

UBIQUIDADE

Revista de estudos sobre as Tecnologias de Informação e
Comunicação (TIC) Centro Universitário Padre Anchieta.

ISSN 2236-9031

Sobre a revista

Apresentação e editorial

Última edição

Edições anteriores

Normas

Chamada de trabalhos

Contato

UNIANCHIETA

Revista Ubiquidade

Data de publicação Dezembro/2024

Copyright © 2024 UniAnchieta

Expediente

A revista Ubiquidade é uma publicação semestral vinculada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do UniAnchieta, exclusivamente eletrônica, que pretende divulgar contribuições originais, teóricas ou empíricas, relacionadas às áreas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) e está aberta para trabalhos científicos de pesquisadores nacionais ou internacionais.

O envio de trabalhos para apreciação, assim como o pedido de informações, pode ser feito por meio do endereço: ubiquidade@anchieta.br

Editor

Prof. Dr. Juliano Schimiguel (UniAnchieta)

Conselho Editorial

Prof.a Dra. Aline Brum Loreto, Universidade Federal de Santa Maria-Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS)/RS

Prof.a Dra. Cecília Sosa Arias Peixoto, Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC), Campinas/SP

Prof. Dr. Carlos Adriano Martins, Unid - Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo/SP

Prof. Dr. Hélio Rosetti Júnior, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória/ES

Prof. Dra. Jane Garcia de Carvalho, Unid - Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo/SP

Prof. Dr. Josney Freitas Silva, UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Frutal/MG

Prof. Dr. Juliano Schimiguel, UniAnchieta e Univ. Cruzeiro do Sul

Prof. Me. Juliano Silva Marçal, Centro Universitário Anchieta, Jundiaí/SP

Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Teófilo Otoni/MG

Prof.a Dra. Lucy Mirian Campos Tavares Nascimento, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Formosa/GO

Prof. Dr. Marcelo Eloy Fernandes, Universidade Nove de Julho, São Paulo/SP

Prof. Ma. Nádia Vilela Pereira, IFTO — Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas

Prof. Dr. Vivaldo José Breternitz, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo/SP

Prof.a Dra. Viviane Sartori, Universidad Europea del Atlántico (Uniatlantico), Salamanca, Espanha

Ubiquidade / Centro Universitário Anchieta – V.7, N.2, 2024 – Jundiaí: Unianchieta, 2024.

Semestral

ISSN 2236-9031

1. Ciência da Computação. 2. Sistemas de Informação. 3. Sistemas de Computação e Teleinformática.

CDU: 004(05)

Catálogo na Publicação

Bibliotecária Responsável – Pedro Henrique Carvalho Gomes – CRB-8/10383.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998. É permitida a reprodução e distribuição desta obra, desde que para fins educacionais e integralmente mantidas as informações autorais. É vedado seu uso comercial, sem prévia autorização, por escrito, dos autores e da Editora.

Prefácio

Neste número V.7, N.2 (2024) - Ago/Dez, da Revista Ubiquidade, trazemos artigos relevantes, de pesquisadores com forte atuação acadêmica. Podemos citar autores destas instituições: Universidade Cruzeiro do Sul (São Paulo/SP), Centro Universitário Anchieta (Unianchieta), Faculdade Engenheiro Salvador Arena (São Bernardo do Campo/SP), Instituto de Energia e Ambiente (Universidade de São Paulo, IEE/USP), Logos University International (UNILOGOS), entre outros.

No artigo “Sistema de Monitoramento de Baterias visando Conscientização do Uso e a Sustentabilidade”, os autores Santos, Ribeiro e Oliveira, apresentaram as etapas envolvidas na criação de um sistema de monitoramento de baterias em tempo real utilizando IoT (Internet das Coisas). Esse sistema teve como principal objetivo apoiar as pessoas a melhorar a utilização deste recurso cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. O circuito escolhido para o sistema envolveu um divisor de tensão montado com resistores e foi projetado baseado na plataforma ESP-32.

O artigo “A Inteligência Artificial e a Obsolescência Docente”, de Konrad, Martins, Silva e Schimiguel, visa possibilitar a compreensão sobre a relação entre a Inteligência Artificial (IA) e a sua aplicabilidade na área de Educação. Além disso, o trabalho busca entender o papel do professor nesse processo, e detectar as necessidades de infraestrutura para sua implementação, e verificar como a IA pode apoiar o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais nos processos educacionais.

O artigo “Um Estudo sobre Seleção, Dimensionalidade e Rotulação de Amostras em Aprendizado de Máquina baseado em Instâncias”, de Barbosa, apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre seleção, dimensionalidade e rotulação de amostras em aprendizado de máquina baseado em instâncias. Onde 27 estudos foram analisados de acordo com as abordagens utilizadas. Os resultados apontaram avanços na solução do problema e questões de pesquisas para a área de aprendizado de máquina e relacionadas.

Já no artigo intitulado “Sistemas ERP na Tomada de Decisões: uma Análise de suas Implicações”, o autor Raposo analisa as vantagens e desafios dos sistemas de ERP, destacando sua relevância estratégica. A metodologia incluiu uma revisão de literatura sobre a adoção e impactos desses sistemas em diversos setores. A pesquisa indicou que os ERP melhoram a eficácia operacional, integram dados e oferecem suporte analítico, possibilitando decisões mais precisas. No entanto, desafios como altos custos e necessidade de atualização contínua foram identificados.

Finalmente, no artigo “Sistema de Identificação utilizando Luvas com Sensores”, de Costa, Mercúrio, Santana, Silva e Valdo, os autores propõem o desenvolvimento de uma

luva equipada com sensores, capaz de identificar os movimentos correspondentes ao alfabeto manual e aos numerais de Libras. O objetivo foi oferecer uma solução tecnológica acessível que traduza os gestos em áudio no idioma português, contribuindo para a eliminação de barreiras de comunicação entre pessoas surdas e ouvintes.

