need for complementarity of the content, because only 5 of them dealt with the proposed theme. They are cited in the body of the text.

To strengthen the analysis in the research, focusing on the bibliographic framework necessary to achieve the objective of the proposed work, new research was carried out on websites and in the physical collection of the library of the Federal University of Rondônia. The findings are also cited. Figure 01 shows the search result in the WS database.

The screenshot displays the Web of Science search interface. At the top, the Clarivate logo and navigation options (English, Products) are visible. The search bar contains the query: "Digital Tutor* (Todos os campos) and Teaching (Todos os campos) and Learning (Todos os campos) and Education (Todos os campos)". Below the search bar, the results are filtered to 230 items. A sidebar on the left offers options to refine results and filter by marked items. The main content area shows a list of search results, with the first entry highlighted: "Digital University Teaching and Learning in Management-The Gini from the COVID-19 Bottle and Its Empirical Representations in Germany" by Witt, J., Klump, M. and Beyer, B., published in EDUCATION SCIENCES in Nov 2021, with 66 references.

Figure 01 – search result in the Web of Science database.

Source: authors, 2023.

In the analysis of the data collected in the publications, there was a scarcity of studies directly related to the objective of the study. Much research is done on emerging technologies in education, but with regard to the difficulties to implement them there is still a lack of studies.

DISCUSSION

In the context of contemporary education, the importance of the constructivist approach is highlighted, which emphasizes the active construction of knowledge by the student, as opposed to the behaviorist view of learning as a response to external stimuli. This view is supported by (MAYER, 1995) who recognizes the influence of online learning technologies on the conception of learning. The author explains that through the use of different technologies, such as computers and interactive media, the educational potential is expanded, allowing the delivery of content rich in graphics, interactivity and geographical location.

However, the author points out that the use of technology itself does not guarantee learning and highlights the importance of student-centered approaches and the construction of knowledge, which is possible through the use of digital tutors. Advances in research on how people learn, and how technology can support learning, are discussed based on studies on schema building, cognitive development, and theories of learning.

As for the preparation and professional development of teachers, according to (HANUSHEK; RIVKIN, 2012) in his article “The Distribution of Teacher Quality and Implications for Policy” the author notes that although the quality of teachers is often considered a crucial determinant for student learning, research shows that observable characteristics, such as education and experience, have little impact on the variation of test scores applied to students.

On the one hand, this fact raises questions about the effectiveness of these characteristics as measures of teacher quality. On the other hand, educational policies have increasingly focused on student outcomes, leading to approaches such as value-added analysis, which focuses on the direct relationship between teachers and student outcomes. However, this approach has limitations in defining an effective teacher and does not consider specific characteristics of teachers.

The authors (LOREMAN; FORLIN and SHARMA, 2014), discuss the importance of measuring the effectiveness of teaching through voluntary approaches and highlight the analysis of added value in the teaching process as a promising strategy to evaluate the contribution of teachers in the performance of students at all levels of education.

Chetty, Friedman, and Rockoff (2012) their paper “The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood,” demonstrated that teachers have substantial economic value and that impacts on test scores are useful for

identifying high-quality teachers. These findings are important for the development of educational policies that seek to improve the quality of teaching and reduce disparities in access to effective teachers.

Thus, policies and teacher training come against educational equity that refers to the idea of providing all students with equal opportunities and access to a quality education, regardless of their socioeconomic origin, ethnicity, gender or other personal characteristics. The goal of educational equity is to ensure that all students have the same chances of academic success and personal development, regardless of their individual circumstances.

Therefore, educational equity is an old and still current theme, according to Dewey in his book “Democracy and Education”, published in 1916. The author lays the foundations for the discussion of the theme, even though the book is not focused specifically on the theme the argues is that education should be seen as a democratic process and that all human beings have the right to a quality education that meets their individual needs. He emphasizes the importance of an inclusive education, which promotes the active participation of students and prepares them to become fully involved in society (DEWEY, 1916).

In this way, the evaluation can take into account several indicators, such as students’ academic outcomes, completion rates, equity in access to education, quality of teachers, available educational resources, among others, according to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), which annually conducts the PISA “Program for International Student Assessment” that seeks to measure the performance of students in essential skills, such as reading, math and science. In addition to evaluating students, the PISA report also analyzes the performance of school systems in different countries, allowing comparisons and analyses of educational policies.

In 2015, based on PISA, the OECD releases a series of reports where it recognizes the importance of information and communication technologies (ICT) very much in the face of the limitations of access to these technologies still presents itself as one of the biggest constraints, the report highlights several other challenges to leverage technology in education. The impact analyzed at the time was limited due to factors such as overestimation of digital skills, unsatisfactory policies, lack of pedagogical understanding and low-quality educational software.

Currently, it is observed that the complex relationship between students, computers and learning requires more exploration. However, the results should not discourage us. Technology can expand access to knowledge, provide up-to-date materials, enable collaboration, support new pedagogies, and enhance experiential learning (OECD, 2015).

Diverse scientific research on the acquisition of knowledge covers several areas, technological advances provide new perspectives, allowing a re-evaluation of long-standing issues related to learning. In addition, new questions and approaches to the study of this process arise. In this context, the technology of digital tutors emerges as a tool of great potential (KUHL; LIM; GUERRIERO and VAN DAMME, 2019).

However, the obstacles that are presented before the implementation of digital tutors on a large scale, are numerous in addition to those already mentioned, we have: (a) Access to Technology and Infrastructure: In many regions, especially in rural or economically disadvantaged areas, access to high-speed Internet in most cases is limited; (b) Costs: The implementation of digital tutors requires investment in software, hardware and training, which can be prohibitive for some institutions; (c) Teacher Training and Acceptance: Teachers and educators may need extensive training to effectively utilize these tools, and some may resist the adoption of this technology in the classroom; (d) Data privacy and security: The protection of student data is a significant concern, requiring robust security measures and compliance with regulations; (f) Quality and effectiveness: Ensuring that digital tutors are of high quality and effective in enhancing learning is a challenge, requiring continuous research and development; (g) Interoperability with existing systems: Integrating digital tutors with current education systems can be technically complex and requires careful planning and (h) Social and pedagogical concerns: Some critics argue that technology can diminish human interaction, which is vital for learning.

On the political spectrum, difficulties can be complex and multifaceted, requiring a coordinated and collaborative approach among policymakers, educators, administrators, and other stakeholders to overcome them. Political leadership and commitment to innovation and equity in education will be key to addressing these challenges and harnessing the potential of digital tutors. These are points of observation that have relevance in the political context: (a) Lack of funding: Restrictive budget policies may limit the funds available to invest in educational technology, including digital tutors; (b) Inequality in the distribution of resources: Policies that do not adequately address the equitable distribution of technological resources can create disparities in access between different regions and socioeconomic groups; (c) Regulation and compliance: Lack of clear regulation or overly restrictive regulations can create obstacles to the effective implementation and use of digital guardians; (d) Political resistance: Opposition from political groups or teachers' unions that see technology as a threat to established jobs or educational traditions can hinder the adoption of digital tutors; (e) Competitive policy priorities: Education can compete with other areas, such as health and infrastructure, for political attention and resources, limiting the ability to focus on educational innovation; (f) Privacy and security issues: The need to protect students' privacy may lead to political restrictions that hinder the effective implementation of AI-based solutions and data analytics; (g) Licensing and intellectual property policies: Issues related to software licensing and intellectual property may create legal and policy barriers to the adoption of digital guardians; and (h) Global and international policies: In a global context, differences in educational and technological policies between countries may make it difficult to implement uniform solutions in different jurisdictions.

From the point of view of pedagogy, the difficulties can be equally complex and multifaceted, requiring in addition to the aforementioned topics an approach that seeks

to solve the following problems: (a) Adaptation to Individual Needs: Create digital tutors that can adapt to the individual learning needs and different learning styles of students; (b) Integration with the Existing Curriculum: Finding ways to integrate digital tutors into the existing curriculum so that they complement, rather than replace, traditional teaching methods can be challenging; (c) Educator Empowerment: Teachers need to be trained not only to use technology, but also to integrate it effectively into their pedagogical practices. Endurance and a lack of necessary skills can be a barrier; (d) Quality Assessment: Determining how to assess the quality and effectiveness of digital tutors in promoting real learning requires a deep understanding of pedagogy; (e) Student-Teacher Relationship: Maintaining the vital student-teacher relationship in an environment where digital tutors play an important role may require a careful pedagogical approach; (f) Focus on Social and Emotional Skills: Teaching social and emotional skills through digital tutors can be more challenging than teaching academic content, requiring new pedagogical approaches; (g) Accessibility and Inclusion: Ensuring that digital tutors are accessible to all students, including those with special needs, requires careful consideration and inclusive design; (h) Technology Dependence: Finding the right balance between technology and traditional teaching methods to avoid over-reliance on digital tutors is a pedagogical concern; (i) Ethics and Values: The implementation of digital tutors should be aligned with the ethical and moral values of the educational community, ensuring that technology is used responsibly and fairly; and (j) Assessment and Feedback: Effectively assessing student progress and providing meaningful feedback in an environment with digital tutors can be complex.

Consequently, overcoming the difficulties associated with the implementation of digital tutors in teaching is not an easy task, considering the volume and complexity of these difficulties encountered.

CONCLUSION

From the research we can observe that the complexities inherent to the educational process is configured as an obstacle in the implementation of digital tutors in teaching. In general, in studies on the learning process and the use of digital tutors, it was possible to observe important insights with an interdisciplinary perspective in a broad spectrum.

The analysis of the results highlights the importance of technological advancement and the need for new research on learning aided by digital tutors, offering new approaches and possibilities of understanding this complex phenomenon. It is evident that the interaction between teacher and student has undergone numerous changes in recent decades with the advent of communication technologies, however the work activity of the teacher is far from being replaced by artificial intelligence.

Therefore, digital tutors face numerous barriers to their implementation in an appropriate way to teaching, among the main ones mentioned, it is possible to observe that

infrastructure, access to the internet, public policies aimed at increasing new technologies to the educational process, are configured as the most prominent difficulties being the biggest obstacles to be overcome in a process of implementation of digital tutors.

Thus, educational practices and educational policies, as well as the qualification of the entire educational technical staff with emphasis on teachers / facilitators still need greater engagement, other factors such as the lack of specific IT knowledge, in addition to socioeconomic factors, become obstacles to an effective application of digital tutors.

In addition, the need for effective communication, collaboration and knowledge exchange among researchers, educators and policymakers is crucial for the continuous improvement of education and can contribute to the development of normative instruments that meet social anxieties.

From the cognitive point of view, new knowledge only acquires its value when it is disseminated within the scientific community and transposed to society. This is because the production of knowledge is a social process, and it is only through the interaction between academia and society that new ideas and discoveries can be evaluated, tested and integrated into existing knowledge (POLANYI, 2000).

Therefore, in this context, from the objective of identifying the main difficulties for the implementation of digital tutors in teaching, this work sought to contribute to the practice and expansion of knowledge related to the use of digital tutors in education, which emerges with the use of disruptive technology. The research theme seems to be inexhaustible, that is, future research around specific studies in the area of higher education and qualification of teachers through the application of digital tutors, should continue.

REFERENCES

CHETTY, R; FRIEDMAN, J.N; ROCKOFF, J.F. The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood. **National Bureau of Economic Research**, Massachusetts, janeiro 2012.

COSTA, C.F. O Ensino de medicina frente às novas tecnologias. **SODEBRAS**, v. 13, p.1, 2018.

DEWEY, John. **Democracy and Education**. Tradução de Odofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4ª. ed. Nova York: Nova York Editora, v. XXI, 1916.

HANUSHEK, Eric A; RIVKIN, Steven G. The Distribution of Teacher Quality and Implications for Policy. **Annual Review of Economics**, 20 setembro 2012. 131-157.

KUHL, Patricia K; LIM, Soo-Siang; GUERRIERO, Sonia and VAN DAMME, Dirk. **Teaching basic experimental design with an intelligent tutor**. OECD Publishing. Paris, p. 135 - 144. 2019.

LOREMAN, Tim; FORLIN, Chris; SHARMA, Umesh. Measuring Indicators of Inclusive Education: A Systematic Review of the Literature. In: LOREMAN, T. **Measuring Indicators of Inclusive Education: A Systematic Review of the Literature**. 14^a. ed. New York: Series Copyright Holder, v. III, 2014. p. 165-18. ISBN 1479-3636. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/publication/acronym/IPIE>. Acesso em: 26, Maio, 2023.

MACIEL, D. L. ALMEIDA, F. M. **TUTORES DIGITAIS: UMA NOVA ERA NA EDUCAÇÃO DO SÉCULO XXI**. Revista SODEBRAS – Volume 18, n. 213 – setembro/2023 - DOI: <http://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.2023.18.213.71> . 2023.

MAYER, R.E. Uma teoria generativa do design de livros didáticos: usando ilustrações anotadas para promover a aprendizagem significativa do texto de ciências. **Pesquisa e desenvolvimento em tecnologia educacional**, 1995. 31-43.

OCDE. **Students, Computers and Learning - Making the Connection**. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Paris, p. 204. 2015.

POLANYI, Michael. The Republic of Science: Its Political and Economic Theory. **Minerva**, Spring Street, janeiro 2000. 54-73.

ROCHA, R.M.G; BARRETO, S.M.C. Contribuições das Tecnologias Digitais na Formação de Professores no Polo Universidade Aberta do Brasil. **SODEBRAS**, 28, novembro, 2018. 5-11.

SOUZA, R.G. O Papel da Alfabetização Científica e Tecnológica no Processo Ensino-Aprendizagem na Educação Básica. **SODEBRAS**, 10, julho, 2014. 10 - 16.

TOLEDO, BRUNO D. S.; LEMOS, KARINA D. D. C.; TOLEDO, MARCOS V. D. S. O Uso de Softwares como apoio ao Processo de Aprendizagem em uma Instituição de Ensino Público Federal. **SODEBRAS**, dezembro 2018. 6-12.

ZIELEZINSKI, M.M; DARLING-HAMMOND, L; GOLDMAN, S. **Using technology to support at-risk students' learning**. Organisation(s): Alliance for Excellent Education (USA); Stanford Center for Opportunity Policy in Education (USA). (SCOPE). Chicago, p. 20. 2014.

TOWARDS ANALYSIS ON TEXTUAL INFERENCE AT ASSIN 2 DATASET

Data de aceite: 01/12/2023

Felipe O. da Silva

Institute of Mathematics and Computer
Sciences University of São Paulo (USP) –
São Carlos, SP – Brazil

Giovana Meloni Craveiro

Institute of Mathematics and Computer
Sciences University of São Paulo (USP) –
São Carlos, SP – Brazil

Vinícius F. da Silva

Institute of Mathematics and Computer
Sciences University of São Paulo (USP) –
São Carlos, SP – Brazil

Vinícius João de Barros Vanzin

Institute of Mathematics and Computer
Sciences University of São Paulo (USP) –
São Carlos, SP – Brazil

ABSTRACT: In this article, we conduct a preliminary analysis of different methods to address the Textual Entailment Recognition (RTE) task in Portuguese. We use the ASSIN-2 dataset as a benchmark to evaluate our models. Our work combines various textual representation approaches, including bag of words and word embeddings, with machine learning models. Additionally, we present a rule-based

approach. Our highest performance was achieved by the BERTimbau-large model fine-tuned on ASSIN-2, which attained an F1 score of 0.89%, positioning it just 1% below the current state-of-the-art. Our ongoing experiment aims to combine our different approaches to leverage their full potential.

INTRODUCTION

Textual Entailment Recognition (RTE), also known as Natural Language Inference (NLI), is the NLP task of determining whether one sentence (premise) entails another (hypothesis). Approaches used for NLI include earlier symbolic and statistical methods to more recent deep learning approaches [Bowman and Zhu 2019]. In the last few years, there has been fast progress on the task [Bowman et al. 2015, Chen et al. 2018] with studies of new model architectures aimed at improving performance on benchmarks as well as at increasing the number of large datasets for evaluating these systems [Williams et al. 2018].

There is a scarcity of datasets on Portuguese for NLI. The ASSIN-2 is a curated dataset proposed at the STIL 2019 conference as an effort to set a new computational semantic benchmark for Portuguese. It contains 10,000 samples of annotated data, divided into balanced portions. The training set contains 6500 sentence pairs, the validation set is composed of 500 pairs, and the test set consists of 2448 pairs [Real et al. 2020]. An example from the data set is shown in Table 1.

Premise	Hypothesis	NLI
Alguns animais estão brincando selvagememente na água	Alguns animais estão brincando na água	Entails
Um avião está voando	Um cachorro está latindo	None

Table 1. Example of ASSIN-2 data

This work uses the ASSIN-2 dataset to analyze and compare the performance of diverse classification approaches for NLI in Portuguese. It combines the representation formats of word embeddings and bag of words with machine learning algorithms. It uses Logistic Regression with L1 and L2 regularization, Random Forests, and eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) for the former [Pedregosa et al. 2011] and CatBoost [Prokhorenkova et al. 2018], a Bi-directional recurrent neural network [Schuster and Paliwal 1997] and BERTimbau [Souza et al. 2020], for the latter. Finally, it includes a rule-based symbolic approach.

METHODOLOGY

Symbolic approach

The symbolic approach was inspired by the annotation guidelines for ASSIN-2 [Real et al. 2020], which direct towards verifying whether expressions from both sentences could refer to the same extralinguistic elements or whether an expression from one sentence could have a hypernymy relationship with an expression from the other sentence.

Our rule-based method assumes that the sentences must be similar and that if one of them contains a negation, the other should also contain one. Additionally, it assumes that a longer sentence typically carries more specifications than a shorter one and that a more general sentence could be entailed by a more specific one, but not vice versa.

Hence, the classifier declares that sentence A entails sentence B if sentence A is longer than sentence B, their similarity rate is greater than fifty percent, and either no sentence contains the negation term “não” or both sentences do. The similarity rate between them is measured by dividing the number of words that are common in both sentences by the length of sentence B. Preprocessing is based on lowercasing and removing accents.

As this approach does not consider the semantics of different terms and thus cannot identify relationships of synonymy and hypernymy among different words, it cannot be considered a method that appropriately addresses the NLI task. At this stage, it is intended as a baseline for the minimal performance that the other methods should achieve.

Bag of words

In the approach that uses *Bag of Words* to represent sentences, different techniques were experimented separately and in combination.

The baseline method is the traditional *Bag of Words* [Zhang et al. 2010], which transforms texts into attribute-value tables by calculating the frequency with which words occur in the texts. This technique creates a single matrix for the entire data set, in which each line i contains the number of times that each word j occurred for the i -th sentence in the database. Similarly, the approach based on *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) [Das and Chakraborty 2018], uses attribute-value tables, but also normalizes the frequency of terms in a document, increasing the relevance of rare words. Additionally, an *n-grams* strategy, which aims to include the context of adjacent words instead of the single referred term, is tested as an alternate configuration.

Aiming to reduce the dimensionality of the training set, we also tested adding *Principal Component Analysis* (PCA) [Shlens 2014] with a varying number of components among 3, 4, 5, 10, 100, and 500. As a result, we had 2305 dimensions for the traditional *BOW* method and 33516 dimensions for approaches using 1 to 3 n-grams.

The cited representation formats and techniques are applied to the data set, pre-processed by removing *stopwords*, and fed into machine learning algorithms based on Logistic Regression, Random Forests, and eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), which are offered by scikit-learn [Pedregosa et al. 2011].

For each combination of hyperparameters, the models are fine-tuned with Grid Search and k-fold cross-validation with $k = 5$ is applied. F1 measure is used to select the best model. It is assumed that no significant weight differences exist between False Positive (FP) and False Negative (FN) errors for this task. It is also the metric used to evaluate RTE systems in the ASSIN-2 benchmark [Real et al. 2020]. A total of 150 different configurations are used, with distinct representation approaches, resulting in 750 predictive models.

Word embeddings

In this semantic representation format, the NILC pre-trained embeddings [Hartmann et al. 2017] are combined with machine learning classifiers.

1. The first strategy uses the CatBoost algorithm [Prokhorenkova et al. 2018]. Pre-processing consists of normalization to lowercase words and concatenation of premise and hypothesis with a separation token “[SEP]”, without removing stopwords. The sentence is represented by the sum of the individual embedding vec-

tors of each word. Tests are conducted with the embeddings *word2vec* CBow of 100 dimensions and *Glove* Skip-gram of 300 dimensions[Mikolov et al. 2013].

2. The second technique employs a bidirectional recurrent neural network (BRNN) [Schuster and Paliwal 1997]. Each sentence was preprocessed with the techniques described in [Hartmann et al. 2017]. The model was trained with the *Adam* optimization algorithm using at most 25 epochs and a batch of 128 samples. 21 models were trained, varying embeddings (*word2vec skip-gram*, *word2vec CBoW*, *wang2vec skip-gram*, *wang2vec CBoW*, *FastText skip-gram*, *FastText CBoW e Glove*) and number of dimensions (50, 300 and 1000).
3. The third method uses BERTimbau [Souza et al. 2020], a Brazilian Portuguese language model, trained on the brWaC corpus [Wagner Filho et al. 2018], fine-tuned [Howard and Ruder 2018] to the RTE task. There are two versions of pre-trained models: one with 12 layers of encoders, 110 million parameters, and 768 dimensions; and one with 24 layers of encoders, 335 million parameters, and 1024 dimensions. The same hyperparameters are used for both versions. The maximum token sequence length is set at 128, the maximum number of epochs is 4, and the batch size is 16 for training and 64 for validation. The remaining hyperparameters were not modified and we use the tokenizer from the pretrained model.

RESULTS AND DISCUSSION

Among the different strategies used to tackle RTE, several configurations were tested. Table 2 exhibits the results of the ones that obtained the highest scores. For each textual representation method, our code and experiments are openly available at **repository** [Oliveira da Silva et al. 2023], facilitating replication of results.

Our symbolic approach is designed solely with rules that do not attempt to capture semantic relationships among different words. Despite this aspect, it achieves the remarkably high *F1* score of 0.71%, given its simplicity. This indicates that it is either

Set	Method	Metrics			
		F1	Precision	Recall	Accuracy
Train	BOW	0.94	0.92	0.95	0.93
	BERTimbau-large	0.96	0.97	0.96	0.96
	Symbolic	0.70	0.75	0.67	0.72
Validation	BOW	0.88	0.87	0.89	0.88
	BERTimbau-large	0.96	0.96	0.96	0.96
	Symbolic	0.72	0.75	0.69	0.73
Test	BOW	0.77	0.68	0.88	0.73
	BERTimbau-large	0.89	0.90	0.89	0.89
	Symbolic	0.69	0.74	0.65	0.71

Table 2. Result of the best models

a promising approach or that the data set used to test the experiments is too simplistic to reflect the complexity of the task in real-world examples. The other approaches are expected to outperform this method.

Our fine-tuned model that uses BERTimbau-large indeed reaches an F_1 score of 0.89%, only one percentage point away from the current state-of-the-art in the RTE task - represented by a BERTimbau-large trained by Neuralmind [Souza et al. 2020] which achieved 0.90%. However, it is important to perform a qualitative analysis of its misclassifications. Table 3 shows an example from the test set in which our BERTimbau model misclassifies.

Premise	Hypothesis	NLI
um palhaço está cantando no palco e pessoas estão dançando	uma pessoa fantasiada de palhaço está cantando	Non-Entailment

Table 3. Example of BERTimbau misclassification

In the given example, the premise says “um palhaço está cantando no palco” and the hypothesis says “uma pessoa fantasiada de palhaço está cantando”. Although the data set classifies this sentence as non-entailment, “a clown” could be considered as equivalent to “a person dressed as a clown”. Therefore, the model seems to be a solid solution, but it is reasonable to further analyze its misclassifications to ensure its robustness and to understand how to enhance it. Nevertheless, its greatest disadvantage is that its computational cost and complexity are significantly greater than those of the other methods.

Our best combination of a BOW method - without PCA and without TF-IDF - achieves an F_1 measure of 0.73%, which is markedly lower than that of our best BERTimbau model, but its recall is only 0.01% below our BERTimbau’s recall, which is notable given its significantly lower computational cost compared to the BERTimbau models.

Given the computational cost and accessibility disadvantages of our BERTimbau model and its performance advantage compared to our other methods, our ongoing work aims to refine and combine our methods, resulting in a Neuro-symbolic approach for Portuguese textual inference that considers all linguistic features necessary to properly address NLI, while remaining accessible and competitive with state-of-the-art models.

REFERENCES

- [Bowman and Zhu 2019] Bowman, S. and Zhu, X. (2019). Deep learning for natural language inference. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Tutorials*, pages 6–8, Minneapolis, Minnesota. Association for Computational Linguistics.
- [Bowman et al. 2015] Bowman, S. R., Angeli, G., Potts, C., and Manning, C. D. (2015). A large annotated corpus for learning natural language inference. *arXiv preprint arXiv:1508.05326*.
- [Chen et al. 2018] Chen, Q., Zhu, X., Ling, Z.-H., Inkpen, D., and Wei, S. (2018). Neural natural language inference models enhanced with external knowledge. In *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, pages 2406–2417, Melbourne, Australia. Association for Computational Linguistics.
- [Das and Chakraborty 2018] Das, B. and Chakraborty, S. (2018). An improved text sentiment classification model using tf-idf and next word negation. *arXiv preprint arXiv:1806.06407*.
- [Hartmann et al. 2017] Hartmann, N. S., Fonseca, E., Shulby, C. D., Treviso, M. V., Rodrigues, J. S., and Aluisio, S. M. (2017). Portuguese word embeddings: Evaluating on word analogies and natural language tasks. *arXiv preprint arXiv:1708.06025*.
- [Howard and Ruder 2018] Howard, J. and Ruder, S. (2018). Universal language model fine-tuning for text classification. *arXiv preprint arXiv:1801.06146*.
- [Mikolov et al. 2013] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., and Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.
- [Oliveira da Silva et al. 2023] Oliveira da Silva, F., Craveiro, G. M., Siqueira Souza, J. M., Silva, V. F. d., and Vanzin, V. J. d. B. (2023). Natural language inference bow, word embeddings and symbolic experiments at assin-2 dataset. GitHub repository, https://github.com/jmssouza/nlp_entailment/.
- [Pedregosa et al. 2011] Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in python. *the Journal of machine Learning research*, 12:2825–2830.
- [Prokhorenkova et al. 2018] Prokhorenkova, L., Gusev, G., Vorobev, A., Dorogush, A. V., and Gulin, A. (2018). Catboost: unbiased boosting with categorical features. *Advances in neural information processing systems*, 31.
- [Real et al. 2020] Real, L., Fonseca, E., and Gonçalo Oliveira, H. (2020). *The ASSIN 2 Shared Task: A Quick Overview*, pages 406–412.
- [Schuster and Paliwal 1997] Schuster, M. and Paliwal, K. (1997). Bidirectional recurrent neural networks. *Signal Processing, IEEE Transactions on*, 45:2673 – 2681.
- [Shlens 2014] Shlens, J. (2014). A tutorial on principal component analysis. *arXiv preprint arXiv:1404.1100*.
- [Souza et al. 2020] Souza, F., Nogueira, R., and Lotufo, R. (2020). Bertimbau: Pretrained bert models for brazilian portuguese. In Cerri, R. and Prati, R. C., editors, *Intelligent Systems*, pages 403–417, Cham. Springer International Publishing.

[Wagner Filho et al. 2018] Wagner Filho, J. A., Wilkens, R., Idiart, M., and Villavicencio,

A. (2018). The brwac corpus: A new open resource for brazilian portuguese. In *Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018)*.

[Williams et al. 2018] Williams, A., Nangia, N., and Bowman, S. (2018). A broad-coverage challenge corpus for sentence understanding through inference. In *Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers)*, pages 1112– 1122. Association for Computational Linguistics.

[Zhang et al. 2010] Zhang, Y., Jin, R., and Zhou, Z.-H. (2010). Understanding bag-of-words model: a statistical framework. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 1(1):43–52.

CAPÍTULO 6

PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA COM A POSSIBILIDADE DE PRESENÇA DE OBSTÁCULOS PARA UM MANIPULADOR ROBÓTICO COLABORATIVO CLÁSSICO

Data de aceite: 01/12/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Janáina Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1857241899832038>

Kazuyochi Ota Junior

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Mestrando - PPGEM-CP - Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade da Indústria Senai
Londrina - Pr
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Miguel Angel Chincaro Bernuy

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio - Pr
<http://lattes.cnpq.br/0848702819711420>

Angelo Feracin Neto

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

Ricardo Breganon

Instituto Federal do Paraná, Campus
Jacarezinho
Jacarezinho – Pr
<http://lattes.cnpq.br/2441043775335349>

Henrique Cavalieri Agonilha

Universidade Filadélfia (Unifil) Londrina
Londrina - Pr
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Marcos Antônio de Matos Laia

Universidade Federal de São Joao Del Rei
Departamento De Ciência Da Computação
– UFSJ
Minas Gerais _ Mg
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Fabio Nogueira de Queiroz

Centro Paula Souza
Departamento Computação-FATEC Ourinhos
Ourinhos – Sp
<http://lattes.cnpq.br/4466493001956276>

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Egresso - Universidade Norte do Paraná – Unopar
Londrina-PR
<http://lattes.cnpq.br/4411484670091641>

Fabio Rodrigo Milanez

Faculdade da Industria Senai
Londrina - Pr
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Marcio Jacometti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Dachs)
Cornélio Procópio – Pr
<http://lattes.cnpq.br/8509336134084374>

Luiz Francisco Sanches Buzachero

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
<http://lattes.cnpq.br/1747856636744006>

Augusto Alberto Foggiano

Departamento de Odontologia – UENP
Jacarezinho – Pr
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

Gustavo Henrique Bazan

Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho
Jacarezinho – Pr
<http://lattes.cnpq.br/7076940949764767>

RESUMO: Neste trabalho, o objetivo é apresentar redes neurais artificiais (RNAs) para resolver a cinemática inversa de um manipulador robótico de 2 graus de liberdade (DOF). Além disso, foi incluída uma árvore de decisão para aumentar a segurança do braço em movimento quando um objeto aparece em sua trajetória, com duas possíveis alternativas, acrescentar um ponto que consegue desviar do obstáculo, e caso não seja possível para e esperar a desobstruí-la como robôs colaborativos que trabalham lado a lado com seres humanos. O polinômio quinto grau fora empregado no planejamento de trajetórias e a análise levou ao polinômio de quinto grau por apresentar uma solução plausível. De acordo com os resultados obtidos promissores, o melhor método RNA combinado com uma estratégia,

pois apresentou mais robustos. Esse trabalho se encerra com uma conclusão e sugestão de futuros trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Computacionais Inteligentes, Robótica Cognitiva, Robótica. Teoria de Agentes

TRAJECTORY PLANNING WITH THE POSSIBILITY OF OBSTACLE PRESENCE FOR A CLASSICAL COLLABORATIVE ROBOTIC MANIPULATOR

ABSTRACT: In this work, the objective is to present artificial neural networks (ANNs) to solve the inverse kinematics of a 2 degrees-of-freedom (DOF) robotic manipulator. In addition, a decision tree was included to increase the safety of the arm in motion when an object appears in its trajectory, with two possible alternatives: adding a point that can deviate from the obstacle or stopping and waiting for the trajectory to be cleared, as in collaborative robots that work side by side with humans. The fifth-degree polynomial was used in trajectory planning, and the analysis led to the fifth-degree polynomial because it presented a plausible solution. According to the promising results obtained, the best method is ANN combined with a strategy, as it presented more robust results. This work ends with a conclusion and suggestions for future work.

KEYWORDS: Intelligent Computational Systems, Cognitive Robotics, Robotics. Agent Theory

INTRODUÇÃO

A robótica, uma área de estudo profundamente fascinante, tem se manifestado como uma força transformadora em diversos setores, dentre os quais se destacam a produção industrial, exploração espacial e o campo da medicina. Dentro deste universo expansivo, a pesquisa focada em manipuladores robóticos traz à tona temas de relevância ímpar, com destaque para o planejamento de trajetória – um processo meticuloso que estabelece o caminho ideal para um robô transitar de um ponto inicial até seu destino, conforme elucidado por SOU et al. (2006).

Um dos conceitos mais importantes na pesquisa de manipuladores robóticos é o planejamento de trajetória e o conceito da robótica colaborativa, de acordo com o trabalho (UNHELKAR; SHAH, 2015). mais recentemente, devido aos avanços na robótica, os limites para robôs na manufatura são sendo empurrados para introduzi-los na montagem final. O trabalho de KRÜGER, LIEN, VERL (2009) que inspirou esta investigação científica, fornece uma pesquisa abrangente sobre o uso de robôs em linhas de montagem.

A robótica colaborativa, também conhecida como robótica assistida ou robótica de segurança, é uma área da robótica que se concentra no desenvolvimento de robôs que podem trabalhar em conjunto com humanos de forma segura e eficiente (CORDEIRO, 2022).

Definição

A robótica colaborativa é definida pela *International Organization for Standardization* (ISO), ISO 10218-3:2016. Segurança de robôs - Parte 3: Robôs colaborativos. Genebra: *International Organization for Standardization*, 2016., como “a aplicação de robótica em que um robô e um operador humano trabalham em conjunto em um espaço comum, com o objetivo de realizar uma tarefa”. Algumas características relevantes (OLIVEIRA, 2022)

Os robôs colaborativos são projetados com características específicas para garantir a segurança do operador humano. Essas características incluem:

- Velocidade e força reduzidas para evitar colisões;
- Sensores para detectar a presença de humanos;
- Modos de operação que permitem ao operador assumir o controle do robô em caso de emergência.

Aplicações

Os robôs colaborativos são utilizados em uma ampla gama de aplicações, incluindo:

- Montagem e manufatura;
- Logística e transporte;
- Serviços de saúde;
- Agricultura e horticultura;
- Pesquisa e desenvolvimento.
- Benefícios

Além disso, os robôs colaborativos oferecem uma série de benefícios para as empresas, incluindo:

- Aumento da produtividade;
- Melhoria da segurança;
- Redução de custos;
- Flexibilidade de produção.

Entretanto, alguns problemas clássicos da robótica devem ser discutidos, como por exemplo, a cinemática é um método comum para analisar o movimento de um manipulador robótico. Existem dois tipos de cinemática: a cinemática direta, que determina a posição do final do braço robótico a partir da posição das juntas, e a cinemática inversa, que determina a posição das juntas a partir da posição do final do braço robótico.

A cinemática inversa, Mendonca e colaboradores (2020) é um problema desafiador, pois pode ter múltiplas soluções e as equações envolvidas são não lineares. Para resolver esse problema, são comumente utilizados métodos algébricos, geométricos e iterativos. No entanto, esses métodos podem ser inadequados para manipuladores com muitos graus de liberdade.



Figura 1– Exemplo de Robô Colaborativo (COBOT)

Uma alternativa para resolver a cinemática inversa é o uso de redes neurais artificiais (RNA). As RNA são capazes de aprender a partir de dados e podem ser adaptadas a diferentes sistemas.

Em algumas aplicações, é necessário que o manipulador robótico tenha precisão superior à permitida por um manipulador com o número mínimo de graus de liberdade. Nesses casos, são utilizados manipuladores redundantes, que têm mais graus de liberdade do que o necessário para realizar a tarefa.

Um exemplo de robô denominado colaborador, denominados de *CoBot*, uma notável inovação oriunda da renomada *Carnegie Mellon University*, representa um avanço significativo no campo da robótica autônoma, como mostra a figura 1.

O robô *Pepper*, desenvolvido pela *SoftBank Robotics*, que é capaz de reconhecer rostos, vozes e emoções humanas, conversar em vários idiomas e oferecer serviços personalizados.

Pepper é um robô semi-humanóide fabricado pela *SoftBank Robotics* (anteriormente *Aldebaran Robotics*), projetado com a capacidade de ler emoções. Foi apresentado em uma conferência em 5 de junho de 2014, e foi exibido nas lojas de telefonia móvel da SoftBank no Japão a partir do dia seguinte. A habilidade do *Pepper* de reconhecer emoções baseia-se na detecção e análise de expressões faciais e tons de voz.

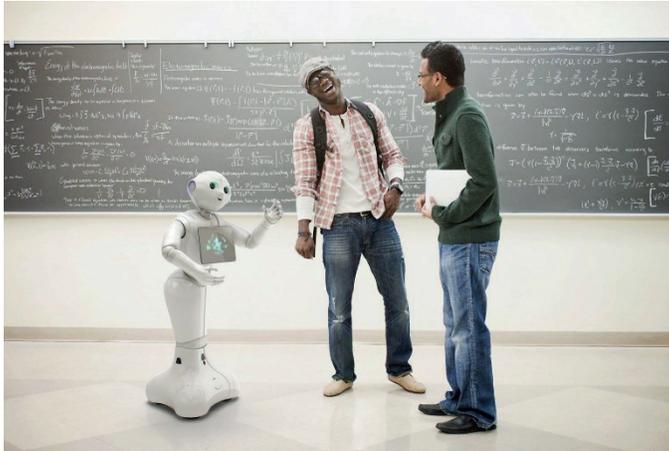


Figura 2– Robô Humanoide PEPPER

DESENVOLVIMENTO MUNDIAL: DA ROBÓTICA COLABORATIVA

A robótica colaborativa, frequentemente referida por “*cobots*”, refere-se a robôs projetados para trabalhar em conjunto com seres humanos em um ambiente compartilhado. Ao contrário dos robôs industriais tradicionais, que muitas vezes são isolados dos trabalhadores humanos por razões de segurança, os *cobots* são projetados para serem seguros e flexíveis, permitindo a colaboração direta entre máquinas e humanos. Desde o início da sua concepção, a área da robótica colaborativa tem presenciado avanços significativos, e aqui estão alguns pontos-chave sobre o seu desenvolvimento mundial:

Origens: Os primeiros *cobots* foram introduzidos na década de 1990 como uma forma de ajudar os humanos em tarefas de manufatura. Eles foram projetados para serem intrinsecamente seguros, usando sensores para detectar e responder à presença humana.

Tecnologia e Segurança: Com o avanço dos sensores e da inteligência artificial, os *cobots* tornaram-se mais sensíveis ao ambiente ao seu redor. Eles são equipados com características como limitação de força e parada de emergência para evitar ferimentos em humanos.

Aplicações Expandidas: Enquanto os *cobots* inicialmente encontraram aplicações na manufatura, eles agora são usados em uma variedade de indústrias, incluindo saúde, logística, agricultura e serviços.

Aceitação e Crescimento: Nos anos 2010, a adoção de *cobots* começou a crescer rapidamente à medida que as empresas reconheceram o valor de ter robôs trabalhando ao lado de humanos. O mercado global de *cobots* tem testemunhado um crescimento robusto, com previsões otimistas para o futuro.

Normas e Regulamentações: A segurança é uma grande preocupação na robótica colaborativa. Organizações internacionais, como a ISO, estabeleceram normas específicas (por exemplo, a ISO/TS 15066) para garantir a segurança dos *cobots*.

Avanços em Interfaces Humano-Robô: Para que os *cobots* sejam verdadeiramente colaborativos, as interfaces de usuário devem ser intuitivas. Há um foco contínuo no desenvolvimento de interfaces que facilitam a programação, treinamento e interação dos *cobots*.

Desafios Futuros: Ainda existem desafios para os *cobots*, incluindo melhorar a sua capacidade de aprender com os humanos, aprimorar a sua percepção do ambiente, e garantir que eles sejam economicamente viáveis para pequenas e médias empresas.

Impacto Socioeconômico: Como toda tecnologia disruptiva, os *cobots* têm o potencial de redefinir empregos e funções no ambiente de trabalho. Há discussões contínuas sobre como garantir que a introdução de *cobots* beneficie a sociedade como um todo.

Em suma, a robótica colaborativa representa uma interseção fascinante da tecnologia com a sociologia e a economia. À medida que os *cobots* continuam a evoluir e a se tornar mais integrados em diversos setores.

FUNDAMENTAÇÃO

Nesta seção são apresentados os conceitos de manipuladores robóticos, planejamento de trajetória e robótica colaborativa. Além disso, discutimos brevemente as técnicas de RNA usadas para a calibração do manipulador.

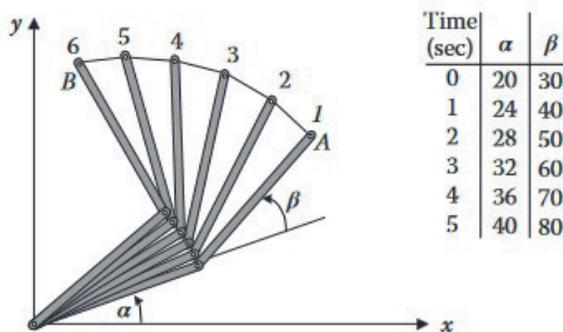


Figura. 2. Manipulador robótico com 2 GDL.

Na Figura 2 é mostrado um exemplo de manipulador robótico com 2 GDL; onde l_1 e l_2 são os comprimentos dos braços com as juntas, θ_1 e θ_2 os ângulos da primeira e da segunda articulações e P o ponto desejado. O manipulador apresentado na figura é semelhante ao modelado e utilizado nos experimentos dessa pesquisa.

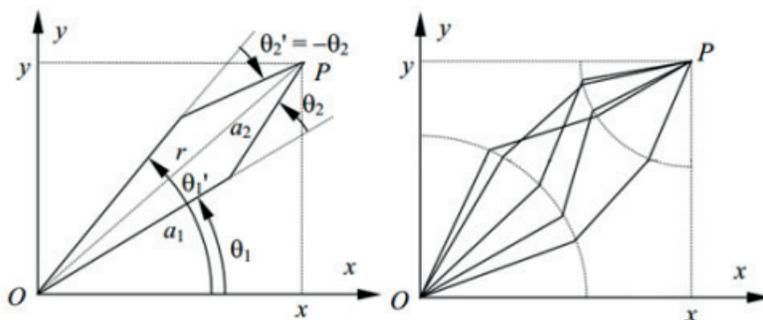


Figura 3. Ilustração do problema das múltiplas soluções.

Robôs precisam ter emergências previstas e programadas para responder adequadamente. A robótica é categorizada em programada e autônoma. Robôs como PUMA e Stanford possuem sistemas complexos, complicando a interação e controle com o ambiente (HU, 2018). Com o uso crescente de manipuladores em diversos setores, a adaptabilidade tornou-se crucial. A trajetória não deve ser apenas uma soma de ângulos, e a interação com ambientes variáveis requer controladores adaptáveis (ZHANG, WEI, 2017). Sistemas como ANFIS e RNAs são usados devido à dificuldade em projetar robôs para ambientes flexíveis e desconhecidos (SICILIANO, KHATIB, 2016). A cinemática inversa apresenta o desafio das múltiplas soluções, aumentando com o número de GDL. A calibração adequada é vital, como indicado em (KUO, ET AL, 2016). Múltiplas soluções podem surgir na definição da posição de um manipulador, levando a redundâncias, como visto na Figura 2 para manipuladores com 2 e 3 GDL (DALMEDICO, ET AL, 2018).

Na Figura 3, θ_1 e θ_2 representam os ângulos da primeira e segunda articulações, a_1 e a_2 são os comprimentos das juntas e P é a posição desejada para a extremidade livre.