Sumário

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BATERIAS VISANDO CONSCIENTIZAÇÃO DO USO E A SUSTENTABILIDADE (Jonnathan Saldanha dos Santos, Lucas Rocha Ribeiro, Victor Inácio de Oliveira) 7

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A OBSOLESCÊNCIA DOCENTE (Márcia Regina Konrad, Carlos Adriano Martins, Anderson Barros da Silva, Juliano Schimiguel) 27

UM ESTUDO SOBRE SELEÇÃO, DIMENSIONALIDADE E ROTULAÇÃO DE AMOSTRAS EM APRENDIZADO DE MÁQUINA BASEADO EM INSTÂNCIAS (Douglas Willian Rittono Barbosa) 39

SISTEMAS ERP NA TOMADA DE DECISÕES: UMA ANÁLISE DE SUAS IMPLICAÇÕES (Cláudio Filipe Lima Raposo) 52

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZANDO LUVAS COM SENSORES (Bryan Lopes da Costa, Felipe Augusto Honorato Mercúrio, Giovana Maria Santana, Kelwin Daniel Ribeiro da Silva, Clayton Augusto Valdo) 62

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BATERIAS VISANDO CONSCIENTIZAÇÃO DO USO E A SUSTENTABILIDADE

BATTERY MONITORING SYSTEM AIMING TO AWARENESS USE AND SUSTAINABILITY

Jonnathan Saldanha dos SANTOS

061180024@ftt.cefsa.edu.br

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Lucas Rocha RIBEIRO

lucas_rocharibeiro@hotmail.com

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Victor Inacio de OLIVEIRA

Pro14724@cefsa.edu.br

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Resumo

O trabalho atual apresenta as etapas envolvidas na criação de um sistema de monitoramento de baterias em tempo real utilizando IoT. Esse sistema tem como principal objetivo apoiar as pessoas a melhorar a utilização deste recurso cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. O circuito escolhido para o sistema envolveu um divisor de tensão montado com resistores e foi projetado baseado na plataforma ESP-32. Além disso, um circuito de monitoramento disponível comercialmente foi usado para efeito de comparação. Apesar do circuito comprado não ter se mostrado adequado para integração, visto que fornece apenas indicação visual local através de LEDs, o circuito montado mostrou-se bastante consistente e suficientemente preciso, possibilitando a integração do mesmo a uma plataforma de IoT (Helix) para o acompanhamento remoto em tempo real da capacidade atual das baterias analisadas, por meio de dashboards e aplicações mobile (Telegram).

Palavras-Chave

Monitoramento em tempo real; Baterias; IoT.

Abstract

The current article presents the steps involved in creating a real-time battery monitoring system using IoT. This system's main objective is to support people to improve the usage of this resource, which is becoming more present in society. The circuit chosen for the project is based on voltage divider assembled with

resistors and using the ESP-32 platform. In addition, a commercial monitoring circuit was used for comparison purposes. While the commercial circuit proved to be inappropriate for integration with IoT, providing only visual indication throughout LEDs, the assembled circuit proved to be very consistent and sufficiently accurate, allowing its integration to an IoT platform (Helix) for real-time remote monitoring of the charge level of the analyzed batteries, through dashboards and mobile applications (Telegram).

Keywords

Real time monitoring; Batteries; IoT

INTRODUÇÃO

O crescente uso de equipamentos eletrônicos no cotidiano das pessoas fez com que as baterias se tornassem cada vez mais importantes, estando presentes em diversos equipamentos como telefones celulares, veículos elétricos e computadores pessoais (LYDON, 2018).

Sua concepção remonta a pilha proposta por Alessandro Volta (1745-1827) (BOYLESTAD, 2018), mas pode-se definir uma bateria como um conjunto de pilhas ligadas em série, ou seja, são dispositivos eletroquímicos nos quais ocorrem reações de oxirredução, produzindo uma corrente elétrica, sendo possível ainda, o processo de recarregamento.

Um dos principais problemas resultantes do crescente uso de baterias na sociedade refere-se ao seu descarte, visto que, por possuírem substâncias tóxicas em sua composição, podem contaminar o solo. Assim, o monitoramento de carga das baterias surge como uma ferramenta para auxiliar seu uso e possibilitar um melhor aproveitamento de energia ao longo de sua vida útil.

O monitoramento das baterias em tempo real pode, inclusive, permitir o uso dos dados de forma a gerar dados suficientes para utilizar em uma inteligência artificial (MORAES, 2020) que seja capaz de prever como está sendo o consumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Funcionamento de baterias

As baterias são um conjunto de pilhas ligadas em série, ou seja, são dispositivos eletroquímicos nos quais ocorrem reações de oxirredução, produzindo uma corrente elétrica. Podem ser chamadas ainda de pilhas secundárias, baterias secundárias ou acumuladores (DIAS, 2021).

As pilhas ou baterias primárias são as chamadas pilhas comuns, ou seja, aquelas que não podem ser recarregadas. As baterias, assim como as pilhas, apresentam um ânodo e um cátodo, ambos em contato com um eletrólito (na forma de solução ou em gel) (DIAS, 2021).

Como em qualquer pilha, na bateria ocorre a oxidação (perda de elétrons) em um eletrodo e a redução (ganho de elétrons) em outro. Essa reação acaba quando não existe mais o eletrodo de oxidação. Todavia, quando recebe uma descarga elétrica externa, o eletrodo da oxidação é formado novamente, ou seja, volta a existir, favorecendo um novo ciclo de oxidação e redução (DIAS, 2021).

As baterias de íon lítio tem sido utilizadas de forma específica em aparelhos smartphones e tablets, por apresentar uma maior durabilidade de carga, menor quantidade de substâncias utilizadas e uma menor ocorrência do efeito memória (DIAS, 2021).

2.2 Sustentabilidade das baterias

O perigo no descarte das pilhas e baterias está no fato de que, se descartadas incorretamente, elas podem ser amassadas, ou estourarem, deixando vaziar o líquido tóxico de seus interiores. Essa substância se acumula na natureza e, por não ser biodegradável, - o que significa que ele não se decompõe - pode contaminar o solo. (IDEC)

Qualquer tipo de bateria, seja ela automotiva, estacionária ou tracionária precisa seguir o procedimento correto de descarte. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) criou em 1999, a Resolução 257, que disciplina o gerenciamento ambientalmente adequado de baterias esgotadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. (MOURA BATERIAS, 2019).

Segundo o órgão, as baterias, após o seu esgotamento energético, devem ser entregues pelos clientes ou usuários ao fabricante ou distribuidor para que seja realizado o descarte seguro e ecologicamente correto. Isso é o que garante que os materiais pesados como metais e ácidos não contaminem aterros, rios e afluentes, e o lixo urbano. (MOURA BATERIAS, 2019)

2.3 Dispositivos controladores – Arduino e ESP-32

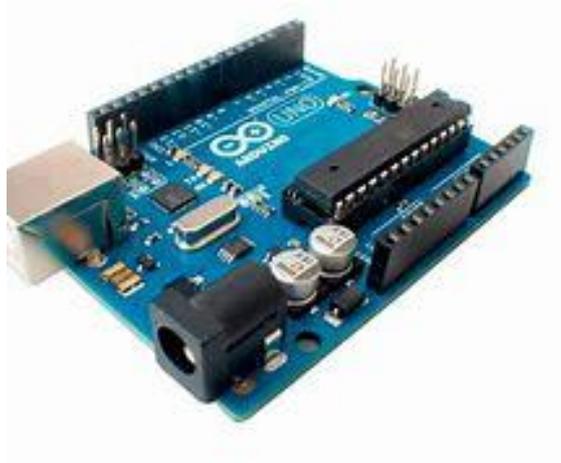
Os controladores de processo são adventos da automação industrial e como o próprio nome diz são responsáveis por controlar processos industriais ou parte deles por meio de algoritmos programáveis de controles específicos (GROUP PROMOTION, 2021).

Programação nada mais é que falar ao controlador quais decisões devem ser tomadas em cada circunstância. Para isso, escrevemos um código que segue uma sequência lógica de tomada de decisões que leva em conta as vareáveis que serão lidas e/ou controladas (MOTA, 2017).

Para programar essas placas, ou seja, ensiná-las a desempenharem as funcionalidades que você deseja, basta utilizarmos a sua IDE (ambiente integrado de desenvolvimento), que por sua vez, é um software onde podemos escrever um código em uma linguagem semelhante a C/C++, o qual, será traduzido, após a compilação, em um código compreensível pela placa (MOTA, 2017).

Existem hoje no mercado diversos tipos de placas integradas que podem ser programadas para diversas finalidades, como por exemplo, a placa Arduino ou a placa ESP-32. A placa Arduino uno pode ser vista na figura 1.

Figura 1. Controlador Arduino



Fonte: (AUTOR, 2023)

Na figura 2 é possível ver uma foto da placa de desenvolvimento ESP-32, sua vantagem em relação ao arduino uno está na conectividade, capacidade de processamento e custo.

Figura 2. Controlador Arduino



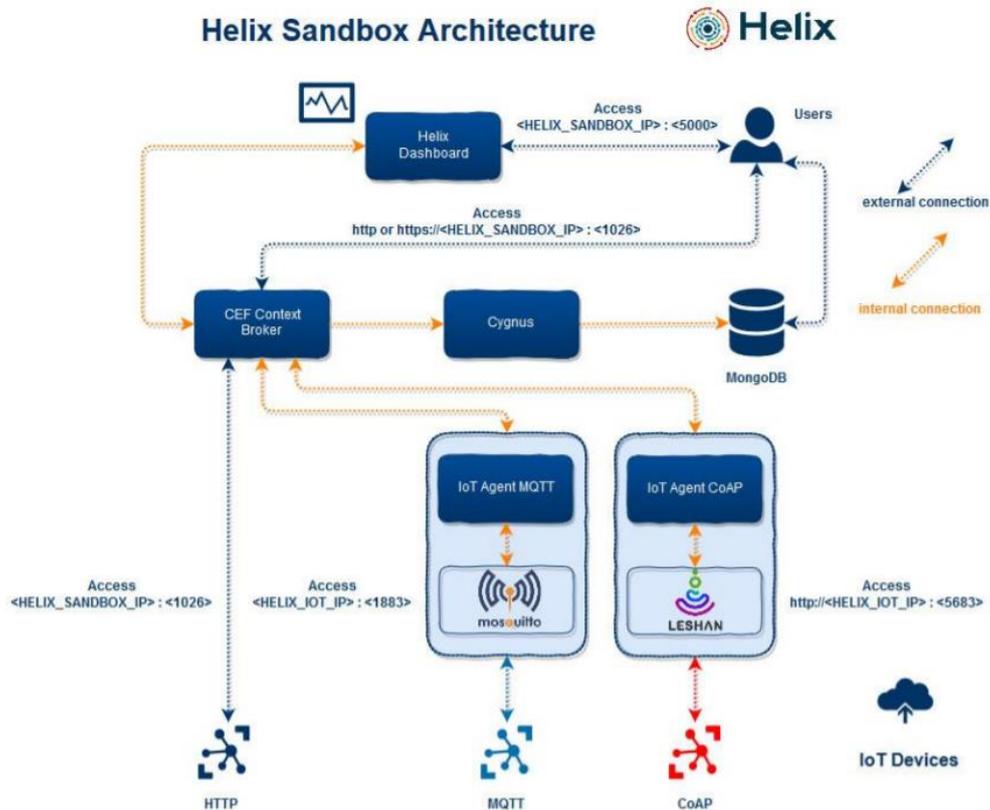
Fonte: (AUTOR, 2023)

2.4 Plataforma Helix

O Helix é uma plataforma de back-end gratuita para prototipagem rápida de aplicativos de ambientes inteligentes, no âmbito do IoT. Sua arquitetura visa ser uma solução leve e simples para garantir a interoperabilidade entre sistemas, através da adoção do padrão NGSI e do uso da tecnologia FIWARE. Na figura 3 abaixo, pode-se verificar o funcionamento de sua arquitetura em camadas, abrangendo desde os

diferentes protocolos de comunicação suportados (HTTP, MQTT e CoAP) até o uso de sistemas de banco de dados (MongoDB). (CABRINI, 2019).