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As RNAs foram inspiradas em células biológicas e são aproximadores universais de funções, que podem ser aplicadas em diferentes áreas por meio de dados históricos, como por exemplo em predições de consumo de água, em economia, entre outras (DA SILVA, ET AL, 2017). Na engenharia, se mostra uma ferramenta essencial para solucionar problemas complexos onde a solução analítica não é nada trivial (HAYKIN, 2009).

O poder computacional das RNAs se deve a uma estrutura massivamente distribuída e sua capacidade de aprender. Isso possibilita a solução de problemas complexos (HAYKIN, 2009). Não linearidade, mapeamento de entrada e saída, adaptabilidade, resposta evidencial, informações contextuais, tolerância a falhas, implementa ilidade VLSI (*Very-Large-Scale-Integration*) e uniformidade de análise e design são alguns dos recursos das RNAs (DA SILVA, ET AL, 2017). Nos parágrafos seguintes esses recursos são explorados.

O conceito de não linearidade se justifica para as RNAs por elas possuírem estruturas não lineares de neurônios artificiais distribuídos pela rede e por serem importantes devido à não linearidade dos sinais de entrada (HAYKIN, 2009). Outro importante recurso das RNAs é que elas apresentam mapeamento de entrada e saída. Os pesos sinápticos são alterados fazendo com que a rede seja treinada em um número determinado de tarefas de amostras colhidas aleatoriamente para diminuir a diferença entre a saída e a resposta desejada (DA SILVA, ET AL, 2017).

Uma RNA pode se tornar adaptável ao reagir a mudanças mínimas no ambiente de estudo, causando alterações nos pesos sinápticos. Uma maior adaptabilidade do sistema pode garantir um desempenho mais robusto em um ambiente não estacionário. No entanto, adaptabilidade e robustez podem não ser sempre proporcionais. As RNAs também apresentam resposta evidencial. Com isso são fornecidas das informações sobre a seleção de padrões e sua confiança com o objetivo de melhorar a classificação de desempenho e padrão (HAYKIN, 2009).

O conceito de informação contextual está relacionado a ativação e a estrutura de uma RNA. Isso porque o conhecimento que afeta todos os neurônios na rede é determinado por meio do processamento de informações. Quanto a tolerância a falhas, uma RNA se mostra capaz de computação robusta por condições adversas, mas de forma incontrolável fazendo com que o algoritmo tenha que ser cuidadosamente otimizado (HAYKIN, 2009).

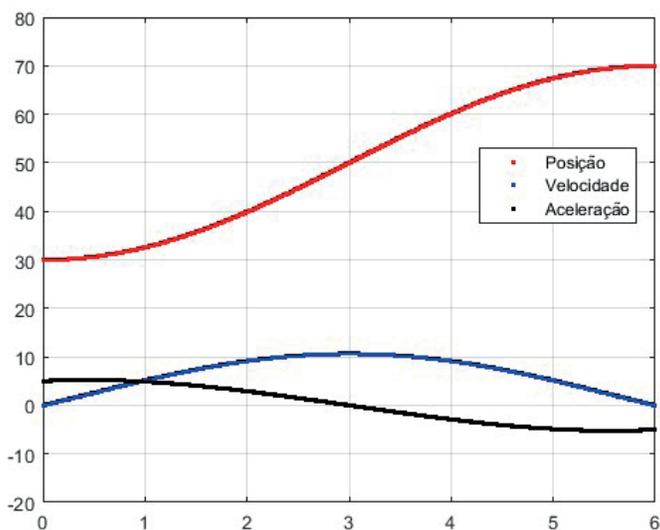


Figura 4. Variáveis no espaço angular de um planejamento sem obstáculo.

O recurso de da tecnologia VLSI expressa que é feito um cálculo paralelo pela rede possibilitando a solução de algumas tarefas complexas de comportamento. Para o conceito de uniformidade de análise e design é aplicada uma notação em todos os domínios de uma rede e ela se manifesta através de neurônios, compartilhamento de teorias e algoritmos por muitas aplicações e integração perfeita de módulos que constroem redes modulares (HAYKIN, 2009). Os resultados da solução da cinemática inversa podem ser conferidos no trabalho de Mendonça e colaboradores (MENDONÇA, et al, 2022). Uma possível solução usando método clássico para planejamento de trajetória é o do polinomio de quinta ordem (NIKU,2011)

Existem dois tipos distintos de obstáculos, dinâmicos e estáticos Mendonça e colaboradores (2019), na solução empregando RNA e o mesmo polinômio supracitada um obstáculo dinâmico usa uma estratégia de parada e depois a retomada do movimento.

Na Figura 4 um planejamento por meio de um polinômio de quinta ordem de uma junta rotacional robótica saindo de 30 graus até 70, além disso o polinômio alguns conceitos relevantes do planejamento são observados, como a mesma aceleração e dilaceração são simétricos e a velocidade aumenta suavemente e fica aproximadamente constante, velocidade de cruzeiro.

Já a Figura 5 mostra um obstáculo estático na posição 60 graus, desse modo a estratégia foi recalculada para passar pelo ponto 63 graus (no raio de alcance do braço).

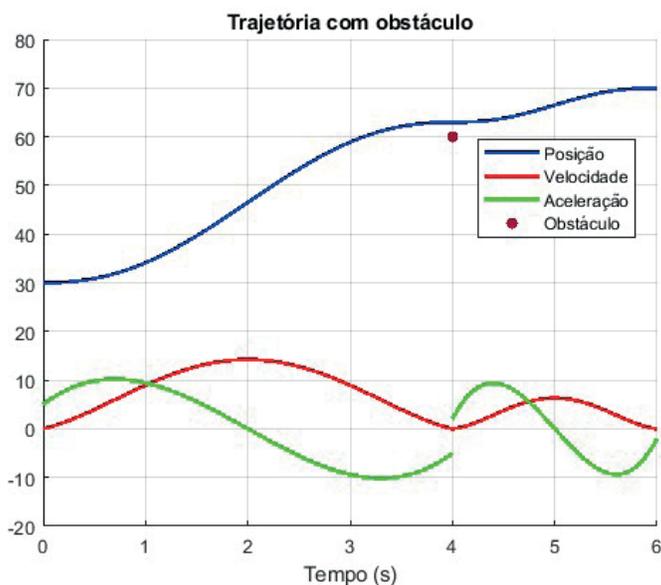


Figura 5. Variáveis no espaço angular de um planejamento com obstáculo

A aceleração teve uma descontinuidade no replanejamento da trajetória, entretanto um cuidado de não ser maior do o dobro da situação sem obstáculo para preservar a vida útil do atuador (SICILIANO, KHATIB, 2016).

CONCLUSÃO

Os resultados para desvio de obstáculo estático foram promissores.

De um modo geral: a robótica colaborativa emerge como uma das revoluções mais significativas no campo da automação industrial. Estes robôs, projetados para interagir e trabalhar lado a lado com humanos de forma segura, estão transformando o paradigma tradicional de produção. Eles não só otimizam a eficiência da produção, mas também oferecem flexibilidade na produção, respondendo à demanda por customização em massa. Além disso, a robótica colaborativa democratiza o acesso à automação para pequenas e médias empresas, uma vez que são mais acessíveis e fáceis de programar em comparação com os robôs industriais tradicionais.

Outro aspecto crucial da robótica colaborativa é sua capacidade de se adaptar e aprender. Por meio de avançados algoritmos e técnicas de inteligência artificial, esses robôs podem melhorar continuamente suas funções, tornando-se ferramentas indispensáveis para a manufatura do futuro.

Futuros Trabalhos: Estudo de Interface Humano-Robô: Uma investigação profunda sobre como os robôs colaborativos podem melhor interagir com os humanos, considerando aspectos ergonômicos, psicológicos e de segurança.

Integração com IoT (Internet das Coisas): Avaliar como a robótica colaborativa pode se beneficiar da crescente rede de dispositivos conectados, coletando dados em tempo real para otimizar a produção.

Técnicas Avançadas de Aprendizado: Explorar como os avanços recentes em aprendizado profundo e aprendizado por reforço podem ser aplicados para melhorar a adaptabilidade e eficiência dos robôs colaborativos.

REFERÊNCIAS

CORDEIRO, J. S. (2022). Robôs colaborativos podem até ser utilizados no âmbito do metaverso. *Jornal da USP*.

DA SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A.; LIBONI, L. H. B.; ALVEZ, S. F. R. *Redes neurais artificiais: um curso prático*. 1. ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.

DALMEDICO, J. F.; MENDONÇA, M.; DE SOUZA, L. B.; DE BARROS, R. V. P.; CHRUN, I. R. *Redes neurais artificiais aplicadas na solução do problema de cinemática inversa de um braço manipulador 3D*. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS, 2018. p. 1-6. DOI: 0.1109/IJCNN.2018.8489532.

HAYKIN, S. S. *Redes neurais e máquinas de aprendizagem*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

HU, J.; XIONG, R. Estimation of contact force for robot manipulator using semiparametric model and disturbance Kalman filter. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 65, n. 4, p. 3365-3375, 2018. DOI: 10.1109/TIE.2017.2748056.

ISO 10218-3:2016 - *Segurança de robôs - Parte 3: Robôs colaborativos*. International Organization for Standardization, Genebra, Suíça, 2016.

KRÜGER, J.; LIEN, T. K.; VERL, A. Cooperation of human and machines in assembly lines. *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, v. 58, n. 2, p. 628-646, 2009. doi: 10.1016/j.cirp.2009.09.009.

KUO, P. H.; LIU, G. H.; HO, Y. F.; LI, T. H. S. PSO and neural network based intelligent posture calibration method for robot arm. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, SMC, 2016, Anais IEEE, 2017*. p. 3095-3100. DOI: 10.1109/SMC.2016.7844711.

MENDONÇA, M.; KONDO, H. S.; DE SOUZA, L. BOTONI; PALÁCIOS, R. H. C.; DE ALMEIDA, J. Paulo Lima Silva. Semi-Unknown Environments Exploration Inspired by Swarm Robotics using Fuzzy Cognitive Maps. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUZZY SYSTEMS (FUZZ-IEEE), 2019, New Orleans, LA, USA. Anais [...]. New Orleans, LA, USA: IEEE, 2019*. p. 1-8. DOI: 10.1109/FUZZ-IEEE.2019.8858847.

MENDONÇA, M.; PALÁCIOS, R. H. C.; BREGANON, R.; BOTONI DE SOUZA, L.; RODRIGUES CINTRA MOURA, L. Analysis of the Inverse Kinematics and Trajectory Planning Applied in a Classic Collaborative Industrial Robotic Manipulator. *IEEE Latin America Transactions*, v. 20, n. 3, p. 363-371, mar. 2022. DOI: 10.1109/TLA.2022.9667133.

NIKU, S. B. *Introdução à robótica: análise, controle, aplicações*. 2. ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011. v. 53, n. 9.

OLIVEIRA, D. M., & Santos, S. A. (2022). *Robótica colaborativa: Uma revisão bibliográfica*. *Revista Eletrônica de Engenharia e Tecnologia (REET)*, 10(1), 1-13.

SICILIANO, B.; KHATIB, O. (Eds.). *Springer Handbook of Robotics*. 2. ed. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016.

SOU, A., HOU, Z., FU, S., & TAN, M. Neural networks for mobile robot navigation: A survey. In *Advances in Neural Networks - ISNN 2006, vol. II, pp. 1218-1226*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. doi: 10.1007/11760023_177.

SOUZA, F. B., & Giardini, G. J. (2018). *Um estudo sobre o impacto da robótica colaborativa na produtividade em tarefas manuais*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de São Paulo, São Paulo.

UNHELKAR, V. V.; SHAH, J. A. Challenges in developing a collaborative robotic assistant for automotive assembly lines. In: *ACM/IEEE Int. Conf. Human-Robot Interact. vol. 02-05-Marc, pp. 239-240*. 2015. doi: 10.1145/2701973.2702705.

ZHANG, D.; WEI, B. (Eds.). *Controle adaptativo para manipuladores robóticos*. 1. ed. Oshawa, ON: CRC Press, 2017.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ATIVIDADES DO PROJETO INTEGRADOR

Data de aceite: 01/12/2023

Natalia de Souza Simionato

Estudante do 4º ano do curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê

Sara Juliane Cotrim Candido

Estudante do 4º ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê

Vinicius Sanches de Sousa Ramos

Estudante do 4º ano do curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê

Gabriel Augusto Cação Quinato

Docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê e Orientador do presente projeto

Luis Henrique Pupo Maron

Docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê e Orientador do presente projeto

RESUMO: O Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador (SISGAPI) tem por objetivo auxiliar os docentes que

ministram o componente curricular de Projeto Integrador (PI), do Instituto Federal do Paraná - IFPR - Campus Avançado Goioerê. Pensado como um sistema de gerenciamento, aportará o contato entre docentes e estudantes, buscando sua intensificação. O presente trabalho fundamenta-se em base científica e técnica e se constitui a partir da pesquisa bibliográfica e qualitativa. Metodologicamente os estudos se voltam para o levantamento e a coleta de documentos que fundamentam o conceito de Projeto Integrador, bem como sobre as melhores ferramentas para a construção do produto tecnológico. Espera-se, com esse trabalho, desenvolver um *software web* que atenda as necessidades do docente, inovando sua maneira de gerenciar os projetos.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Gerencial. *Software Web*. TCC.

INTEGRATOR PROJECT ACTIVITY MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRACT: The Integrator Project Activity Management System (IPAMS) aims to assist teachers who lecture on the curricular component of Integrator Project (IP) of the Federal Institute of Paraná - IFPR -

Goioerê Advanced Campus. Thought of as a management system, it will provide contact between teachers and students, searching for its intensification. The present work is based on scientific and technical basis and it is constituted from bibliographic and qualitative research. Methodologically, the studies turn to the survey and collection of documents that substantiate the concept of Integrator Project, as well as on the best appliances for the construction of the technological tool. It is expected, therefore, to develop a web software that meets the needs of the teacher, innovating their way of managing the projects.

KEYWORDS: Management.System. Web Software. Final paper.

INTRODUÇÃO

O Instituto Federal do Paraná - IFPR - Campus Avançado Goioerê, busca oferecer uma educação pública, gratuita, de qualidade e socialmente referenciada por meio da oferta de, nesse momento, dois Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, sendo eles: Informática e Produção de Moda. Esses cursos têm duração de 4 anos e, para sua conclusão, o estudante deve apresentar um Trabalho de Conclusão de Curso, que é orientado através do componente curricular denominado Projeto Integrador (PI), previsto no Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Informática (PPC) (IFPR, 2014), do Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Produção de Moda (PPC) (IFPR, 2016), e é regulamentado com o objetivo de integralizar interdisciplinarmente os demais componentes curriculares desenvolvidos ou em desenvolvimento durante os cursos.

Observando a forma como é trabalhado o gerenciamento e organização do PI com as turmas do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio foi constatado que até o presente momento, não há uma ferramenta específica que auxilie no gerenciamento dos trabalhos dos docentes que ministram o referido componente curricular além de planilhas eletrônicas para tais objetivos.

Diante desta situação, o presente projeto nasce buscando colaborar com o desenvolvimento e acompanhamento dos trabalhos de conclusão de curso deste campus por meio de um sistema *web*, além de se caracterizar como uma ferramenta de gerenciamento do componente curricular PI¹.

Com isso, levantou-se o seguinte problema: É possível desenvolver um sistema que auxilie no gerenciamento da condução do componente curricular PI?

Nesse sentido, propõe-se a elaboração de um sistema que atenda a essa situação. O SIGAPI (Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador) tem como objetivos específicos gerenciar e dar auxílio aos docentes e estudantes, a respeito dos

1 A pesquisa que fundamenta o Projeto Integrador, dado à temática e à metodologia de desenvolvimento da tecnologia inerente à programação e relações com o usuário não carece de registro no Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Paraná. Conforme a Resolução n.º. 41, de 15 de dezembro de 2020 do Conselho Superior do Instituto Federal do Paraná (CONSUP), a qual Aprova o Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) do IFPR (<https://drive.google.com/file/d/1rka3KAn11ZeodLI9uiM-dy4Q10Vh7ahn/view> - Acesso em 10 de junho de 2022) e a Resolução N.º. 510, de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde (<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf> - Acesso em 10 de junho de 2022), em seu Artigo Primeiro, dispensa o registro e a avaliação de formulário de coleta de dados no CEP-IFPR.

trabalhos a serem desenvolvidos e entregues durante a realização do PI, e organizar bancas de qualificação e defesa, que são etapas necessárias e obrigatórias para avaliação dos trabalhos. Além disso, o *software* também permitirá o acesso de estudantes, orientadores e administradores do componente curricular PI, buscando possibilitar a integração de estudantes com o(s) docente(s) responsável(eis) pelo componente.

Por meio da problemática apresentada pelo docente do PI do curso Técnico em Informática, desenvolveu-se um *software web* planejado por meio de uma prototipagem, das linguagens de programação *Java* e *JavaScript*, com integração das ferramentas HTML5 (*HyperText Markup Language*), CSS3 (*Cascading Style Sheet*) e o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) e da ferramenta auxiliar *Bootstrap*. A partir disso, buscou-se orientação técnica e educacional com foco em gerenciamento de projetos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico será apresentado uma breve descrição do componente curricular de PI, como é ministrado, a importância e o objetivo do *software* no gerenciamento das atividades.

SOBRE O PROJETO INTEGRADOR

O PI é um componente curricular presente na ementa do quarto ano do Curso Técnico em Informática, assim como do Curso Técnico em Produção de Moda. Seu objetivo é integralizar os conhecimentos técnicos, obtidos durante a realização do curso, com outros componentes curriculares do Núcleo Comum, vistos como os responsáveis pelo desenvolvimento do conhecimento científico, nas áreas de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, Linguagens, Códigos e Suas Tecnologias e Matemática e Suas Tecnologias.

O fundamento que baseia o PI está direcionado na perspectiva de uma formação humana integral que orienta a pedagogia dos Institutos Federais (IFs). Segundo Pacheco (2015), entende-se por formação humana integral uma ação educativa que visa superar a divisão entre formação intelectual e habilidades produtivas. Para o educador,

Trata-se de superar a divisão do ser humano entre o que pensa e aquele que trabalha, produzida pela divisão social do trabalho, presente na formação voltada ao “treinamento” para a execução de determinadas tarefas. Antes de formar o profissional, trata-se de formar o cidadão, capaz de compreender o processo produtivo e seu papel dentro dele, incluindo as relações sociais estabelecidas a partir daí. Essas relações ocorrem dentro de um determinado processo histórico onde o trabalho em busca da satisfação das necessidades materiais e subjetivas possibilita ao ser humano construir novos conhecimentos (PACHECO, 2015, p. 19).

A formação humana integral se torna possível na medida em que se constitui um vínculo entre a educação básica e a educação técnico-profissional em um processo de integração. Em artigo de 2007, o professor Frigotto chama a atenção para essa ideia:

Para o estabelecimento de um vínculo mais orgânico entre a universalização da educação básica e a formação técnico-profissional, implica resgatar a educação básica (fundamental e média) pública, gratuita, laica e universal na sua concepção unitária e politécnica, ou tecnológica. Portanto, uma educação não-dualista, que articule cultura, conhecimento, tecnologia e trabalho como direito de todos e condição da cidadania e democracia efetivas (FRIGOTTO, 2007, p. 1144).

O desafio da implementação da formação humana integral, enquanto universalização da educação básica (fundamental e média) e formação profissional se faz presente também na elaboração do Projeto Pedagógico de Cursos (PPC). É nele que sobressai o desafio de superação da divisão entre o homem que produz e o homem que pensa, segundo o que consta no PPC de informática, o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, pode ser realizado por:

habilidades relativas ao trabalho individual ou em equipe; Relatórios técnicos de sistemas computacionais; Integração, por meio do desenvolvimento de projetos e estudos de caso dos conhecimentos desenvolvidos nos componentes curriculares (IFPR, 2014, np).

Entretanto, o que difere o Projeto Integrador dos cursos em execução no Campus Avançado Goioerê é que no PPC do Curso Técnico em Produção de Moda Integrado ao Ensino Médio os conhecimentos técnicos obtidos podem ser encarados sem a integralização com os demais componentes curriculares da Base Comum, conforme pode ser lido no Regulamento²:

Art. 3º - O PI tem por objetivo integrar as áreas específicas do curso Técnico em Produção de Moda Integrado ao Ensino Médio ofertado pelo Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê com a prática organizacional, acadêmica, pedagógica e científica, promovendo a capacidade pessoal de articular, mobilizar e colocar em ação conhecimentos, atitudes, habilidades e valores necessários para os conhecimentos teóricos e práticos requeridos pela natureza específica do curso (IFPR, 2020, np).

Ao chamar atenção para os conhecimentos “requeridos pela natureza específica do curso” o Projeto Integrador exige uma caracterização específica que também carece de um gerenciamento do processo documental de sua realização.

Ademais, os objetivos da gestão do PI não estão associados ao mercado capitalista que, como diz Emir Sader, onde tudo está voltado para o lucro. O esforço para com os que ministram o componente curricular é mostrar que a partir dos conhecimentos obtidos pode-se fazer ciência, apresentando uma proposta de intervenção capaz de transformar os discentes em cidadãos que não façam parte de uma máquina capitalista, onde há uma alienação para um lucro onde as pessoas são peças (SADER, 2008).

² IFPR. Regulamento do projeto integrador: Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Goioerê: IFPR, 2020. IFPR e; Regulamento do projeto integrador: Técnico em Produção de Moda Integrado ao Ensino Médio. Goioerê: IFPR, 2020.

SISTEMAS GERENCIAIS

Antes da tecnologia evoluir, as administrações eram manualmente organizadas exclusivamente pelo homem (BODOT; AGNER, 2013, p. 01). Porém, com a crescente demanda de administração, adotou-se o uso de um SIG (Sistemas de Informação Gerenciais) que, segundo Jacobsen (2014), compreendem-se como o processamento de agrupação de dados que posteriormente serão manipulados para a gestão com determinada função, com o intuito de inovar a maneira de auxiliar a gestão de atividades.

Logo, neste artigo, será apresentada a importância do *software* com caráter gerenciador nas atividades do PI, que atualmente é feita, prioritariamente, por meio de planilhas eletrônicas. Essa utilização, apesar de atender a uma necessidade urgente, resulta em algumas dificuldades, tais quais a produção de uma grande quantidade de documentos, que podem acabar se perdendo dentro dos processos relacionados ao PI, além de uma inexistência de padronização entre esses documentos, que pode acarretar em problemas ao desenvolvimento do componente curricular quando, por exemplo, existir uma troca do docente que conduzirá o componente. Ademais, o *software* proporcionará um aumento no contato entre estudante e o docente responsável pelo componente.

Entretanto, o objetivo do *software* não é ser um sistema complexo, mas sim uma ferramenta que torna o processo de gerenciamento mais dinâmico. Ademais, o gerenciamento não está vinculado diretamente ao desenvolvimento do software, mas faz parte das estratégias para alcançar os resultados e estão paralelamente juntas na execução do projeto. Com isso, o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais faz parte desse processo, no qual o gerente manipula essas informações observando o que é relevante para ele. O que é fundamental para o desenvolvimento do projeto é o que é nomeado como Plano de Projeto, que deve ser usado para acompanhar e controlar o andamento do projeto (HIRAMA, 2012).

METODOLOGIA

A utilização da metodologia qualitativa fez-se necessária, uma vez que a natureza do presente trabalho apresenta-se como uma Pesquisa Aplicada, a qual, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), possui o objetivo de produzir conhecimento com o propósito de solucionar um problema específico e, conseqüentemente, efetivar a aplicação prática da pesquisa.

Além disso, é importante frisar que é de conhecimento na instituição, que os docentes do componente curricular PI apresentam a necessidade de que seja desenvolvida uma ferramenta para auxílio do gerenciamento das atividades. Diante disso, optou-se pelo uso do método qualitativo, utilizando-se de observações realizadas a fim de levantar as principais dificuldades enfrentadas pelos docentes que lecionam o PI. Foram notados obstáculos no que tange à comunicação entre docente e estudante, a organização das

atividades e a administração dos projetos que, até o presente momento, são realizados por meio de planilhas eletrônicas.

Diante do exposto, compreende-se que, de acordo com Magalhães Júnior e Batista (2021), o uso da metodologia qualitativa como sendo o método que se utiliza para coleta de dados, dentre outras formas investigativas, a convivência e observação do fenômeno tal qual o pesquisador está inserido:

[...] o uso das abordagens qualitativas que, dentre outras particularidades, exigem do pesquisador tempo de convivência e imersão no ambiente a ser analisado e usam de forma exaustiva as faculdades humanas da escuta e da observação. (MAGALHÃES JÚNIOR; BATISTA, 2021, p. 18)

Quanto aos procedimentos técnicos adotados, definiu-se que o estudo se trata de uma pesquisa-ação que, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), define-se como uma metodologia baseada na resolução de um problema, a qual inclui, de modo cooperativo, os participantes representativos da questão em análise.

Por conseguinte, com o intuito de expor demais requisitos que o desenvolvimento do sistema deverá conter, optou-se pela realização de uma reunião com os docentes responsáveis pelo componente curricular PI de ambos os cursos oferecidos pelo campus. Ademais, foi levantado, na mesma ocasião, que a cada ano letivo são criadas novas tabelas eletrônicas para gerenciar os projetos da turma, causando uma desorganização dos dados.

Método Evolutivo

Para o desenvolvimento dos processos do sistema, optou-se pela utilização do método evolutivo, também conhecido como espiral (HIRAMA, 2012). Conforme apresentado na Figura 1, o método apresenta-se com seis principais regiões que evoluem a partir de “Comunicação do Cliente” até “Avaliação do Cliente”, em sentido horário. Inicia-se a construção do processo com a comunicação do cliente, que é o responsável pela utilização do software, com vistas a evoluir para os próximos níveis. A partir dessa comunicação, na etapa do Planejamento, idealiza-se o projeto por meio de um grupo de requisitos que, em seguida, em Análise de Risco, são examinados em busca de possíveis riscos técnicos ou gerenciais que necessitam ser observados antes da continuação do processo. Após isso, no nível da Engenharia, planeja-se de que forma será construído o software, como por exemplo, quais linguagens de programação serão usadas. Posteriormente, em Construção e Entrega, o software é desenvolvido a partir da perspectiva dos passos anteriores do método e entrega-se o mesmo para o cliente, que por fim, em Avaliação do Cliente, qualificará o produto entregue. Desta forma, possibilita-se mudança ou incrementação dos requisitos iniciais e, conseqüentemente, reduz-se os riscos (HIRAMA, 2012),

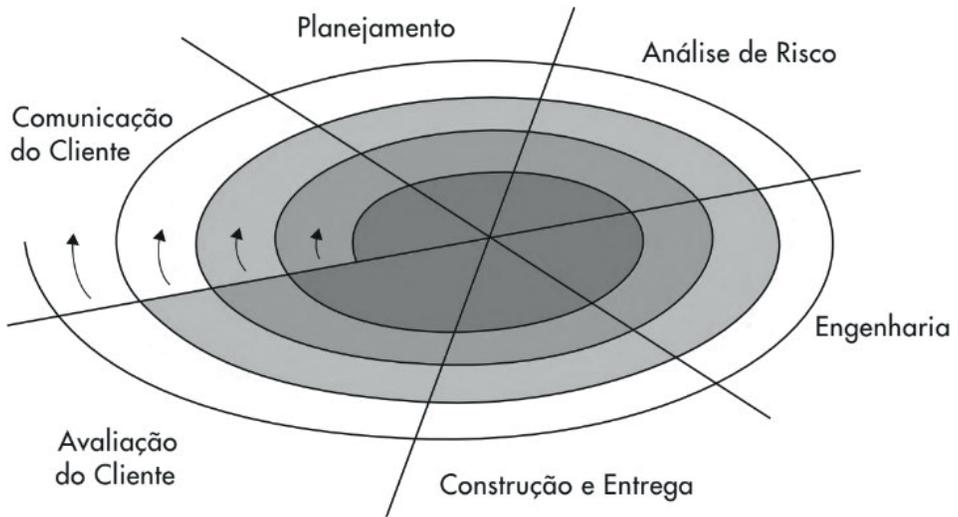


Figura 1 - Método Evolutivo

Fonte: Hirama, 2012, p.32.

Materiais e Ferramentas

O desenvolvimento inicia-se a partir da prototipação do sistema para obter seus requisitos necessários. Desta forma, quanto a programação nota-se que um *software web* constitui-se de duas principais camadas: a do cliente e a do servidor. A comunicação do envio de requisições pelo cliente e da devolução de uma resposta pelo servidor ocorre por meio de um protocolo, geralmente, o HTTP (GONÇALVES, 2007), o mesmo que será utilizado no desenvolvimento deste sistema. Além disso, o emprego do modelo *Model-View-Controller* (MVC) é preferível para a organização de arquivos e boas práticas de programação,

[..] o modelo MVC é uma forma de desenvolvimento que ajuda na manutenção do sistema, um padrão muito aceito no desenvolvimento de aplicações Java, principalmente no de aplicações escritas para a Web. (GONÇALVES, 2007, p.386)

dividindo entre as seguintes partes:

- A *Model* apresenta as classes e a aplicação das regras de negócio;
- Na *View* ocorre a implementação das telas e formato que ficará visível para o usuário;
- E a *Controller* faz a ponte entre a *view* e a *model*.

Apesar da presença de divisões para melhor estruturação do código, todos eles são conectados, logo a comunicação das *views* são por meio da *controller* (*servlet*) que por sua vez é responsável pela tomada de decisões de qual tela será exibida ao usuário, passando

depois pela divisão *model* que, enfim, conecta-se ao banco de dados.

Porém, anteriormente à execução do sistema, é necessário a prototipação, que atua como requisitos funcionais:

Os requisitos funcionais de um sistema descrevem o que ele deve fazer. Eles dependem do tipo de software a ser desenvolvido, de quem são seus possíveis usuários e da abordagem geral adotada pela organização ao escrever os requisitos. (SOMMERVILLE, 2011, p.59).

Com isso, a execução dos requisitos funcionais contribuem para maior facilidade durante o desenvolvimento de um *software*.

Prototipação

A prototipação é um método de projetar seu sistema e conhecer melhor seus erros, os tornando mais visíveis e mais notáveis suas soluções (SOMMERVILLE, 2011). Isso dialoga com a questão do modelo evolutivo, apresentado por Hiram (2012), no qual explica a diferença que a busca dos requisitos, antes do desenvolvimento, proporciona uma melhor forma de fluir a partir da fundamentação dos levantamentos. Sendo assim, para a realização da prototipação do SISGAPI, o uso da ferramenta *Balsamiq Wireframe*, que proporciona os utensílios necessários para desenvolver uma prototipação de baixo nível, possibilita o desenvolvimento (Anexo I) dos requisitos necessários, promovendo facilidade e bom desempenho durante este processo.

Front-end

O *front-end* de um sistema consiste na parte de estruturação externa que facilita a experiência do cliente e sua manipulação na interface. Em um *software web* as ferramentas que auxiliam nessa estrutura são:

- HTML é uma linguagem de construção de site (W3C, 2016) utiliza-se “*tags*” com determinada função para dar aparência ao site, como por exemplo, dar nome a uma página.
- CSS é uma linguagem de estilo utilizada para “apresentação de páginas da *Web*, incluindo cores, *layout* e fontes”. (W3C, 2016)
- *JavaScript* (JS) é uma linguagem de programação para *web* que pode ser utilizada para tornar o site mais dinâmico, tanto na parte visual quanto no servidor. (W3C, 2016)
- *Bootstrap* é uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento do estilo CSS. O instrumento funciona por meio de um banco de dados onde códigos podem ser obtidos através de *download* gratuito.

Back-end

Por conseguinte ao desenvolvimento da prototipação e *Front-end* do *software*, foi necessária a construção do *Back-end*, o qual corresponde a parte interna do sistema e necessitará de uma linguagem de programação para posterior estruturação.

A linguagem Java, em conjunto com a ferramenta Java EE (*Java Platform Enterprise Edition*), criada pela Sun Microsystems foi escolhida pois oferece uma alta segurança dos dados, sendo “[...] utilizada por grandes empresas que desejam trafegar uma grande quantidade de dados e necessita de estabilidade e portabilidade [...]”, além de permitir o trabalho com *softwares web* produzidos na *World Wide Web* (GONÇALVES, 2007, p.07).

Além disso, inclui-se a utilização do Java EE para que seja possível a criação de contêineres denominados *servlets*, as quais, para Gonçalves (2007) são classes Java capazes de tratar as requisições vindas da parte cliente do sistema e JSPs (*JavaServer Pages*), cujos serão executados pelo servidor e, por meio da divisão *model* serão ligados ao banco de dados MySQL por intermédio da ferramenta JDBC (*Java Database Connectivity*).

[...] sendo um dos sistemas de gerenciamento de bancos de dados mais usados do mundo, sua velocidade e capacidade de ser multiplataforma só poderiam chamar a atenção de quem desenvolve em Java. (GONÇALVES, 2007, p. 206)

Segundo Gonçalves (2007), as JSPs compreendem-se também como *servlets*, entretanto não tratam requisições, apenas devolvem uma resposta e, quando executada, entregam um código HTML.

RESULTADOS

A busca de requisitos encontrou-se a partir da prototipação das telas, como dito anteriormente. Com isso, como continuidade do trabalho de prototipação, chegou-se às telas apresentadas a seguir.

Segundo a Figura 2, o administrador tem acesso ao cronograma específico do grupo escolhido. Ademais, há outras telas, relacionadas à esta, que capacitam o estudante a preencher os dados que serão acessados.

Cronograma do Projeto SISGAPI

Atividade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
reunião com orientadores	2022-01-05											
planejamento das atividades		2022-02-10										
fichamentos de artigos			2022-03-15									
prototipação do sistema				2022-04-12								
finalização do artigo					2022-05-23							

Copyright SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados

Figura 2 - Tela de Cronograma do Grupo

Fonte: Autoria Própria.

Conforme a Figura 3, a tela oferece o acesso ao docente que ministra o componente curricular (o administrador) aos grupos e seus respectivos projetos, possibilitando o acesso ao cronograma dos mesmos.

SISGAPI

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto

[Acessar Projeto](#)

SISGAPI

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto

[Acessar Projeto](#)

PROJETO-TCC

Sistema de Fazer Projetos

[Acessar Projeto](#)

Projeto

Um belo projeto

[Acessar Projeto](#)

Copyright SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados

Figura 3 - Tela de Grupos

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 4 mostra a disponibilização do acesso de qualquer usuário, que busca pelo SISGAPI as informações sobre a banca cadastrada pelo administrador, sendo essa de qualificação ou de defesa.

Bancas

Projeto	Local	Data	Tipo
SISGAPI	lab 8	2022-12-10	Qualificação
PROJETO-TCC	lab 8	2022-12-11	Defesa

Copyright SISGAPI © 2022. Todos os direitos reservados.

Figura 4 - Tela Acessar Banca

Fonte: Autoria Própria.

O projeto não aborda meios para vínculo com os discentes que optarem por estágio como projeto do PI, pois o objetivo é oferecer maior contato entre docente e estudante por conta da constante necessidade de avaliação com os que optam por escrita científica e desenvolvimento que envolve programação.

Diante disso, cabe salientar que o *software* possui outras funcionalidades, presentes no documento de requisitos, que permitem o acesso às telas apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4 citadas anteriormente. Entre essas funções encontram-se cadastro de usuário, cadastro de grupos, cadastro de bancas, acesso dos docentes aos projetos em andamento, agendamento de cronograma, *upload* e *download* do projeto do estudante, entre outras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista do que foi exposto, o sistema desenvolveu-se a partir do documento de requisitos (Anexo I) auxiliando no gerenciamento de atividades do PI e de bancas, aumentando o contato entre estudante e docente responsável pelo componente curricular. Entretanto, devido ao curto período disponível para o desenvolvimento do *software*, o projeto não atendeu a algumas funcionalidades previstas no Anexo I, como as que se referem a tela de atividades, anexos, apoio ao projeto, *download* de declarações de banca e a ação de adicionar conceito das bancas aos grupos.

Entretanto, o SISGAPI ficará disponível à continuidade de desenvolvimento a fim de atender as necessidades encontradas no processo de gerenciamento do PI.

REFERÊNCIAS

BODOT, Jean Wilderson; AGNER, Willian Ricardo Fialka. **Desenvolvimento**

WEB de Sistema de Movimentação Financeira Para Empresas de Pequeno Porte. 2013. 28 v. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Faculdade Guairacá 2013, Guarapuava, 2013. 28 p.

BOOTSTRAP. 2010. Disponível em: <<https://getbootstrap.com.br/>>. Acesso em: 24 outubro de 2022.

CEP/CONEP. **Resolução N. 510, de 7 de abril de 2016:** dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Conselho Nacional de Saúde. Conep: Brasília, 2016. Publicada no DOU nº 98, terça-feira, 24 de maio de 2016 - seção 1, páginas 44, 45, 46. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso em: 09 junho de 2022.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica.** Educação & Sociedade, Campinas: SP, v. 28, n. 100, p. 1129-1152, 2007.

GONÇALVES, Edson. **Desenvolvendo aplicações web com JSP,**

SERVLETS, JAVASERVER FACES, HIBERNATE, EJB 3 PERSISTENCE E

AJAX. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007. 776 p.

HIRAMA, Kechi. **Engenharia de Software: Qualidade e Produtividade com Tecnologia.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 210 p.

IFPR. **Projeto Pedagógico do Curso:** Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Goioerê, IFPR, 2014. Disponível em: <<https://goioere.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2017/05/PPC-inform%C3%A1tica-integrado-2016.pdf>>. Acesso em: 07 junho de 2022.

IFPR. **Projeto Pedagógico do Curso:** Técnico em Produção de Moda Integrado ao Ensino Médio. Goioerê, IFPR, 2016. Disponível em: <<https://goioere.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2017/05/PPC-T%C3%89CNICO-EM-PRODU%C3%87%C3%83O-DE-MODA-REVISADO-Piveta-Final.pdf>>. Acesso em: 07 junho de 2022.

IFPR. **Regulamento do Projeto Integrador:** Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Goioerê, IFPR, 2020.

IFPR. **Regulamento do Projeto Integrador:** Técnico em Produção de Moda Integrado ao Ensino Médio. Goioerê, IFPR, 2020.

IFPR. **Resolução Nº. 41, de 15 de dezembro de 2020:** aprova o regimento interno do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP). CONSUP: Curitiba, 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1rka3KAn11ZeodLI9uiM-dy4Q10Vh7ahn/view>>. Acesso em: 09 junho de 2022.

JACOBSEN, Alessandra de Linhares. **Sistema de Informação.** 3. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2014. 158 p.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático.** Itabuna, Bahia: Litterarum, 2010. 88 p.

MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci. **Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências**. Maringá, Paraná: Massoni, 2021. 408 p.

PACHECO, Eliezer. **Fundamentos político-pedagógicos dos institutos federais: diretrizes para uma educação profissional e tecnológica transformadora**. Natal : IFRN, 2015. 67 p. Disponível em: <<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1018/Fundamentos%20Político-Pedagógico%20dos%20Institutos%20Federais%20-%20Ebook.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 junho de 2022.

SADER, Emir. Prefácio In **A educação para além do capital**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008. 125 p. Disponível em: <<https://www.gepec.ufscar.br/publicacoes/livros-e-colecoes/livros-diversos/a-ed-ucacao-para-alem-do-capital-istvan-meszaros.pdf>>. Acesso em: 16 junho de 2022.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 529 p.

W3C. **APIs da Web Javascript**. 2016. Disponível em: <<https://www.w3.org/standards/webdesign/script.html>>. Acesso em: 17 junho de 2022.

W3C. **HTML e CSS**. 2016. Disponível em: <<https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>>. Acesso em: 17 junho de 2022.

ANEXO I

Especificação dos Requisitos do SIGAPI

Versão <1.0>

<Natalia de Souza Simionato> <20193035491>
<Sara Juliane Cotrim Candido> <20193034500>
<Vinicius Sanches de Sousa Ramos > <20193034743>

Professores: <Gabriel Augusto Cação Quinato (2278946)>
<Luís Henrique Pupo Maron (2316733)>

1. Introdução	21
1.1 Objetivo do Documento	21
1.2 Escopo do Produto	21
1.3 Público Alvo	21
2. Visão Geral	21
2.1 Perspectiva do Produto	21
2.1 Funcionalidade do Produto	22
3. Interface e requisitos	22
3.1 Requisitos e Protótipo de telas	22
3.1.1 RF 01 - Tela Login	22
3.1.2 RF 02 - Tela Acessar Banca	23
3.1.3 RF 03 - Tela Entrar	24
3.1.4 RF 04 - Tela Início Autenticada	25
3.1.5 RF 05 - Tela Cadastrar	26
3.1.6 RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)	27
3.1.7 RF 07 - Tela Projetos (sem projeto cadastrado)	28
3.1.8 RF 08 - Tela Projetos (com projeto cadastrado)	29
3.1.9 RF 09 - Tela Adicionar Projeto	29
3.1.10 RF 10 - Tela Atividades	31
3.1.11 RF 11 - Tela Anexos	32
3.1.12 RF 12 - Tela Apoio Ao Projeto	33
3.1.13 RF 13 - Tela Planejar Cronograma	34
3.1.14 RF 14 - Tela Planejar Cronograma (adicionado com sucesso)	35
3.1.15 RF 15 - Tela Planejar Cronograma (erro ao adicionar)	36
3.1.16 RF 16 - Tela Cronograma	37
3.1.17 RF 17 - Tela Bancas	38
3.1.18 RF 18 - Tela Autenticada (orientador)	39
3.1.19 RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)	40
3.1.20 RF 20 - Tela Área de Grupos	41
3.1.21 RF 21 - Tela do Grupo	42
3.1.22 RF 22 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)	43
3.1.23 RF 23 - Tela Banca de Qualificação dos Meus	

Orientandos	44
3.1.24 RF 24 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (adicionar conceito)	45
3.1.25 RF 25 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (download declaração)	45
3.1.26 RF 26 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)	47
3.1.27 RF 27 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos	48
3.1.28 RF 28 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (adicionar conceito)	49
3.1.29 RF 29 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (download declaração)	50
3.1.30 RF 30 - Tela Cadastrar Orientador	51
3.1.31 RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)	52
3.1.32 RF 32 - Tela Cadastrar Grupo	53
3.1.33 RF 33 - Tela Cadastrar Grupo (cadastrado com sucesso)	54
3.1.34 RF 34 - Tela Cadastrar Grupo (erro)	55
3.1.35 RF 35 - Tela de Grupos	55
3.1.36 RF 36 - Tela do Grupo (adm)	56
3.1.37 RF 37 - Tela de Cronograma do Grupo	57
3.1.38 RF 38 - Tela Adicionar Anexos	58
3.1.39 RF 39 - Tela Adicionar Anexos (adicionado com sucesso)	59
3.1.40 RF 40 - Tela Adicionar Apoio Ao Projeto	60
3.1.41 RF 41 - Tela Adicionar Apoio Ao Projeto (sucesso)	61
3.1.42 RF 42 - Tela Agendar Banca	62

5. Diagrama Relacional 63

6. Diagrama de Caso Uso 64

Revisões

Versão	Autores	Descrição da Versão	Data
1.0	Natalia de Souza Simionato, Sara Juliane Cotrim Candido e Vinicius Sanches de Sousa Ramos	Introdução	10/05/2022
1.0	Natalia de Souza Simionato, Sara Juliane Cotrim Candido e Vinicius Sanches de Sousa Ramos	Visão Geral	11/05/2022
1.0	Natalia de Souza Simionato, Sara Juliane Cotrim Candido e Vinicius Sanches de Sousa Ramos	Interface e Requisitos	06/06/2022
1.0	Natalia de Souza Simionato, Sara Juliane Cotrim Candido e Vinicius Sanches de Sousa Ramos	Diagramas de caso de uso e relacional	20/06/2022
1.0	Luís Henrique Pupo Maron	Revisão do texto e funcionalidades	25/05/2022

1. Introdução

O sistema *Web Sistema de Gerenciamento do Projeto Integrador (SISGAPI)* tem por objetivo auxiliar no gerenciamento do componente curricular denominado “Projeto Integrador” (PI) dos cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio de Informática e Produção de Moda do Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Goioerê, a fim de facilitar o andamento dos projetos desenvolvidos e manter o contato entre estudantes e docente que ministra o componente curricular.