Figura 3. Arquitetura do Sistema Helix

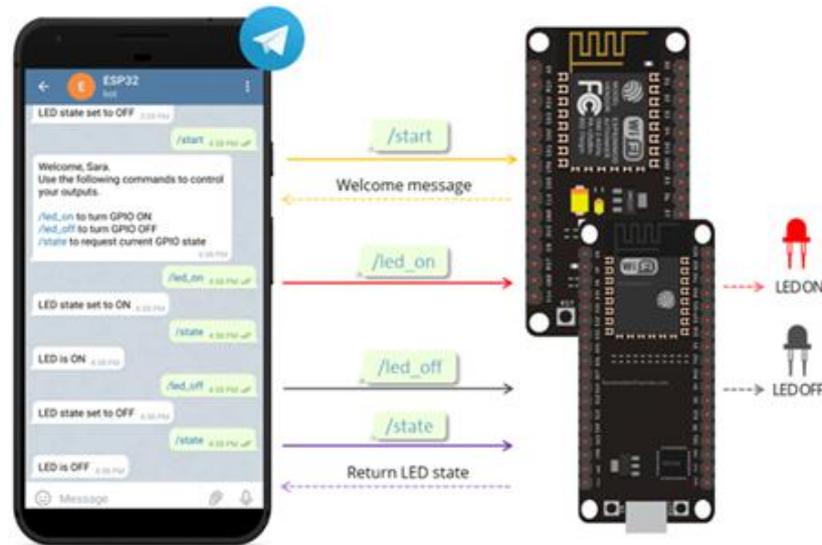


Fonte: (CABRINI, 2019)

2.5 Aplicativo Telegram

O Telegram é um aplicativo de mensagens instantâneas criado em 2013 com foco em velocidade e segurança, possuindo mais de 500 milhões de usuários ativos mensalmente. Disponibiliza ferramentas que possibilitam a criação de bots que conseguem interagir com usuários reais ou com microcontroladores através de mensagens e comandos.

Figura 4. Exemplo de comunicação utilizando o Telegram e a placa ESP-32



3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi proposto uma pesquisa sobre métodos de aferição do nível atual de cargas de baterias, para isso foi feita a divisão de temas uma vez que é possível realizar a medição através de um circuito integrado pronto ou realizar a montagem de um circuito capaz de realizar medições.

O carregamento completo de uma bateria pode ser chamado de 1 ciclo de carga. Normalmente as fabricantes estipulam a vida útil de suas baterias baseando-se na quantidade de ciclos de carga que elas suportam até que seu desempenho comece a ser comprometido. Além disso, a porcentagem de bateria restante mostrada nos aparelhos reflete a tensão presente na bateria, enquanto a estimativa de duração restante da bateria é feita comparando a corrente média de descarga da bateria com a porcentagem restante. Dessa forma, percebe-se que para o monitoramento da carga de uma bateria em um determinado instante, a maneira mais simples é medir sua tensão elétrica e comparar com a tensão nominal da bateria carregada.

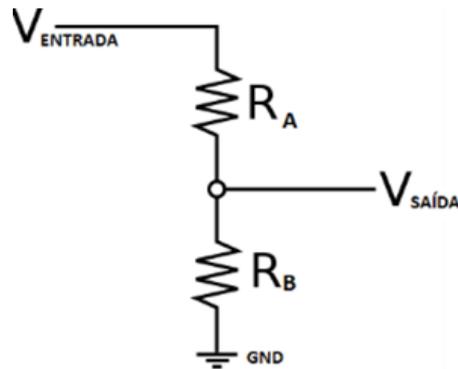
Partindo do princípio do divisor de tensão, buscou-se soluções comercialmente disponíveis que realizassem a medição da carga das baterias usando esse método. Foi encontrado um circuito integrado que realiza essa medição através de comparadores de tensão internos.

Após análise do circuito integrado, o circuito montado foi integrado ao sistema de IoT, utilizando as plataformas Helix e Telegram, e os resultados obtidos utilizando esses sistemas serão apresentados neste trabalho.

3.1 Divisor de tensão

Para monitorarmos a tensão DC de baterias será utilizado um circuito divisor de tensão, para realizar a medição de sua tensão elétrica, e juntamente com o Arduino. Um divisor de tensão é um circuito simples de 2 resistores em série (R_A e R_B) conectados ao GND. A tensão de saída é uma fração fixa da tensão de entrada. A tensão de entrada V_e é conectada a R_A , e o segundo terminal de R_B pode ser conectado ao GND, conforme a Figura 5. (BOYLESTAD, 2018).

Figura 5. Divisor de tensão



Fonte: (AUTOR, 2023)

A tensão de saída “Vs” é medida na conexão entre RA e RB, e sempre será uma fração de VA proporcional à relação entre esses 2 resistores, com base na fórmula abaixo:

$$V_{saída} = V_{entrada} \times R_B \div (R_A + R_B)$$

Portanto a relação entre RB e a soma de RA e RB rege a relação entre a tensão de entrada e a de saída.

Ao selecionar os resistores RA e RB para medições de tensões positivas nas portas analógicas do Arduino, é importante levar em consideração dois critérios:

1. Quanto maior a soma entre RA e RB, menos o circuito de medição irá interferir nas propriedades sendo medidas.
2. O valor de Vs (saída) para a maior tensão Ve (entrada) possível no circuito sendo medido deve ser menor ou igual à 5V, para evitar danos à porta analógica do Arduino.