1.1 Objetivo do Documento

O objetivo deste documento é detalhar a apresentação das telas e funcionalidades do *Software*, assim como seus requisitos.

1.2 Escopo do Produto

O SISGAPI tem por objetivo auxiliar o estudante a realizar seu trabalho de PI, com o apoio de materiais disponibilizados tanto pelo docente do Projeto Integrador como pelos Docente(s) Orientador(es) do respectivo projeto, fornecendo facilidade para os envolvidos acompanharem e realizarem as atividades referentes à disciplina.

1.3 Público Alvo

O documento destina-se a toda comunidade do Campus.

2. Visão Geral

2.1 Perspectiva do Produto

A perspectiva do *Software* originou-se com o objetivo auxiliar os docentes do Projeto Integrador nos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio oferecidos pelo Campus Avançado Goioerê. Atualmente, os docentes gerenciam a disciplina e os projetos desenvolvidos nela, por meio de planilhas eletrônicas. Dito isso, a perspectiva com a utilização do sistema é facilitar o gerenciamento de tais atividades relacionadas ao projeto integrador, com o objetivo de realizar o controle dos dados de forma informatizada.

2.1 Funcionalidade do Produto

O produto terá por funcionalidades permitir o acesso de um Administrador, que será o(a) docente do Projeto Integrador, acesso e cadastro dos Orientadores e Estudantes. Além disso, possibilitará ao Administrador o cadastro e gerenciamento dos projetos, suas respectivas atividades e o agendamento das bancas de qualificação e defesa. Ademais, funcionalidades cujos objetivos são a integração e comunicação entre o(a) docente(s) do Projeto Integrador e os Estudantes.

3. Interface e requisitos

3.1 Requisitos e Protótipo de telas

3.1.1 RF 01 - Tela Login



Escopo: Tela inicial para apresentação do site.

Stakeholders e seus interesses: Professor do Projeto Integrador, estudante e orientador, que desejam visualizar informações sobre a disciplina, como as bancas que ocorrerão, basta clicar no botão Acessar Bancas que será direcionado à página de bancas.

Fluxo: Apresentação do *Software*.

Extensões:

1. Usuário clica em “Acessar bancas”, será redirecionado para “**RF 02 - Tela Acessar Banca**”.
2. Usuário clica em “Entrar”, será redirecionado para “**RF 03 - Tela Entrar**”.

3.1.2 RF 02 - Tela Acessar Banca

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻ 🔍 https://sisgapi.com/bancas

✉ SISGAPI Entrar »

Banca de ****Qualificação****

Alunos	Projeto	Banca	Data	Hora	Local

Voltar ↶

Copywrite SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de acesso de bancas, com os nomes dos estudantes, identificação do Projeto, os convidados da banca, quando e onde ocorrerá.

Stakeholders e seus interesses: Estudante, membro da banca e/ou convidados que desejam assistir às bancas de qualificação e/ou de defesa.

Fluxo Básico: Acesso às bancas. Se o usuário quiser voltar, há o botão “voltar” que será direcionado a tela de Login.

Extensões:

1. Usuário clica em “Voltar”, será redirecionado para **“RF 01 - Tela Login”**.
2. Usuário clica em “Entrar”, será redirecionado para **“RF 03 - Tela Entrar”**.

3.1.3 RF 03 - Tela Entrar



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻ 🔍 https://sisgapi.com/login

✉ SISGAPI

➔ login:

🔒 senha:

[ou crie uma conta](#)

Copyright SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de Login do Administrador, estudante ou orientador.

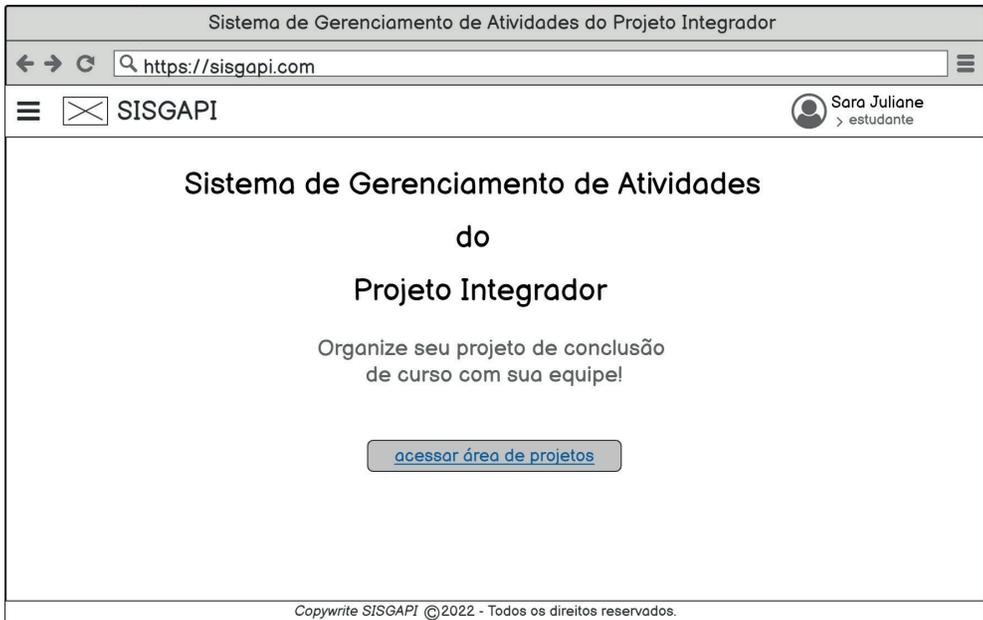
Stakeholders e seus interesses: Usuário previamente cadastrado que deseja entrar no sistema.

Fluxo Básico: Usuário preencher todos os campos e clicar em “entrar”, se conseguir se autenticar, será redirecionado para “RF 04 - Tela Início Autenticada”

Extensões:

1. Caso houver erro na autenticação, será exibido uma mensagem indicando o erro e o usuário preencherá novamente.
2. Usuário clica em “ou crie uma conta”, será redirecionado para “**RF 05 -Tela Cadastrar**”
3. Caso o usuário preenchido estiver cadastrado como orientador, será direcionado para “**RF 18 - Tela Autenticada (orientador)**”.
4. Caso o usuário preenchido estiver cadastrado como estudante, será direcionado para “**04 - Tela Início Autenticada**”.
5. Caso o usuário preenchido estiver cadastrado como administrador, será direcionado “**RF 30 - Tela Cadastrar Orientador**”.

3.1.4 RF 04 - Tela Início Autenticada



Escopo: Tela de início do Estudante autenticado.

Stakeholders e seus interesses: Estudante que deseja acessar demais funcionalidades destinada a ele.

Fluxo Básico: Possibilidade de acesso ao botão “acessar área de projetos”.

Extensões:

1. acesso ao Menu lateral localizado ao lado da logo do sistema, no canto superior esquerdo. **RF - 06 “Tela de início autenticada (menu)”**
2. acesso a área de projetos caso não tenha um cadastrado. **RF - 07 “Tela de projetos(sem nenhum projeto)”**
3. projeto cadastrado. **RF - 08 “Tela projetos (com projeto cadastrado)”**

3.1.5 RF 05 - Tela Cadastrar



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻ 🔍 https://sisgapi.com/cadastrar

✉ SISGAPI

nome:

e-mail:

login:

senha:

confirmar senha:

Copywrite SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Caso o estudante e ou orientador não tenha feito o cadastro, terá que preencher os dados e posteriormente, clicar em cadastrar-se.

Stakeholders e seus interesses: Usuário que deseja acessar o sistema, mas não possui login.

Fluxo Básico: Usuário preencher os campos corretamente e clicar em “Cadastre-se”, será redirecionado para “**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**”.

Extensões:

1. Preenchimentos incorretos será exibido uma mensagem de erro para o usuário.
2. Usuário já registrado vai ser exibido uma mensagem avisando que o mesmo já está cadastrado.

RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)



Escopo: A página apresenta um menu com funcionalidades que o sistema propicia ao usuário estudante autenticado. O botão Acessar área de projeto será os grupos do trabalho do Projeto Integrador que o mesmo faz parte.

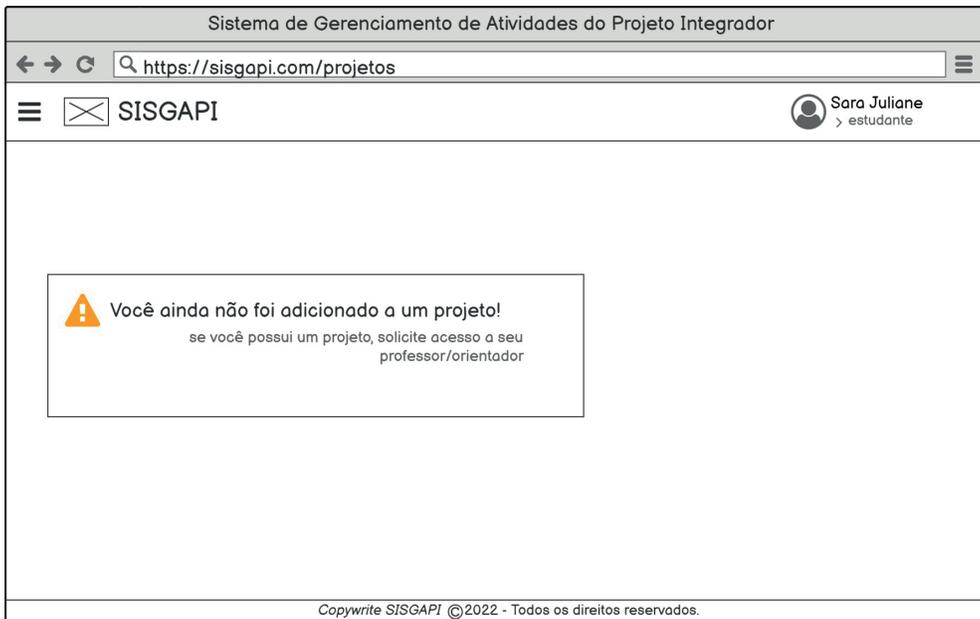
Stakeholders e seus interesses: Acessar área de grupos e outras funcionalidades, como por exemplo as atividades, documentos, apoio do projeto e cronograma.

Fluxo Básico: Acesso, através do Menu, às demais páginas disponíveis para o usuário estudante acessar, possibilitando-lhe diversas opções relacionadas às atividades do projeto que o mesmo possui vínculo.

Extensões:

1. Usuário clica em meu projeto e será redirecionado para “**RF 07 - Tela Projetos (sem projeto cadastrado)**” caso não tenha projeto cadastrado, e caso tenha irá para “**RF 08 - Tela Projetos (com projeto cadastrado)**”.
2. Usuário clica em atividades irá para “**RF 10 - Tela Atividades**”.
3. Usuário clica em documentos para “**RF 11 - Tela Anexos**”.
4. Usuário clica em apoio ao projeto vai para “**RF 12 - Tela Apoio Ao Projeto**”.
5. Usuário clica em cronograma e será redirecionado para “**RF 13 - Tela Planejar Cronograma**”.

3.1.7 RF 07 - Tela Projetos (sem projeto cadastrado)



Escopo: Tela de projetos no qual o estudante está cadastrado

Stakeholders e seus interesses: Estudantes que tenham projetos, poderão visualizar nesta tela. Caso não possuam, terão que procurar o ADM (Professor do Projeto Integrador).

Fluxo Básico: Telas de Projeto, caso não tenham solicitado ao Professor.

Extensões:

1. Acesso ao Menu "RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)".

3.1.8 RF 08 - Tela Projetos (com projeto cadastrado)

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻

☰ ✉ SISGAPI 👤 Sara Juliane > estudante

SISGAPI
Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador
Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio

<p>Estudantes</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">👤 Natalia de Souza Simionato</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">👤 Sara Juliane Cotrim Candido</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">👤 Vinicius Sanches de Sousa Ramos</div>	<p>Orientadores</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">👤 Gabriel Augusto Cação Quinato</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">👤 Luís Henrique Pupo Maron</div>
---	---

Professor Projeto Integrador

👤 José Mateus Bido

> [acessar área de atividades](#)

Escopo: Tela de Projetos.

Stakeholders e seus interesses: Visualização do projeto do estudante, no qual aparecem os membros do grupo, o professor do Projeto Integrador, e os respectivos orientadores.

Fluxo Básico: Visualizar as informações do projeto.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**”.
2. Acesso a adicionar projeto “**RF 09 - Tela Adicionar Projeto**”.
3. Usuário clica em acessar área de atividade e será redirecionado para “**RF 10 - Tela Atividades**”.

3.1.9 RF 09 - Tela Adicionar Projeto

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/AddProjeto

SISGAPI Sara Juliane > Estudante

nome do projeto

Estudantes: _____ Orientadores: _____

Trabalho em andamento

Add Projeto

Comentários do Adm

Copywrite SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de adicionar trabalho em andamento e acessar comentários do administrador.

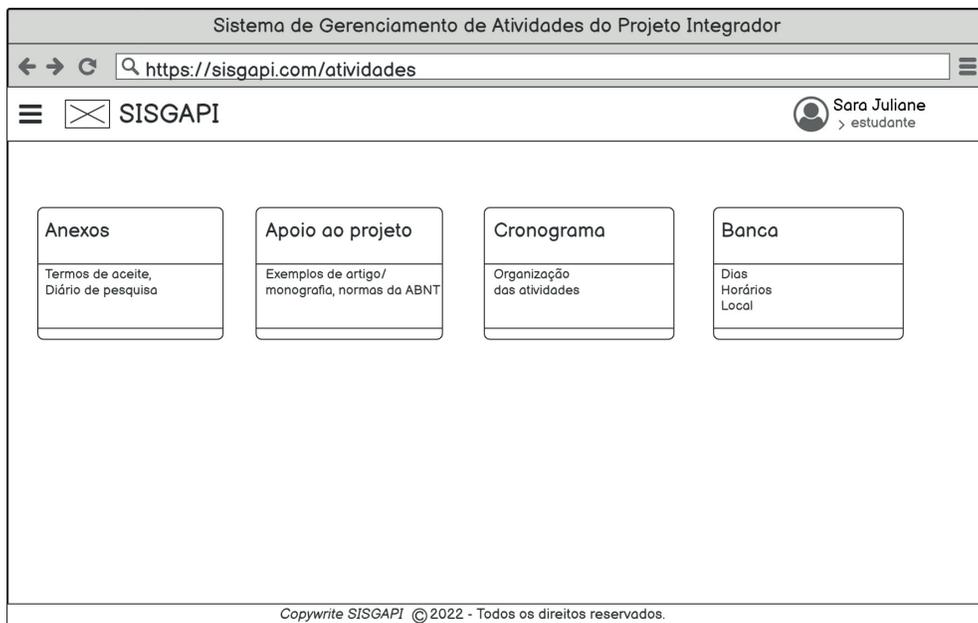
Stakeholders e seus interesses: Opção de adicionar o projeto em andamento, visualizar comentários postados pelo administrador e os dados básicos do projeto.

Fluxo Básico: Adicionar o projeto em andamento, visualizar os comentários e dados do projeto.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)”.

3.1.10 RF 10 - Tela Atividades



Escopo: Apoio relacionado ao Projeto.

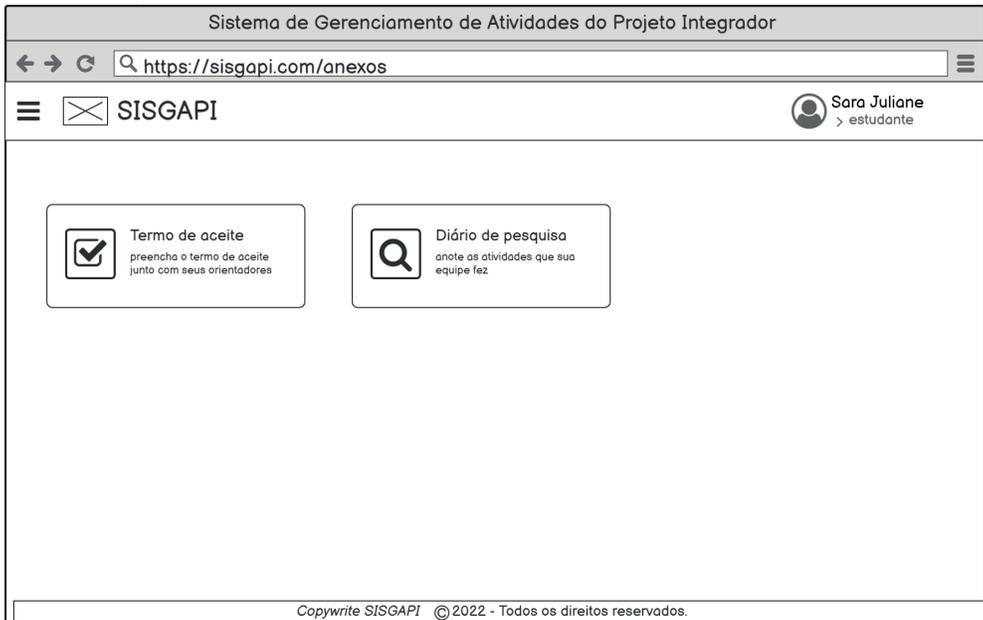
Stakeholders e seus interesses: Mais funcionalidades do sistema, em Anexos são os documentos que precisa-se, como por exemplo termo de aceite e o diário de pesquisa. Apoio ao projeto, são exemplos de Artigo, monografia, que podem ser utilizados caso o discente tenha dificuldade. Cronograma, uma agenda de compromissos relacionados ao Trabalho. E as bancas são as de qualificação e defesa que o ADM vai marcar e o aluno vai a princípio participar.

Fluxo Básico: Documentos e anexos para o aluno. Bancas às quais ele terá acesso.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**”.
2. Acesso aos anexos “**RF 11 - Tela Anexos**”.
3. Acesso ao apoio ao projeto “**RF 12 - Tela Apoio Ao Projeto**”.
4. Acesso ao cronograma “**RF 13 - Tela Planejar Cronograma**”.
5. Acesso às bancas “**RF 17 - Tela Bancas**”.

3.1.11 RF 11 - Tela Anexos



Escopo: Anexos da matéria Projeto Integrador.

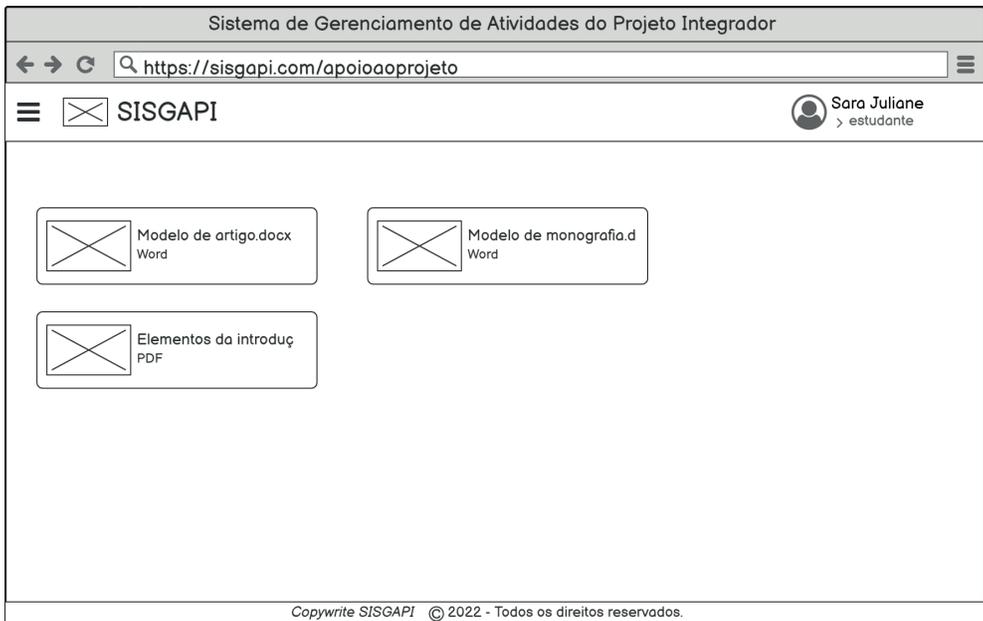
Stakeholders e seus interesses: Anexos e documentos que precisam ser assinados, como por exemplo termo de aceite. Diário de pesquisa, relatos dos passos que o grupo fez em relação ao trabalho.

Fluxo Básico: Anexos que os discentes utilizam durante o processo do Trabalho de Conclusão de Curso.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)”.

3.1.12 RF 12 - Tela Apoio Ao Projeto



Escopo: Tela de Apoio ao Projeto, com alguns exemplos de Artigo, Monografia e alguns exemplos de como prosseguir no Artigo.