Para garantir o primeiro critério, deve-se escolher para RA um resistor com um valor alto. Para a montagem do circuito foi utilizado um resistor de 1MΩ. Para atender ao segundo critério, uma vez já definido o valor de RA, deve-se resolver a equação para saber o valor de RB correspondente ao máximo Ve (tensão de entrada) possível, e uma Vs (tensão de saída) de 5V que é o limite que pode ser lido na porta analógica do Arduino. O cálculo de RB é demonstrado abaixo:

$$V_s = V_e \times R_B \div (R_A + R_B)$$

$$5 = 12 \times R_B \div (1.000.000 + R_B)$$

$$5 \div 12 = R_B \div (1.000.000 + R_B)$$

$$12 \times R_B = 5.000.000 + 5 \times R_B$$

$$7 \times RB = 5.000.000$$

$$RB = 714K\Omega$$

Para auxiliar na programação do Arduino foi necessário calcular um valor de relação entre os resistores utilizando a seguinte equação:

$$Ve \div Vs = (RA + RB) \div RB$$

Como já se têm os valores de RA e de RB, pode-se calcular essa relação, que será $(1.000.000 + 714.000) \div 714.000$, que resulta em 2,4. Isso significa que, para saber o valor da Ve basta multiplicar o valor da Vs por 2,4.

3.2 Circuito Comercial

Existem no mercado alguns circuitos integrados que realizam o monitoramento de baterias, como o CI KA2284 (ELECROW, 2024) que funciona através de comparadores de tensão internos, alterando suas saídas de acordo com a variação de tensão dentro de uma faixa (ajustado através de um potenciômetro). A figura 6 a seguir mostra uma imagem desse circuito.

Figura 6. Placa com o CI KA2284



Fonte: (ELECROW, 2024)

Os componentes presentes na placa também são vendidos separadamente, através de um kit, conforme figura 7.

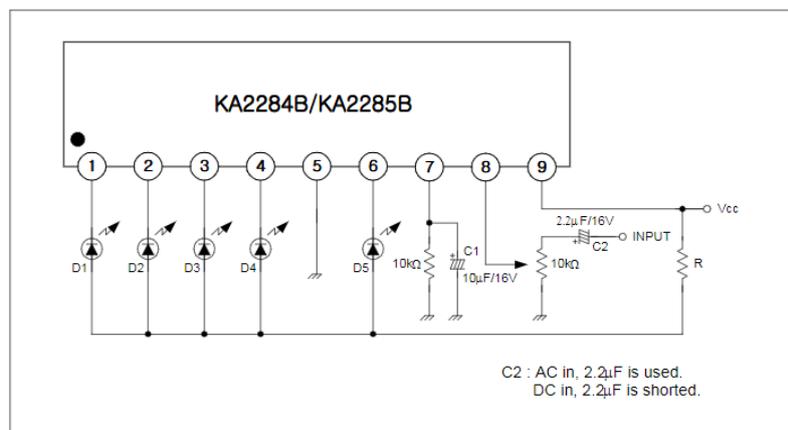
Figura 7. Componentes que podem ser adquiridos separadamente



Fonte: (ELECROW, 2024)

O esquema de ligação do circuito contendo o CI KA2284 segue a figura 8, e consiste no CI, LEDs conectados nas 5 saídas do CI, 3 resistores e 2 capacitores. Vale ressaltar que o circuito possibilita a medição em corrente contínua e em corrente alternada, sendo que essa escolha é feita através de um jumper, presente na placa.

Figura 8. Esquema de um circuito de teste contendo o CI KA2284



Fonte: (ELECROW, 2024)

Para que pudessem ser feitos testes, o datasheet do CI KA2284 foi pesquisado e do mesmo extraiu-se os valores máximos de operação do CI, conforme figura 9. Considerando que as baterias apresentam tensão contínua, os principais dados para nossa análise foram a máxima tensão contínua suportada pelo CI, que é 18V e a tensão recomendada de operação, entre 3,5V e 12V.

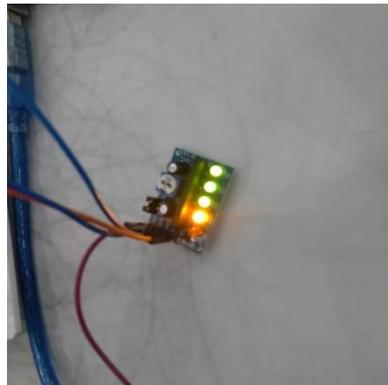
Figura 9. Características do CI KA2284**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)**

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	18	V
Amp Input Voltage	V _{6,5}	-0.5 ~ V _{CC}	V
Pin 7 Voltage	V _{7,5}	6	V
D Terminal Output Voltage	V _D	18	V
Circuit Current	I _{CC}	12	mA
D Terminal Output Current	I _D	20	mA
Power Dissipation	P _d	1100	mW
Operating Temperature	T _{OPR}	-20 ~ + 80	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-40 ~ + 125	°C

NOTE: 11mW/°C is decreased at higher temperature than T_g = 25°C.

Fonte: (ELECROW, 2024)

Com as características do circuito definidas, testes foram feitos utilizando uma fonte de alimentação para simular uma bateria, conforme figura 10 abaixo. Como a indicação do nível de carga é feita através de LEDs, variou-se a tensão na fonte e observou-se a tensão em que cada LED era aceso.

Figura 10. Características do CI KA2284

Fonte: (AUTOR, 2023)

3.3 Configuração da Plataforma Helix

Após os testes dos circuitos, partimos para a integração do sistema com a plataforma de IoT escolhida (Helix). Para tal, a mudança mais significativa no projeto foi a substituição da placa Arduino Uno pela placa NodeMCU ESP32, devido ao fato dela possuir maior poder de processamento e já apresentar diversas funcionalidades embarcadas, como conectividade WiFi.