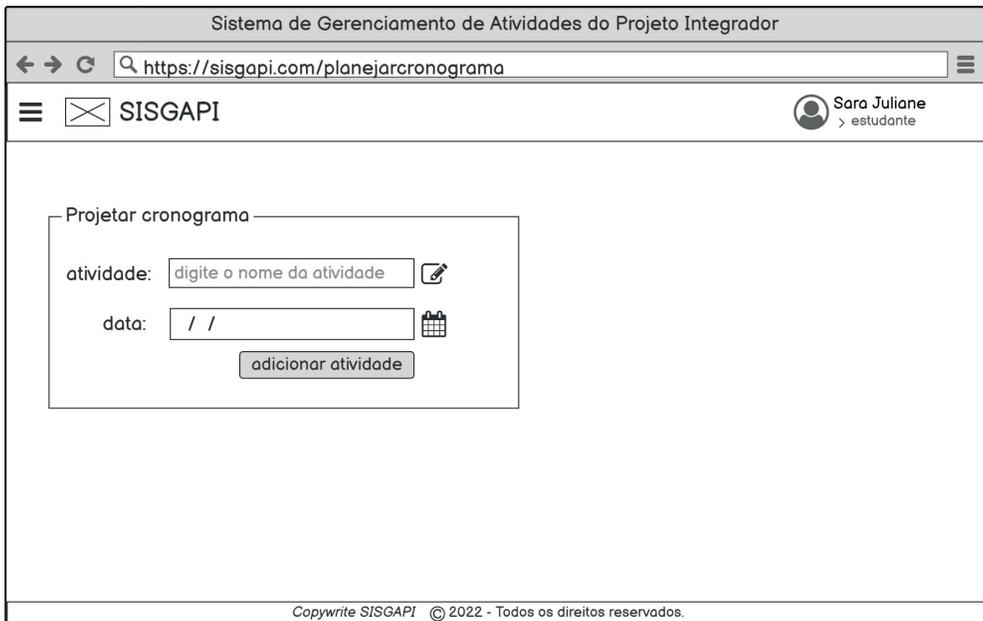
Stakeholders e seus interesses: Alunos que desejam buscar exemplos de como escrever o Trabalho.

Fluxo Básico: Tela de Apoio ao Projeto, importantes durante o curso.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**”.

3.1.13 RF 13 - Tela Planejar Cronograma



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻ 🔍 https://sisgapi.com/planejarcronograma

☰ ✉ SISGAPI Sara Juliane > estudante

Projetar cronograma

atividade: digite o nome da atividade ✎

data: / / 📅

adicionar atividade

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de adicionar atividade ao Cronograma, colocar o nome da atividade, e a data.

Stakeholders e seus interesses: Estudantes que estão adicionando atividades ao cronograma.

Fluxo Básico: Projeção do Cronograma.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**”.
2. Ao adicionar atividade “**RF 14 - Tela Planejar Cronograma (adicionado com sucesso)**”.
3. Ao acontecer erro de preenchimento “**RF 15 - Tela Planejar Cronograma (erro ao adicionar)**”.

3.1.14 RF 14 - Tela Planejar Cronograma (adicionado com sucesso)

The screenshot displays a web browser window with the URL <https://sisgapi.com/cronograma>. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The user is identified as "Sara Juliane" (estudante). A success message box is visible, stating: "Sucesso! Atividade adicionada com sucesso ao cronograma. Acesse a página de cronograma para ver todas as atividades". Below the message is a "Fechar" button. The main content area is titled "Projetar cronograma" and contains a form with the following elements:

- Label: "atividade:" followed by a text input field containing the placeholder "digite o nome da atividade" and a pencil icon.
- Label: "data:" followed by a date input field containing the placeholder "/" and a calendar icon.
- A button labeled "adicionar atividade".

At the bottom of the page, the footer text reads: "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Foi colocado a atividade referente ao cronograma.

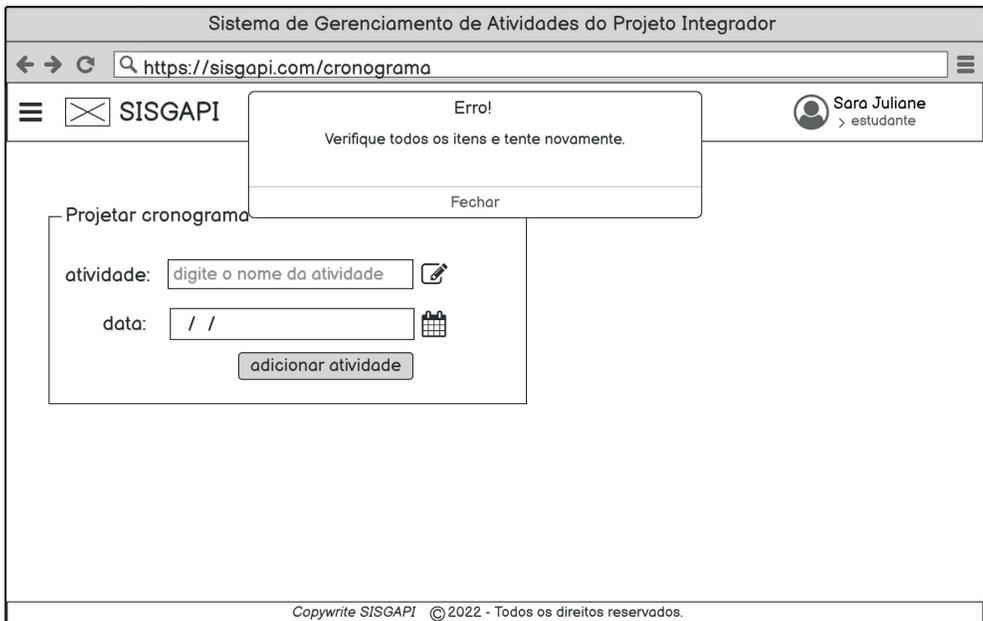
Stakeholders e seus interesses: Atividade adicionada pelo estudante.

Fluxo Básico: Atividade concluída no Cronograma.

Extensões:

4. Acesso ao Menu "RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)".
5. Ao adicionar atividade "RF 14 - Tela Planejar Cronograma (adicionado com sucesso)".
6. Ao acontecer erro de preenchimento "RF 15 - Tela Planejar Cronograma (erro ao adicionar)".

3.1.15 RF 15 - Tela Planejar Cronograma (erro ao adicionar)



Escopo: Erro ao colocar a atividade referente ao cronograma.

Stakeholders e seus interesses: Atividade adicionada pelo estudante, mas ocorreu um erro.

Fluxo Básico: Atividade ao ser adicionada deu erro.

Extensões:

1. Acesso ao Menu "**RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)**".
2. Ao adicionar atividade corretamente "**RF 14 - Tela Planejar Cronograma (adicionado com sucesso)**".

3.1.16 RF 16 - Tela Cronograma

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/cronograma

SISGAPI Sara Juliane > estudante

Cronograma

Atividade	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Reunião	12/04								
Reunião		03/05							

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Visualização geral do Cronograma do estudante, o qual ele mesmo poderá editar.

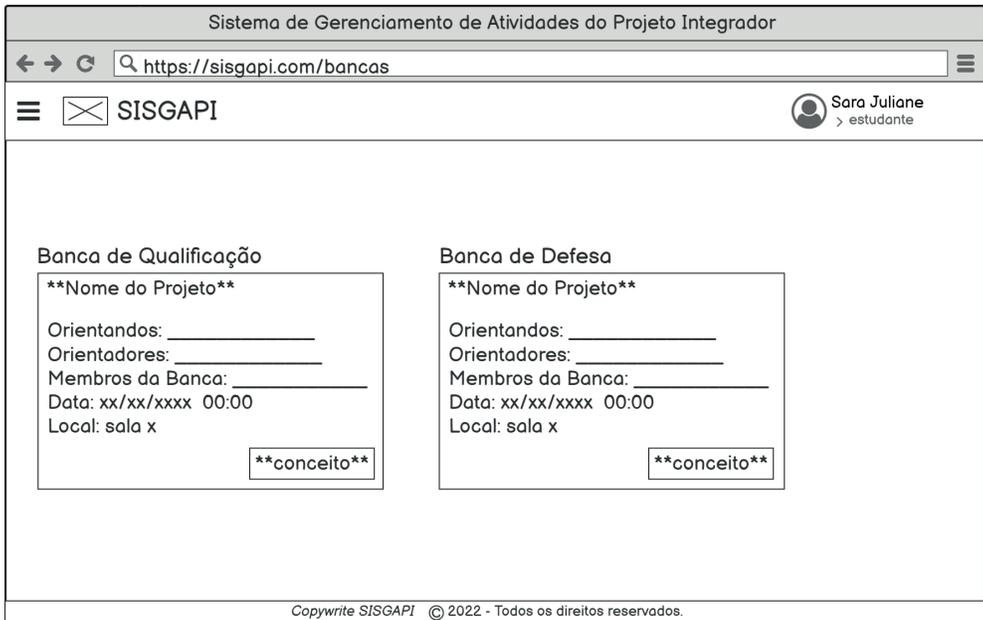
Stakeholders e seus interesses: Visualizar Cronograma para verificar as atividades.

Fluxo Básico: Cronograma do estudante.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)”.

3.1.17 RF 17 - Tela Bancas



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

← → ↻ 🔍 https://sisgapi.com/bancas

☰ ✉ SISGAPI  Sara Juliane > estudante

Banca de Qualificação

****Nome do Projeto****

Orientandos: _____

Orientadores: _____

Membros da Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala x

****conceito****

Banca de Defesa

****Nome do Projeto****

Orientandos: _____

Orientadores: _____

Membros da Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala x

****conceito****

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Banca de qualificação ou defesa que o estudante vai participar. Será avaliado e postado pelos orientadores o conceito da Banca.

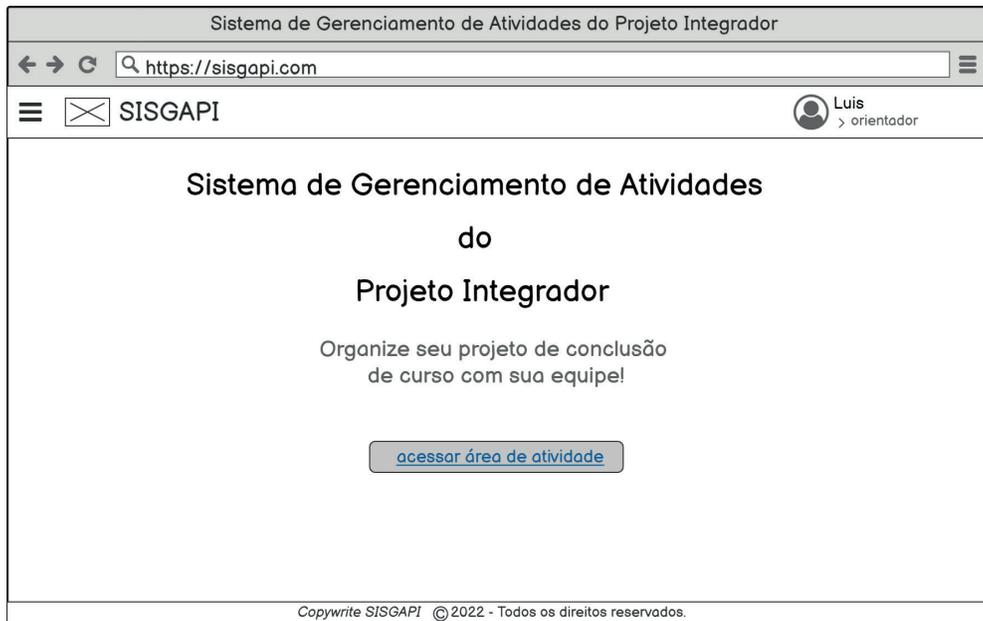
Stakeholders e seus interesses: Visualização de Bancas e conceitos.

Fluxo Básico: Bancas e Conceito do aluno.

Extensões:

1. Acesso ao Menu “RF 06 - Tela Início Autenticada (menu)”.

3.1.18 RF 18 - Tela Autenticada (orientador)



Escopo: Tela de início do Orientador autenticado.

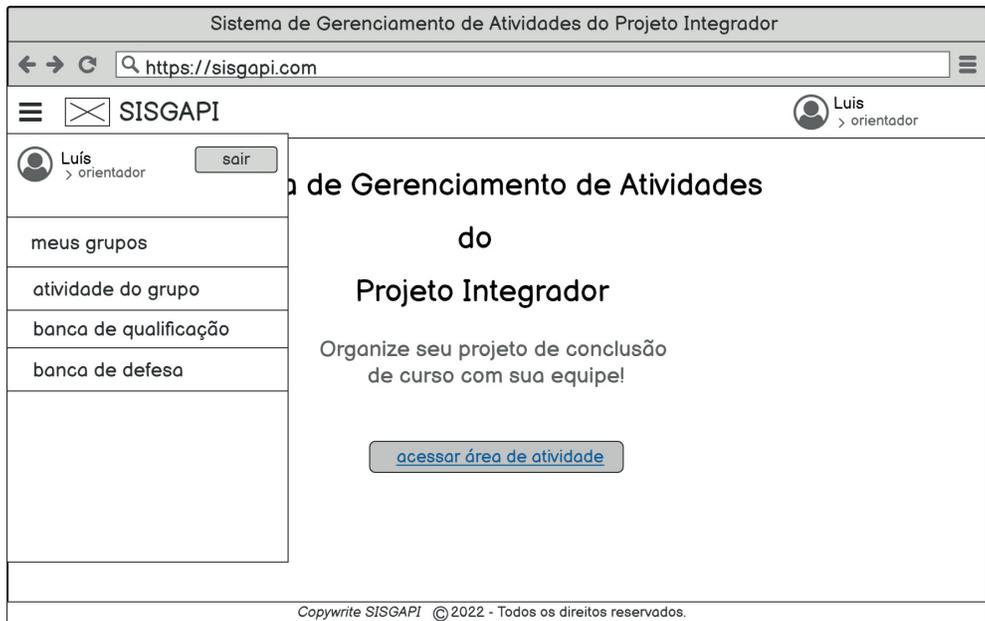
Stakeholders e seus interesses: Orientador que deseja acessar demais funcionalidades destinada a ele.

Fluxo Básico: Possibilidade de acesso ao botão “acessar área de projetos” e/ou de acesso ao Menu lateral localizado ao lado da logo do sistema, no canto superior esquerdo.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**”.
2. Acesso a área de atividades “**RF 20 - Tela Área de Grupos**”.

3.1.19 RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)



Escopo: A página apresenta um menu com funcionalidades que o sistema propicia ao usuário orientador autenticado.

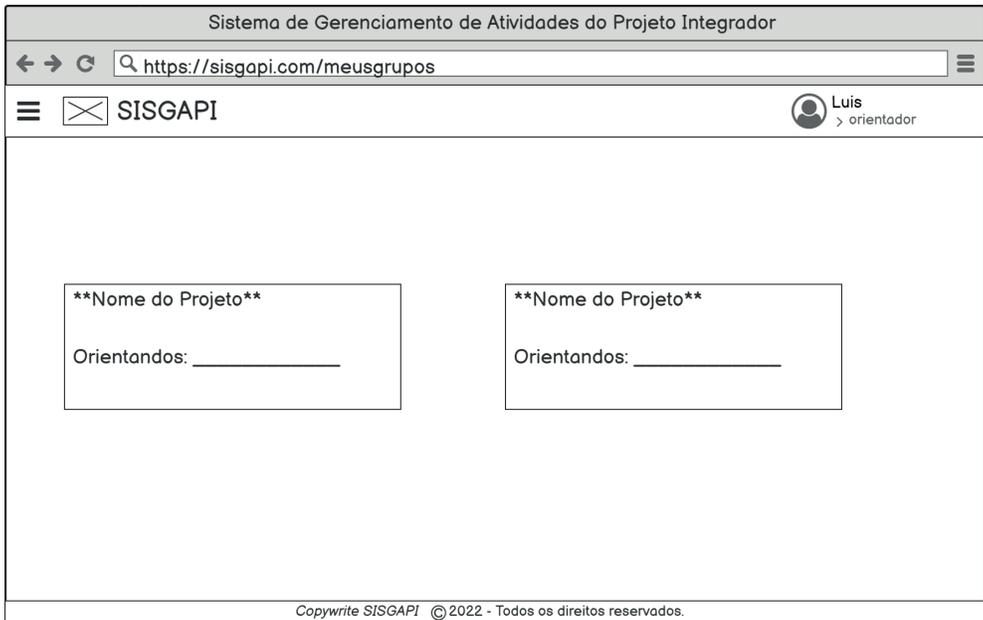
Stakeholders e seus interesses: Acessar páginas pelo menu lateral.

Fluxo Básico: Acesso, através do Menu, às demais páginas disponíveis para o usuário orientador acessar, possibilitando-lhe diversas opções relacionadas às atividades do projeto que o mesmo possui vínculo.

Extensões:

1. Usuário clica em meus grupos e irá para “**RF 20 - Tela Área de Grupos**”.
2. Usuário clica em atividade do grupo irá para “**RF 21 - Tela do Grupo**”.
3. Usuário clica em banca de qualificação e irá para “**RF 22 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)**”, caso não possua banca cadastrada. E irá para “**RF 23 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos**” caso possua.
4. Usuário clica em banca de defesa e irá para “**RF 26 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)**”, caso não possua banca cadastrada. E irá para “**RF 27 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos**” caso possua.

3.1.20 RF 20 - Tela Área de Grupos



Escopo: A tela apresentará os grupos e orientandos do respectivo orientador.

Stakeholders e seus interesses: Visualizar, de forma simplificada, os projetos que o orientador faz parte.

Fluxo Básico: Acessar e visualizar de forma detalhada os projetos vinculados.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**”.

3.1.21 RF 21 - Tela do Grupo

The screenshot shows a web browser window with the URL `https://sisgapi.com/grupo`. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The header includes the SISGAPI logo and a user profile for "Luis > orientador". The main content area displays the "nome do projeto" (project name) and two sets of input fields: "Estudantes:" (Students) with three lines and "Orientadores:" (Mentors) with two lines. At the bottom, there are two buttons: "Banca de Qualificação" (Qualification Jury) and "Banca de Defesa" (Defense Jury). The footer contains the text "Copywrite SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela de detalhamento dos grupos, contendo acesso às bancas.

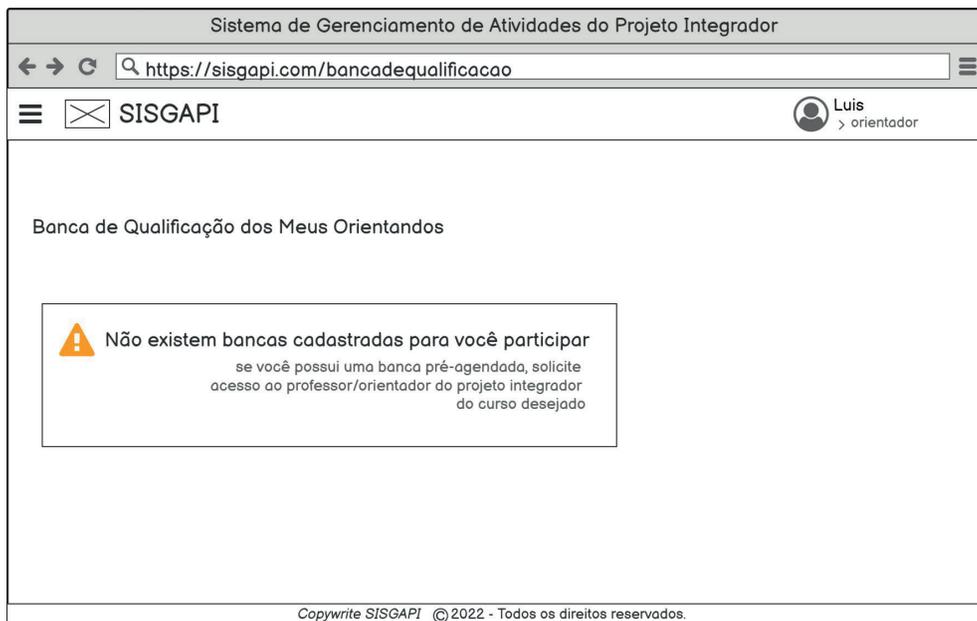
Stakeholders e seus interesses: Visualizar detalhadamente os dados do grupo selecionado.

Fluxo Básico: Acesso às bancas do grupo.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**”.
2. O usuário clica no botão “banca de qualificação” e irá para “**RF 22 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)**”, caso não possua banca cadastrada. E irá para “**RF 23 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos**” caso possua.
3. O usuário clica no botão “banca de defesa” e irá para “**RF 26 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)**”, caso não possua banca cadastrada. E irá para “**RF 27 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos**” caso possua.

3.1.22 RF 22 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)



Escopo: Tela de Banca de qualificação dos estudantes do orientador quando não está cadastrado.

Stakeholders e seus interesses: Obter a informação de que não há bancas de qualificação cadastradas.

Fluxo Básico: Observar a não existência da banca.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)”.

3.1.23 RF 23 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://sisgapi.com/bancadequalificacao>. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The header includes the SISGAPI logo and a user profile for "Luis > orientador". The main content area is titled "Banca de Qualificação dos Meus Orientandos" and contains two identical form boxes. Each box has a label "nome do projeto" above a text input field. Below this, there are four rows of labels followed by text input fields: "Estudantes:", "Orientadores:", "Banca:", and "Data: xx/xx/xxxx 00:00". A "Local: sala x" label is positioned below the date field. At the bottom right of each form box is a "Conceito" button. The footer of the page reads "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela de Qualificação e ou defesa que o

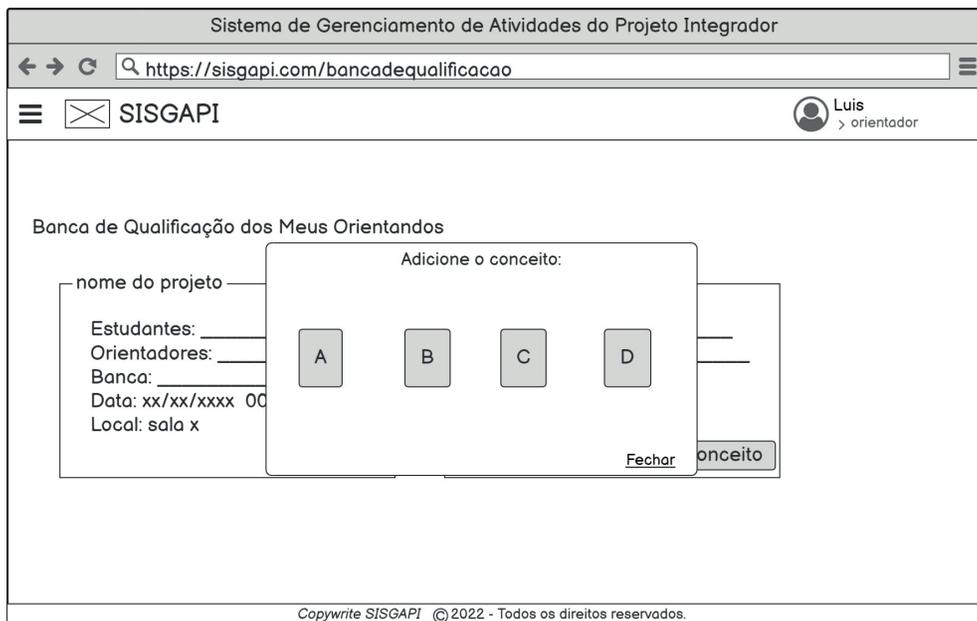
Stakeholders e seus interesses: Acessar os dados da banca de qualificação dos grupos onde o orientador participa e adicionar o conceito após a banca.

Fluxo Básico: Adicionar o conceito.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**”.
2. Usuário clica em “conceito” e será direcionado para “**RF 24 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (adicionar conceito)**”.

3.1.24 RF 24 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (adicionar conceito)



Escopo: Tela de banca de qualificação e de conceito.

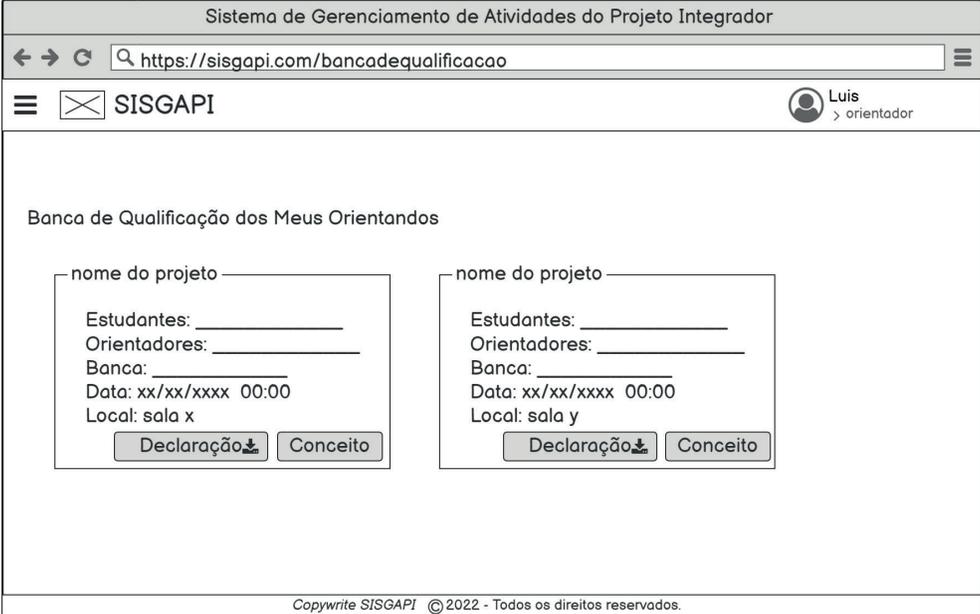
Stakeholders e seus interesses: Dados da banca e adicionar conceito do grupo após o acontecimento da banca.

Fluxo Básico: colocar o conceito do grupo referente.

Extensões:

1. Usuário adiciona conceito e será direcionado para "**RF 25 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (download declaração)**".
2. Acesso ao menu lateral "**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**".

3.1.25 RF 25 - Tela Banca de Qualificação dos Meus Orientandos (download declaração)



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/bancadequalificacao

SISGAPI Luis > orientador

Banca de Qualificação dos Meus Orientandos

nome do projeto

Estudantes: _____
Orientadores: _____
Banca: _____
Data: xx/xx/xxxx 00:00
Local: sala x

Declaração  Conceito

nome do projeto

Estudantes: _____
Orientadores: _____
Banca: _____
Data: xx/xx/xxxx 00:00
Local: sala y

Declaração  Conceito

Copyright SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Banca de qualificação dos alunos orientados, adicionar conceito aos mesmos e download da declaração.

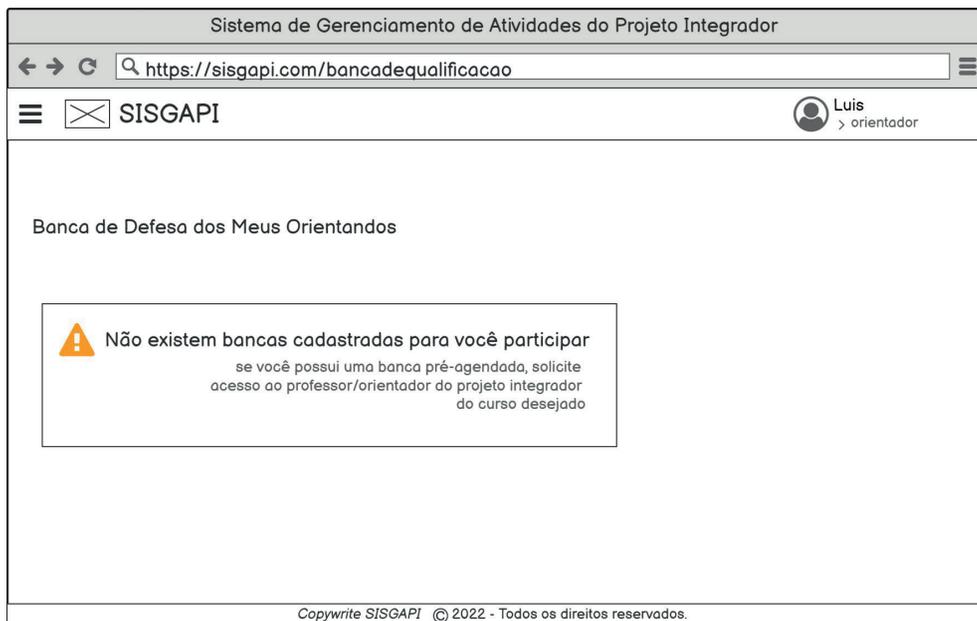
Stakeholders e seus interesses: Visualização de dados da banca, adicionar o conceito, exibir a declaração.

Fluxo Básico: Acesso aos dados dos grupos e suas respectivas bancas e *download* da declaração.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)”.

3.1.26 RF 26 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (sem banca cadastrada)



Escopo: Tela de Banca de defesa dos estudantes do orientador quando não está cadastrado.

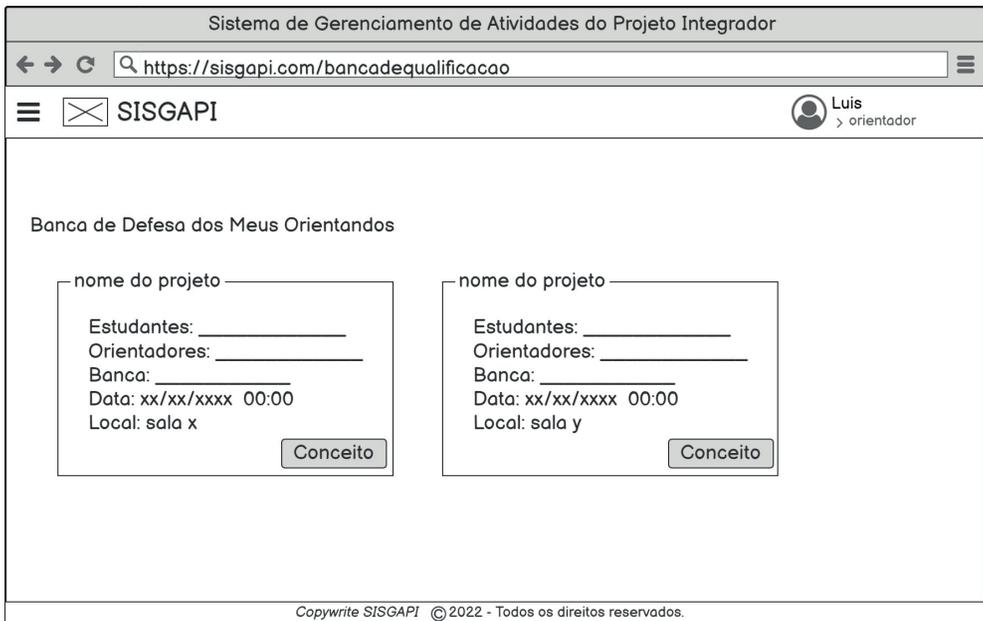
Stakeholders e seus interesses: Obter a informação de que não há bancas de defesa cadastradas.

Fluxo Básico: Observar a não existência da banca.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)”.

3.1.27 RF 27 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/bancadequalificacao

SISGAPI Luis > orientador

Banca de Defesa dos Meus Orientandos

nome do projeto

Estudantes: _____

Orientadores: _____

Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala x

Conceito

nome do projeto

Estudantes: _____

Orientadores: _____

Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala y

Conceito

Copyright SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela banca de defesa dos orientandos do orientador.

Stakeholders e seus interesses: Acessar os dados da banca de defesa dos grupos onde o orientador participa e adicionar o conceito após a banca.

Fluxo Básico: Adicionar o conceito.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)**”.
2. Acesso ao cadastro de conceito “**RF 28 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (adicionar conceito)**”.

3.1.28 RF 28 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (adicionar conceito)

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/bancadequalificacao

SISGAPI Luis > orientador

Banca de Defesa dos Meus Orientandos

nome do projeto

Estudantes: _____

Orientadores: _____

Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00

Local: sala x

Adicione o conceito:

A B C D

Fechar conceito

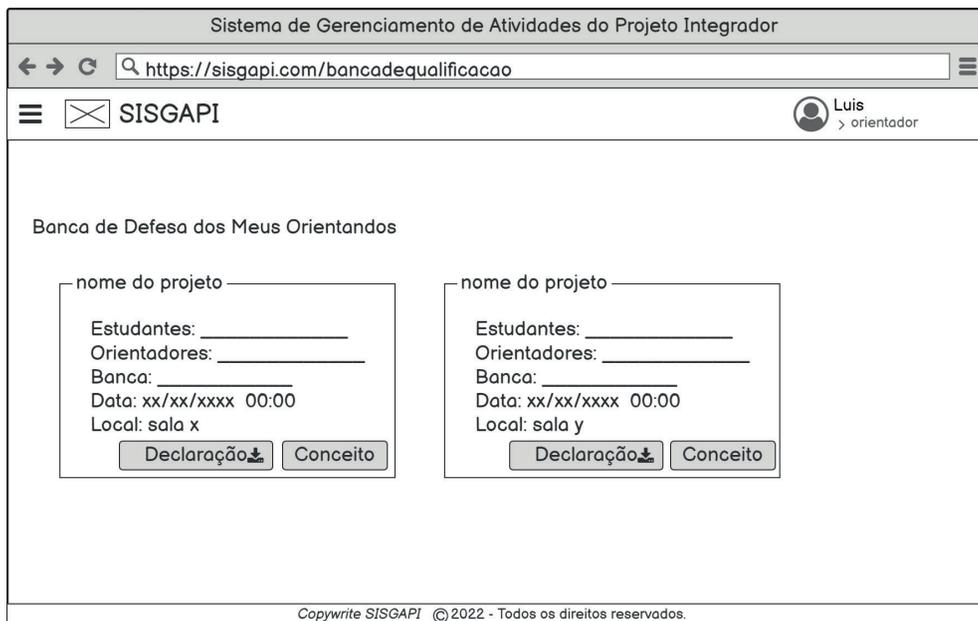
Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de banca de defesa e de conceito.

Stakeholders e seus interesses: Dados da banca e adicionar conceito do grupo após o acontecimento da banca.

Fluxo Básico: colocar o conceito do grupo referente.

3.1.29 RF 29 - Tela Banca de Defesa dos Meus Orientandos (download declaração)



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/bancadequalificacao

SISGAPI Luis > orientador

Banca de Defesa dos Meus Orientandos

nome do projeto

Estudantes: _____

Orientadores: _____

Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala x

Declaração  Conceito

nome do projeto

Estudantes: _____

Orientadores: _____

Banca: _____

Data: xx/xx/xxxx 00:00

Local: sala y

Declaração  Conceito

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Banca de defesa dos alunos orientandos, adicionar conceito aos mesmos e *download* da declaração.

Stakeholders e seus interesses: Visualização de dados da banca, adicionar o conceito, exibir a declaração.

Fluxo Básico: Acesso aos dados dos grupos e suas respectivas bancas e *download* da declaração.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “RF 19 - Tela Autenticada (orientador menu)”.

3.1.30 RF 30 - Tela Cadastrar Orientador

The screenshot shows a web browser window with the URL `https://sisgapi.com/cadastrodeorientador`. The page title is 'Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador'. The user is logged in as 'José Mateus > adm'. The main content area is titled 'Cadastre um orientador' and contains the following form fields:

- nome: digite o nome completo
- e-mail: digite um e-mail válido
- login: digite o número do siape
- senha: digite a senha
- confirmar senha: confirme a senha

A 'Cadastre' button is located below the form fields. At the bottom of the page, there is a copyright notice: 'Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.'

Escopo: Tela de cadastro de orientador.

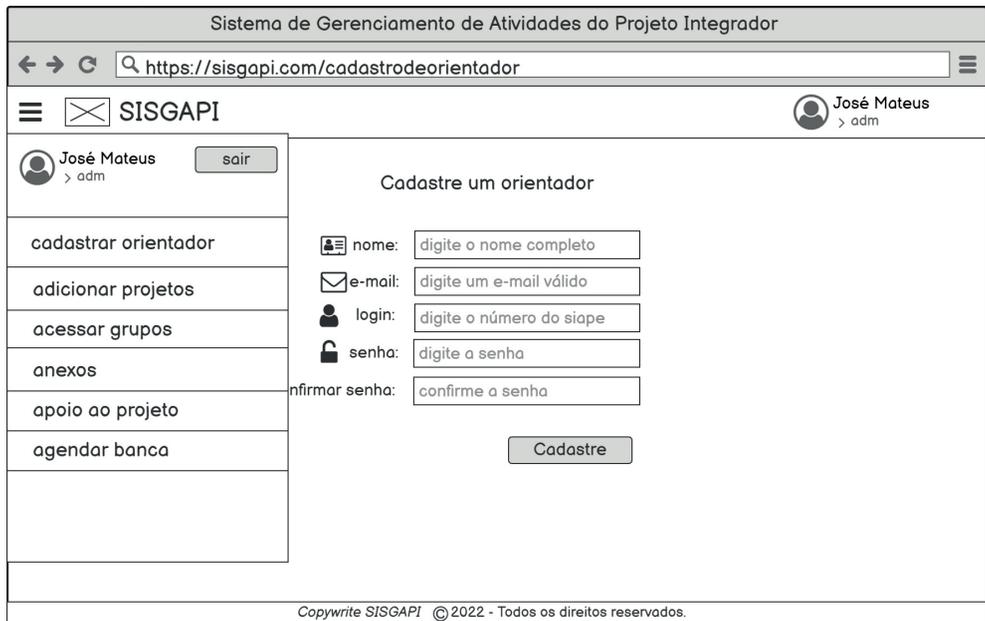
Stakeholders e seus interesses: Tela onde o administrador cadastra o orientador.

Fluxo Básico: Adicionar nome, e-mail, login, senha e confirmação de senha para cadastrar o orientador. Caso ocorra erro de cadastro, será mostrado uma mensagem de erro e o administrador terá que preencher novamente os campos onde houve erro.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)**”.
2. Quando cadastrar o usuário, será direcionado para “**RF 32 - Tela Cadastrar Grupo**”.

3.1.31 RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)



Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/cadastrodeorientador

SISGAPI José Mateus > adm

saír

cadastro de José Mateus > adm

cadadastrar orientador

adicionar projetos

acessar grupos

anexos

apoio ao projeto

agendar banca

Cadastre um orientador

nome: digite o nome completo

e-mail: digite um e-mail válido

login: digite o número do siape

senha: digite a senha

confirmar senha: confirme a senha

Cadastre

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de cadastro do orientador com acesso ao menu.

Stakeholders e seus interesses: Acessar as outras telas mais facilmente por meio do menu.

Fluxo Básico: Acessar as demais telas.

Extensões:

1. Clicar em adicionar projeto e será direcionado para “**RF 32 - Tela Cadastrar Grupo**”.
2. Clicar em acessar grupos e irá para “**RF 35 - Tela de Grupos**”.
3. Clicar em anexos e será direcionado para “**RF 38 - Tela Adicionar Anexos**”.
4. Clicar em apoio ao projeto e será direcionado para “**RF 40 - Tela Adicionar Apoio Ao Projeto**”.
5. Clicar em agendar banca e irá para “**RF 42 - Tela Agendar Banca**”.

3.1.32 RF 32 - Tela Cadastrar Grupo

The screenshot displays a web browser window with the URL <https://sisgapi.com/cadastrodegrupos>. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The user is logged in as "José Mateus > adm". The main content area is titled "Adicionar Projeto" and contains the following form fields:

- Estudantes:** Four input fields, each with the placeholder text "digite o nome do estudante".
- Orientadores:** Three input fields, each with the placeholder text "digite o nome do orientador".
- Projeto:** One input field with the placeholder text "digite o nome do projeto".
- Informações:** A dropdown menu currently showing "monografia", an input field containing "artigo científico", another dropdown menu showing "Técnico em Informática", and a final dropdown menu showing "Técnico em Prod. Moda".
- Botão:** A button labeled "cadastrar projeto".

At the bottom of the page, there is a copyright notice: "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela de adicionar projeto/grupo.

Stakeholders e seus interesses: Adicionar os dados para cadastrar um projeto/grupo.

Fluxo Básico: Adiciona os dados e cadastra o projeto.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral "RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)".
2. Clica em "cadastrar projeto" e será direcionado para "RF 33 - Tela Cadastrar Grupo (cadastrado com sucesso)" caso o grupo seja cadastrado com sucesso. E será direcionado para "RF 34 - Tela Cadastrar Grupo (erro)" caso ocorra erro no cadastro.

3.1.33 RF 33 - Tela Cadastrar Grupo (cadastrado com sucesso)

The screenshot displays a web browser window with the URL `https://sisgapi.com/cadastrodegrupos`. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The user is logged in as "José Mateus > adm". A success message box is centered, stating "Sucesso! Grupo Cadastrado com sucesso." with a "Fechar" button. Below the message is a form titled "Adicionar Projeto" with the following fields:

- Estudantes:** Four input fields, each with the placeholder text "digite o nome do estudante".
- Orientadores:** Three input fields, each with the placeholder text "digite o nome do orientador".
- Projeto:** One input field with the placeholder text "digite o nome do projeto".
- Informações:** A dropdown menu with "monografia" selected, an input field with "artigo científico", another dropdown menu with "Técnico em Informática" selected, and an input field with "Técnico em Prod. Moda".

A "cadastrar projeto" button is located at the bottom right of the form. The footer of the page reads "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela de sucesso ao cadastrar grupo.

Stakeholders e seus interesses: Obter informação de que os dados foram preenchidos corretamente.

Fluxo Básico: fechar o aviso.

3.1.34 RF 34 - Tela Cadastrar Grupo (erro)

The screenshot displays the SISGAPI web interface. At the top, the browser address bar shows the URL `https://sisgapi.com/cadastrodegrupos`. The page header includes the SISGAPI logo, a navigation menu, and the user profile of José Mateus (admin). A prominent error message box is centered at the top, stating "Erro! Preencha os campos corretamente." with a "Fechar" button. Below the error, the "Adicionar Projeto" form is visible. It is divided into three columns: "Estudantes" with four input fields, "Orientadores" with three input fields, and "Projeto*" with one input field. To the right, there are two dropdown menus for "Informações" (currently showing "monografia" and "artigo científico") and "Técnico em Informática" (currently showing "Técnico em Prod. Moda"). A "cadastrar projeto" button is located at the bottom right of the form area. The footer contains the text "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela erro ao cadastrar projeto.

Stakeholders e seus interesses: atividade onde ocorre erro.

Fluxo Básico: fechar o alerta e preencher novamente onde há erro.

3.1.35 RF 35 - Tela de Grupos

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://sisgapi.com/grupos>. The page title is "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The user is logged in as "José Mateus > adm". The main content area displays three identical group cards. Each card has the following structure:

- SISGAPI**
- Estudantes**
 - Natalia de Souza Simionato
 - Sara Juliane Cotrim Candido
 - Vinicius Sanches de Sousa Ramos
- Professor Projeto Integrador**
 - José Mateus Bido
- Orientadores**
 - Gabriel Augusto Cação Quinato
 - Luís Henrique Pupo Maron
- Acessar Cronograma** (button)

At the bottom of the page, there is a copyright notice: "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela dos grupos cadastrados pelo administrador.

Stakeholders e seus interesses: Acesso aos dados básicos dos grupos.