Com a adequação do circuito feita, prosseguimos para a configuração do sistema Helix, seguindo as instruções disponíveis em seu repositório no GitHub, conforme figura 11 abaixo. O sistema pode rodar localmente, mas como nosso objetivo é um sistema acessível através da internet, é preciso utilizar uma máquina virtual.

Figura 11. Requisitos da máquina virtual para instalação do Helix

Requirements before Helix Sandbox NG installation

Use any local hypervisor like Virtual Box, VMware and KVM or if you need a global Internet access we suggest any Cloud Service Provider (CSP) like AWS, Azure or Google.

Minimum server configuration: 1 vCPU, 1GB RAM and 16GB HDD or SSD.

Compatible with most Linux distribution, but Ubuntu Server 18.04.5 LTS has been validated exhaustively for us.

You need to open all the ports below in the firewall settings at your CSP:

Port	Transport	Protocol
22	TCP	SSH
5000	TCP	Helix Web Interface
3030	TCP	Helix Orchestrator
22443	TCP	Helix Hardware Monitor
1026	TCP	CEF Context Broker
27000	TCP	MongoDB
5050	TCP	Cygnus
1883	TCP	Eclipse-Mosquitto
4041	TCP	IoT Agent MQTT

Fonte: (AUTOR, 2023)

A provedora de serviços de nuvem (CSP) utilizada foi a AWS, pertencente a empresa Amazon, que disponibiliza um plano para uso gratuito por estudantes. Assim, a máquina virtual (VM) foi criada, conforme figura 12 abaixo.

Figura 12. Máquina virtual criada na AWS

The screenshot displays the AWS Management Console interface for an EC2 instance. The instance is named 'Helix' and is in a 'Running' state. Key details include:

- Instance ID:** i-03b5cfcdbf7d67c2e
- Public IPv4 address:** 3.15.28.92
- Private IPv4 addresses:** 172.31.38.198
- Instance state:** Running
- Public IPv4 DNS:** ec2-3-15-28-92.us-east-2.compute.amazonaws.com
- Private IP DNS name (IPv4 only):** ip-172-31-38-198.us-east-2.compute.internal
- Instance type:** t2.micro
- Platform:** Amazon Linux 2
- AMI ID:** ami-28c4c6c4
- Monitoring:** Amazon CloudWatch

Fonte: (AUTOR, 2023)

Após a criação e configuração da VM, a plataforma Helix pôde ser instalada utilizando os comandos abaixo (figura 13), executados em um prompt de comando conectado à VM.

Figura 13. Comando para instalação do Helix

```
git clone https://github.com/Helix-Platform/Sandbox-NG.git
cd Sandbox-NG
./install.sh
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Por fim, o sistema foi iniciado através dos comandos presentes na figura 14.

Figura 14. Comando para iniciar o sistema

```
cd Sandbox-NG
./start.sh
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Com o sistema Helix instalado e em funcionamento, já é possível acessá-lo através de um navegador de internet, utilizando o endereço de IP da VM criada. No primeiro acesso ao sistema, uma tela solicitando o cadastro do usuário administrador e senha é exibida, conforme figura 15.

Figura 15. Tela do primeiro acesso ao sistema Helix

Welcome to Helix

First Name _____

Last Name _____

Username
admin

Password _____

Confirm Password _____

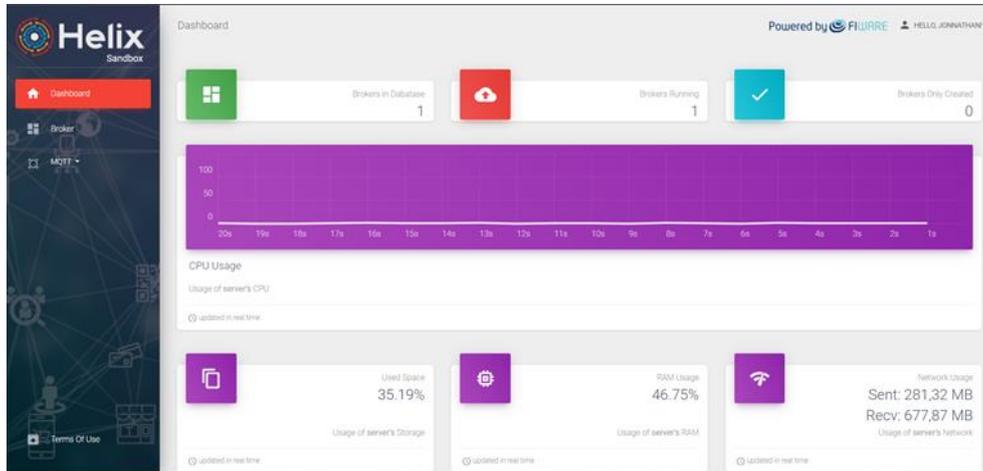
Register

Enter your data and choose a strong password to your admin user

Fonte: (AUTOR, 2023)

Após cadastro do usuário a tela do Dashboard de controle do Helix é exibida, permitindo a visualização de parâmetros como uso da CPU, memória RAM, quantidade de dados enviados e recebidos, além da configuração do Context Broker e do agente para comunicação MQTT (figura 16).

Figura 16. Dashboard de controle e visualização do sistema



Fonte: (AUTOR, 2023)

3.4 Integração do circuito ao Helix

Com o sistema de back-end (Helix) em funcionamento, seguimos para integração com o circuito desenvolvido. Essa integração se resume a correta programação do microcontrolador utilizado (ESP32), incluindo a conexão à rede WiFi, a definição dos parâmetros para a conexão com o Helix, a criação da entidade do sensor de bateria no ambiente do Helix e o envio dos dados gerados para o servidor, além do tratamento dos dados recebidos pelo divisor de tensão para a obtenção da tensão da bateria. Um trecho do código utilizado pode ser visualizado na figura 17 a seguir.