Fluxo Básico: Visualizar dados básicos do grupo, permitindo o acesso aos dados gerais e ao cronograma.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “**RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)**”.
2. Usuário clica no nome do projeto e será direcionado para “**RF 36 - Tela do Grupo (adm)**”.
3. Usuário clica em acessar cronograma e irá para “**RF 37 - Tela de Cronograma do Grupo**”.

3.1.36 RF 36 - Tela do Grupo (adm)

The screenshot shows a web browser window with the title "Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador". The address bar contains "https://sisgapi.com/grupoAdm". The page header includes the SISGAPI logo and the user profile "José Mateus > Adm". The main content area features a form for group details. It starts with a label "nome do projeto". Below this are two columns of input fields: "Estudantes:" with three horizontal lines, and "Orientadores:" with two horizontal lines. A section titled "Trabalho em andamento" contains a folder icon labeled "Artigo/Monografia" and a rectangular box labeled "Add Comentários". The footer of the page reads "Copywrite SISGAPI ©2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela detalhada do grupo selecionado.

Stakeholders e seus interesses: Acesso aos detalhes do grupo e adicionar comentários.

Fluxo Básico: Visualizar detalhes do grupo, seu trabalho em andamento caso seja postado e adicionar comentários a respeito do mesmo.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral "RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)".

3.1.37 RF 37 - Tela de Cronograma do Grupo

Sistema de Gerenciamento de Atividades do Projeto Integrador

https://sisgapi.com/cronograma

SISGAPI José Mateus > adm

Cronograma - Grupo X

Atividade	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Reunião	12/04								
Reunião		03/05							

Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados.

Escopo: Tela de cronograma do grupo.

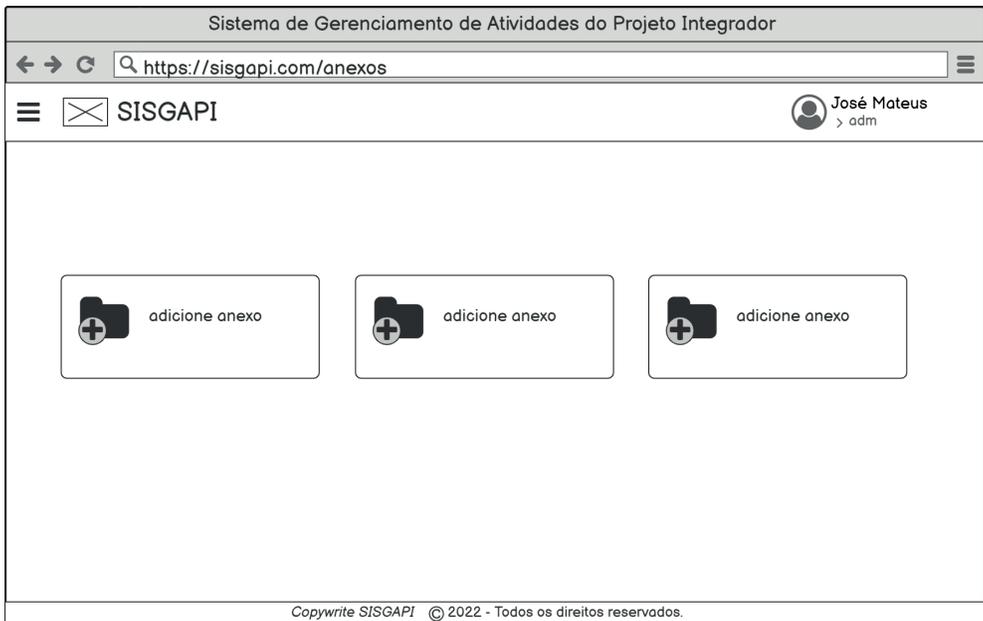
Stakeholders e seus interesses: Acessar cronograma do grupo selecionado.

Fluxo Básico: Visualização do cronograma.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral “RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)”.

3.1.38 RF 38 - Tela Adicionar Anexos



Escopo: Tela de adicionar anexos.

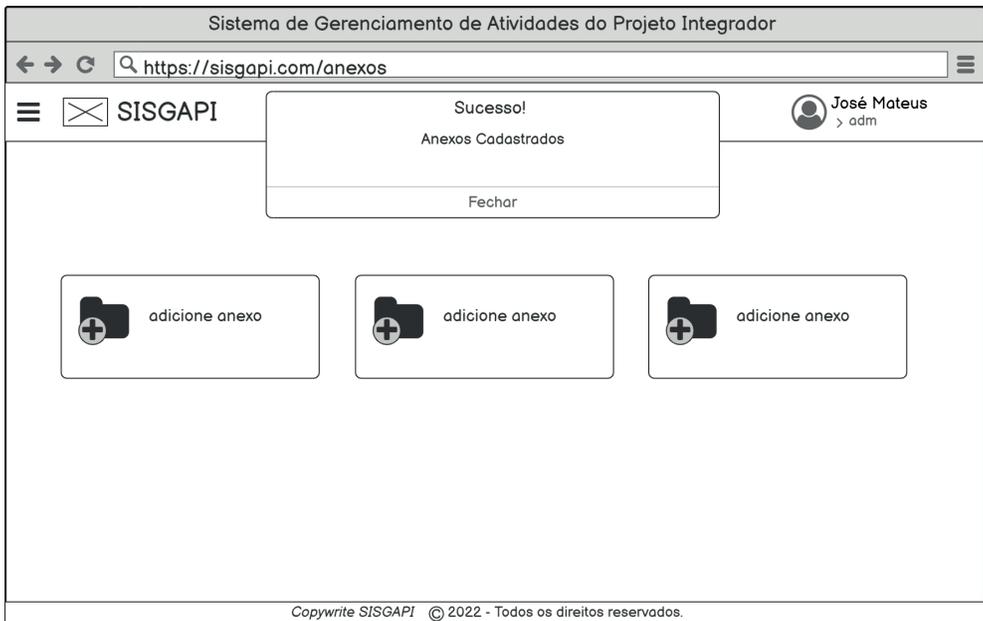
Stakeholders e seus interesses: Adicionar anexos necessários.

Fluxo Básico: Adicionar anexos.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral "RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)".

3.1.39 RF 39 - Tela Adicionar Anexos (adicionado com sucesso)

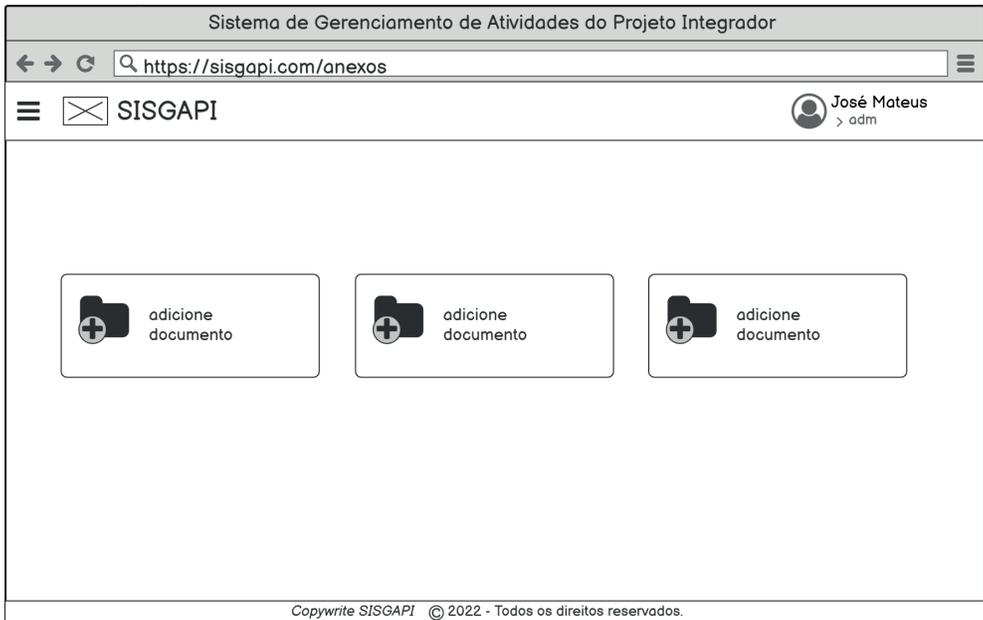


Escopo: Tela de anexo adicionado com sucesso.

Stakeholders e seus interesses: Obter a informação de que foi adicionado com sucesso.

Fluxo Básico: Fechar o aviso.

3.1.40 RF 40 - Tela Adicionar Apoio Ao Projeto



Escopo: Tela de adicionar documentos.

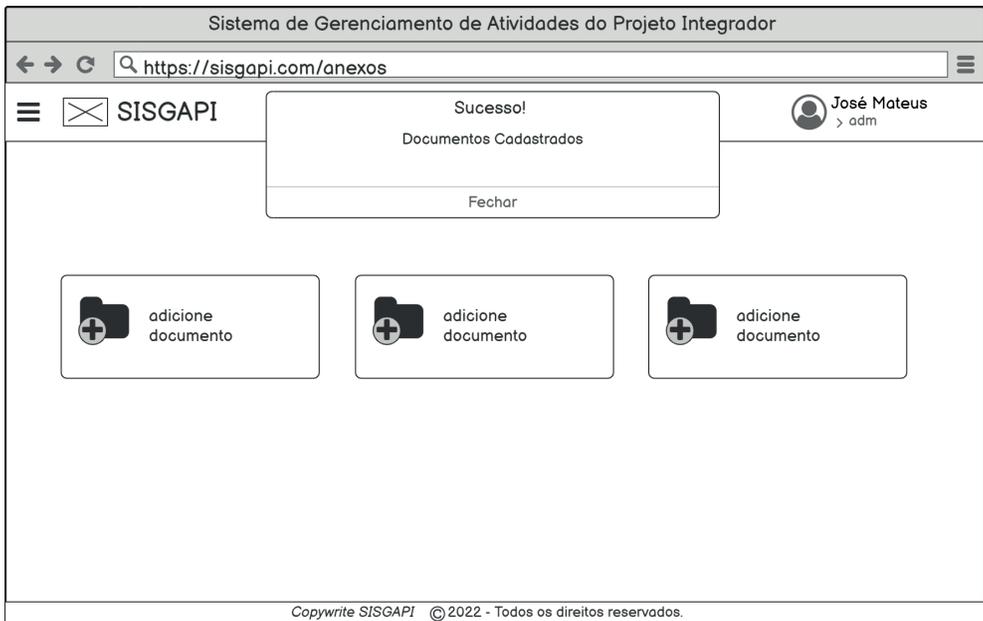
Stakeholders e seus interesses: Adicionar documentos necessários.

Fluxo Básico: Adicionar documentos.

Extensões:

1. Acesso ao menu lateral "RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)".

3.1.41 RF 41 - Tela Adicionar Apoio Ao Projeto (sucesso)



Escopo: Tela de documentos adicionado com sucesso.

Stakeholders e seus interesses: Obter a informação de que foi adicionado com sucesso.

Fluxo Básico: Fechar o aviso.

3.1.42 RF 42 - Tela Agendar Banca

The screenshot displays a web browser window with the URL `https://sisgapi.com/agendar-banca-qualificacao`. The page header includes the SISGAPI logo and the user profile of José Mateus (adm). The main content area features a form titled "Agendar banca" with the following fields and controls:

- projeto:** A dropdown menu with the placeholder text "Selecione um projeto para qualificação".
- local:** A text input field with the placeholder text "digite o local".
- membros:** A text input field with the placeholder text "digite os membros da banca".
- Qualificação / Defesa:** Two radio buttons, "Qualificação" and "Defesa", for selecting the type of meeting.
- data:** A date selection field with slashes (//) and a calendar icon.
- Enviar:** A button to submit the form.

At the bottom of the page, there is a footer with the text: "Copywrite SISGAPI © 2022 - Todos os direitos reservados."

Escopo: Tela de agendar banca.

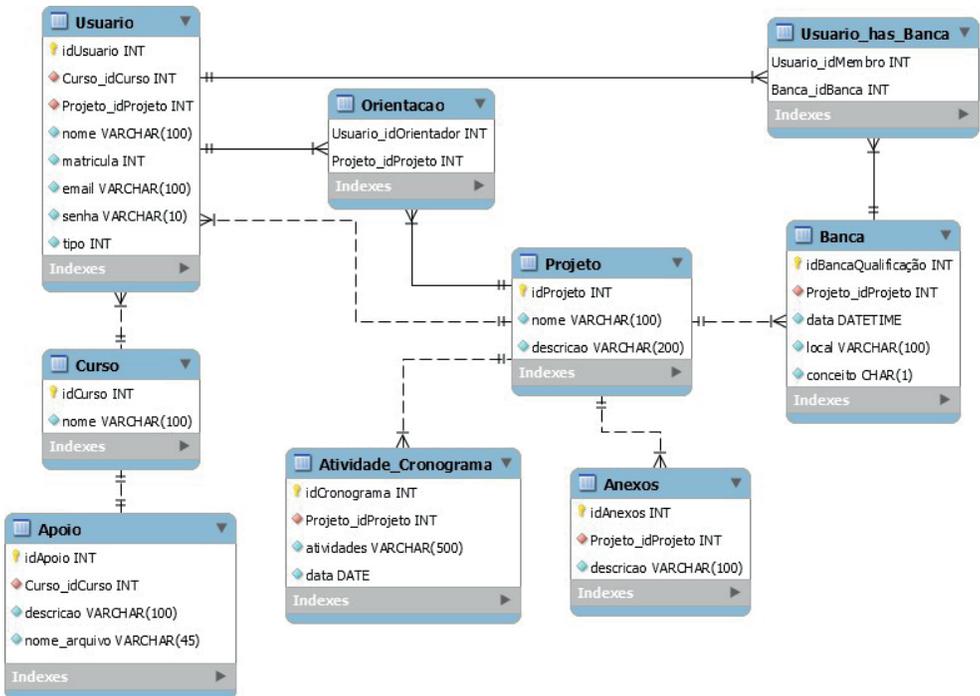
Stakeholders e seus interesses: Selecionar o projeto, adicionar o local e membros, selecionar qual tipo de banca e a data.

Fluxo Básico: Adicionar e selecionar os requisitos.

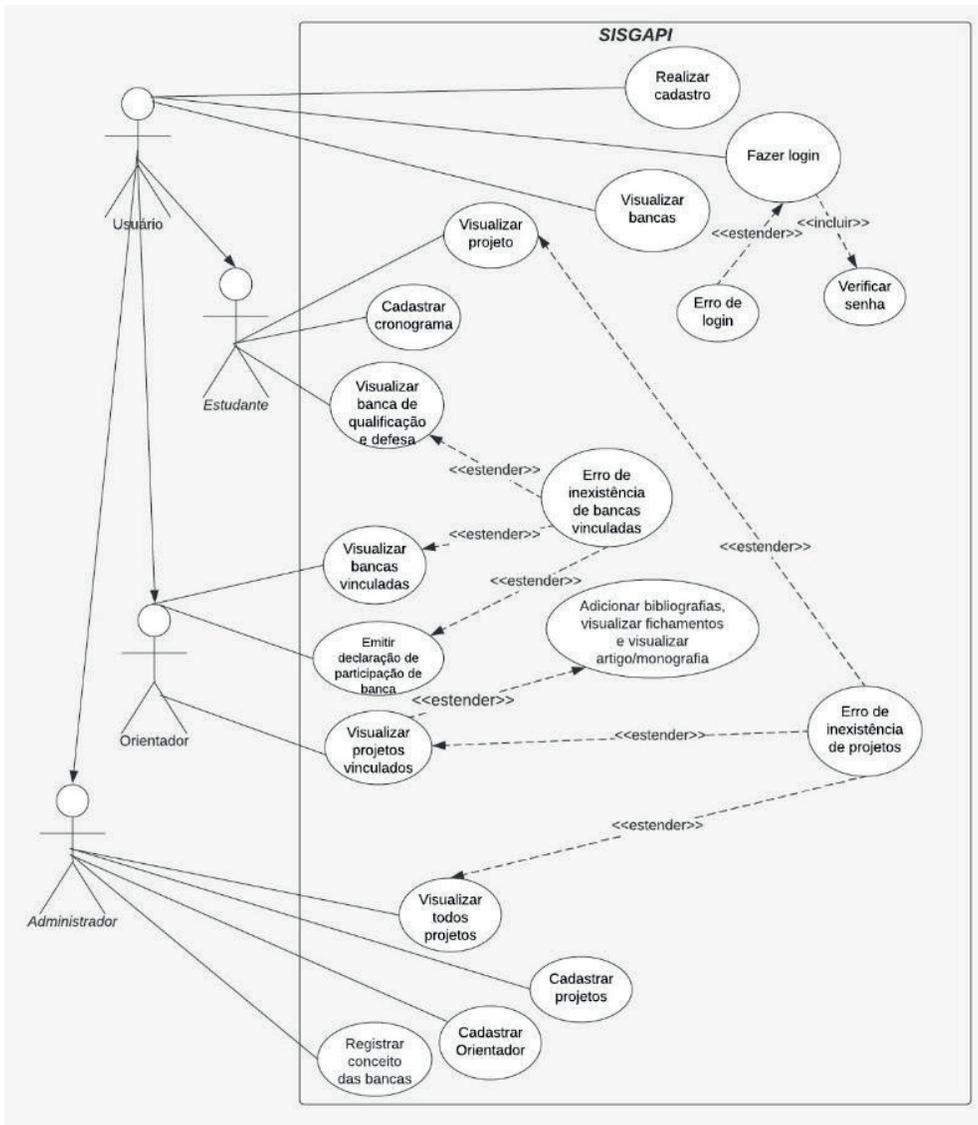
Extensões:

1. Acesso ao menu lateral "RF 31 - Tela Cadastrar Orientador (menu)".

5. Diagrama Relacional



6. Diagrama de Caso Uso



FABRÍCIO MORAES DE ALMEIDA: Possui graduação em Matemática pela UFMT (2000), Físico - Lei n. 13.691, de 10 de julho de 2018, Especialização em Física Básica - UFMT (2001), Esp. em Redes de Computadores - UNIRONDON (2009), mestrado em Física pela Universidade Federal do Ceará (2002) e Doutorado em Física pela UFC (2005), Pós-doutorado - UFMT/CNPq (2009). E também com formação em Engenharia de Computação/Produção. Têm várias pesquisas científicas com temas de Engenharia Elétrica, Computação/Produção; Inovação, Modelagem, Gestão e Desenvolvimento Regional; Modelagem Matemática/Computacional e pesquisas interdisciplinares. É líder do grupo de pesquisa GEITEC/UFRO. Já orientou dezenas de teses e dissertações. Adicionalmente, centenas de publicações científicas em diversas revistas internacionais e nacionais. É membro do **International Institute of Systemics, Cybernetics, and Informatics (IIIS) – U.S.A**, para saber mais acesse: <https://www.iiis.org/members1.asp>.

E as áreas de atuação, são: Ciência de dados e Engenharia; Engenharia de computação; Engenharia de Software, Engenharia Elétrica; Engenharia de Produção; Gestão, Tecnologia e Inovação; Modelagem e Ciências Ambientais; Sistema de Computação e Energia.

Ademais, têm especializações pela FUNIP (2020/2023), em: Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia de Controle e Automação Industrial; Engenharia de Software e Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Tem experiência com: consultoria de pesquisa, tecnologia, engenharia, inovação e negócios; mais de 20 anos de experiência com administração e gerência de empresas públicas e privadas; também com vasto conhecimento em gestão de projetos; mais de 22 anos de estudos/pesquisas com computação e análise de dados. Atualmente, é professor-associado 3 do departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Rondônia e docente do Programa de Pós-graduação: Doutorado/Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente - UFRO. Além disso, é Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial do CNPq - DTI Nível A. <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhorh/5959143194142131>

A

AI-based solutions and data analytics 58

Antena monopolo planar 2, 3

Artificial intelligence 42, 43, 52, 53, 54, 55, 59

Artificial neural networks 42, 43, 51, 71

ASSIN-2 dataset 62, 63, 67

Autism Spectrum Disorder (ASD) 42, 43

B

Back-end 24, 25, 26, 27, 30, 31, 34, 35, 36, 40, 89

Bidirectional Recurrent Neural Network (BRNN) 65

C

Computational models 42, 43

Controller (servlet) 87

D

Databases for ANN training 44

Development of the neural model 44

DHT22 sensor 25

Diagnoses of the CARS-BR scale 143

Digital tutor 53, 55

E

ESP32 microcontroller 25

Estrutura compacta 2

EXtreme Gradient Boosting 63, 64

F

Front-end 24, 25, 26, 27, 31, 37, 40, 41, 88, 89

G

Geometria circular 1, 2, 17

Geometria hexagonal 2, 17, 20

I

Integração com IoT 79

J

Java EE 89

L

Learning algorithm 42

Logistic regression 63, 64

M

Machine learning 53, 55, 62, 63, 64, 67, 68

Management system 81, 82

Model-View-Controller (MVC) 31, 87

N

Natural Language Inference (NLI) 62, 67

Nó sensor 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 37, 39, 40

P

Processos do sistema 86

Prototipação do SISGAPI 143

R

Redes neurais artificiais (RNA) 51, 70, 73, 76, 79

Robô Pepper 143

Robôs colaborativos 70, 72, 79, 80

Robótica cognitiva 71

S

Sensores de temperatura DS18B20 143

Sistema gerencial 81

Sistemas computacionais inteligentes 71

SoftBank Robotics 73

T

Tecnologia UWB 5

Temperatura 25, 26, 28, 29, 31, 32, 37, 39, 40, 143

Teoria de Agentes 71

Textual Entailment Recognition 62

Traditional BOW method 64

Transforming education 52

U

Umidade 25, 26, 28, 29, 31, 32, 37, 39, 40

V

VLSI (Very-Large-Scale-Integration) 76, 78

W

Web software 82

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

conceitos fundamentais e
aplicações práticas

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

conceitos fundamentais e
aplicações práticas

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br