Figura 17. Trecho do código utilizado no ESP32 para integração com o Helix

```

void loop(){
float tensao_esp;
int circuito = 34;

tensao_esp = (float(analogRead(circuito))/4095)*3.3; //3300 É A TENSÃO FORNECIDA
TensaoBateria = tensao_esp * relacao_divisor_tensao+0.35;
Serial.println("A tensao da bateria é de: " + String(TensaoBateria));
delay(500);

char msgTensao[20];
dtostrf(TensaoBateria,4,2,msgTensao);
Serial.println("Updating data in orion...");
orionUpdate(deviceID, msgTensao);
Serial.println("Finished updating data in orion...");
Serial.println(msgTensao);

void orionCreateEntitie(String entitieName) {

String bodyRequest = "{\"id\": \"\" + entitieName + "\", \"type\": \"sensor\", \"tension\": { \"value\": \"0\", \"type\": \"integer\"}}";
httpRequest("/entities", bodyRequest);
}

void orionUpdate(String entityID, String tensao){
String bodyRequest = "{\"tension\": { \"type\": \"float\", \"value\": \"\"+ tensao + \"\"}}";
String pathRequest = "/entities/" + entityID + "/attrs";
httpRequest(pathRequest, bodyRequest);
}

```

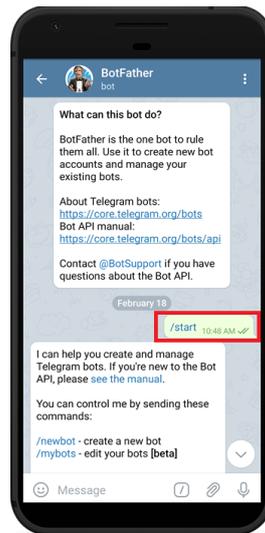
Fonte: (AUTOR, 2023)

3.5 Integração do circuito ao Telegram

A última integração do sistema envolve a plataforma de mensagens Telegram, para interação com o usuário. A configuração inicial é feita através da criação de uma conta no aplicativo Telegram disponível para dispositivos Android e IOS. Com a conta criada, é necessário criar um “bot”, que será responsável por realizar a interação com o usuário através do protocolo HTTPS. O ESP-32 irá interagir com o bot para o tratamento das mensagens recebidas e envio das respostas.

O bot pode ser criado de forma simples através da funcionalidade *BotFather* disponível no aplicativo, conforme Figura 18.

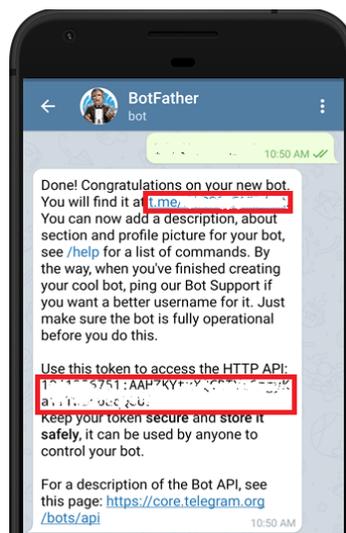
Figura 18. Criação de bot através do BotFather



Fonte: (AUTOR, 2023)

Após a criação do bot, será gerado o endereço do bot bem como um token para o acesso HTTP API, que será incorporado ao código do microcontrolador ESP-32, a figura 19 ilustra esse processo.

Figura 19. Endereço e token de acesso do bot.



Fonte: (AUTOR, 2023)

Na interface de programação do ESP-32 é necessário instalar as bibliotecas que auxiliarão na integração com o Telegram, a ArduinoJson e a Universal Telegram Bot Library, que possuem os protocolos utilizados para a comunicação entre os sistemas.

Por fim a programação contendo os parâmetros do bot criado (endereço e token de acesso) e a definição das ações executadas a partir de cada comando é criada, consistindo no acionamento do sistema de indicação visual através de LEDs através dos comandos /ledon e /ledoff e no envio das informações referentes a carga da bateria através do comando /status, conforme figura 20.

Figura 20. Trecho do código utilizado no ESP32 para integração com o Telegram

```
// Pessoa que está enviando a mensagem
String from_name = bot.messages[i].from_name;
if (from_name == "") from_name = "Convidado";

// Tratamento para cada tipo de comando a seguir.

if (text == "/ledon") {

    bot.sendMessage(chat_id, "Leds ligados", "Markdown");
    ledStatus = 1;
}

if (text == "/ledoff") {

    bot.sendMessage(chat_id, "Leds desligados", "Markdown");
    ledStatus = 0;
}

if (text == "/status") {
    String message = "Os Leds estão ";
    if (ledStatus){
        message += "ligados";
    }else{
        message += "desligados";
    }
    message += "\nA tensao da bateria é de: " + String(TensaoBateria) + " V";
    bot.sendMessage(chat_id, message, "Markdown");
}
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O circuito contendo o CI KA2284 possui um potenciômetro para se ajustar a tensão máxima a ser medida (quando todos os LEDs estarão acesos), que foi definida em 12V, porém o acionamento dos LEDs não é feito linearmente conforme a variação da tensão, seguindo a tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Quantidade de LEDs acesos conforme a tensão na fonte (CI KA2284)

Tensão na fonte (V)	0	1,7	3,1	5,8	8,2	11,7	12
LEDs acesos	0	1	2	3	4	5	5

Após a checagem e validação dos dados gerados pelo circuito, nota-se que o circuito divisor de tensão é o mais adequado para a integração com um sistema de IoT (M. A. Fabrício, 2020), visto que o circuito comprado só consegue transmitir a tensão da bateria medida de maneira visual (LEDs), além de não possibilitar integração direta com outros sistemas.

Utilizando o circuito divisor de tensão e a placa ESP 32, foi feita a integração com a plataforma Helix previamente configurada, sendo que seu funcionamento pôde ser verificado através do monitor serial conforme figura 21, que informa as etapas de conexão à rede WiFi, criação da entidade do sensor da bateria e o envio dos dados para a nuvem.

Figura 21. Monitoramento do funcionamento do sistema através do monitor serial

```

15.84
Connecting to WiFi..
Connected WiFi network!
192.168.1.55
Creating iot_device_sensor_tensao_1 entitie...
A tensao da bateria é de: 7.77
Updating data in orion...
Orion URI request: http://3.15.28.92:1026/v2/entities/iot_device_sensor_tensao_1/attrs
{"tension": { "type": "float", "value": "7.77"}}
  
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

O sucesso no envio dos dados para a plataforma Helix foi verificado através do acesso através de outro computador ao endereço da VM criada, por meio do navegador de internet Firefox, conforme figura 22. Nota-se que o valor apresentado é exatamente igual ao valor enviado pelo circuito, comprovando o correto funcionamento do sistema.

Figura 22. Visualização dos dados enviados através do navegador de internet Firefox

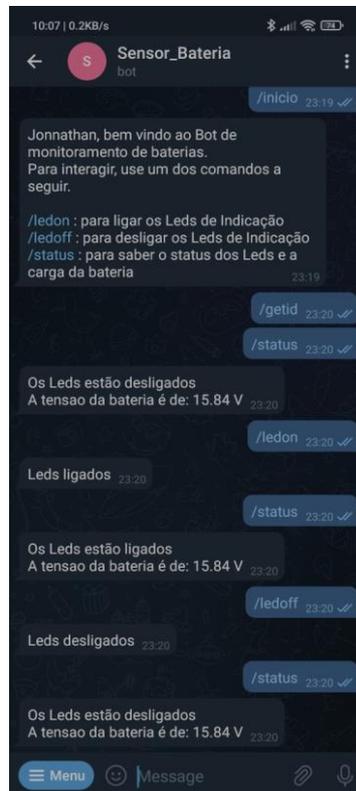
```

{
  "id": "iot_device_sensor_tensao_1",
  "type": "sensor",
  "tension": {
    "type": "float",
    "value": "7.77",
    "metadata": {}
  }
}
  
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Por fim a integração do sistema ao Telegram também pode ser verificada através de um smartphone que, após o envio dos comandos, recebeu as respostas do sistema corretamente e rapidamente, conforme figura 23.

Figura 23. Sistema em funcionamento



Fonte: (AUTOR, 2023)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente uso de dispositivos que utilizam baterias e os problemas decorrentes de seu descarte evidencia a necessidade de uma aplicação capaz de fornecer medições precisas acerca da capacidade de carga de uma bateria, auxiliando o usuário de forma a se extrair o máximo da bateria durante sua vida útil.

O sistema proposto, envolvendo tanto conceitos simples, como um circuito divisor de tensão, quanto complexos, como sua integração com plataformas de IoT, se mostrou capaz de fornecer as informações necessárias para o usuário, de maneira intuitiva e eficiente.

Ainda que a solução apresentada atenda os requisitos propostos, trata-se de um protótipo, passível de futuras melhorias, envolvendo especialmente seu tamanho e adaptabilidade em equipamentos eletrônicos existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- All Datasheet. **Electronic Components Datasheet Search.KA2284 Datasheet (PDF) - Samsung semiconductor.** Disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/37175/SAMSUNG/KA2284.html>. Acesso em: 05 out. 2021
- BAGULEY, R. **Entenda como funcionam as baterias de seus dispositivos móveis.** [S. l.], 22 mar. 2013. Disponível em: <https://computerworld.com.br/plataformas/entenda-como-funcionam-as-baterias-de-seus-dispositivos-moveis/>. Acesso em: 2 ago. 2021.
- BANZI, M. e SHILOH, M.. **Primeiros passos com o Arduino.** 2a. ed. São Paulo, Novatec, 2015.
- BOYLESTAD, R. L. Introdução à análise de circuitos. 13ª edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.
- CABRINI, F. H., DE BARROS CASTRO FILHO, A., FILIPPO FILHO, V., KOFUJI, S. T., & MOURA, A. R. L. P. (2019, August). **Helix Sandbox: An open platform to fast prototype smart environments applications.** In 2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference (SCLA) (pp. 1-6). IEEE.
- CABRINI, F. H., **Helix Platform.** Disponível em: <https://github.com/Helix-Platform/Sandbox-NG>. Acesso em 10 out. 2021.
- DIAS, D. L. **Baterias.** Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/baterias.htm>. Acesso em: 5 ago. 2021.
- ELECROW. **VU meter a LED, KA2284.** Disponível em: <https://www.elecrow.com/download/VU%20meter%20a%20led,%20KA2284.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2024.
- GROUP PROMOTION. **O que são controladores na automação industrial?** Disponível em: <http://www.group-promotion.com/o-que-sao-controladores-na-automacao-industrial/>. Acesso em: 3 ago. 2021.
- ISIDOR, B., **Batteries in a Portable World**, 4a. ed., United States, Cadex Electronics Inc.,2019.
- LYDON, Bill (ed.). **Automated guided vehicles improve production: technological advances bring greater flexibility.** InTech Magazine - ISA, [S.l.], v. 15, n. 15, ago. 2018. Disponível em: <https://www.isa.org/intech-home/2018/july-august/features/automated-guided-vehicles-improveproduction>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- M. A. FABRÍCIO, F. H. BEHRENS AND D. BIANCHINI, **Monitoring of Industrial Electrical Equipment using IoT**, in IEEE Latin America Transactions, vol. 18, no. 08, pp. 1425-1432, August 2020, doi:10.1109/TLA.2020.9111678.
- MOTA, A. **O que é arduino e como funciona?** Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- MOURA BATERIAS, **Descarte de baterias: o jeito certo de fazer e porque isso importa.** 23 jul. 2019. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/descarte-de-baterias/>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- MORAIS, D., OLIVEIRA, V., JUNGER, A., & FACÓ, J. (2020). **CONCEITO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL USADO NO MERCADO DE SOFTWARES, NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E NA LITERATURA CIENTÍFICA.** Educação Profissional e Tecnológica em Revista, 2, 98-109. doi:<https://doi.org/10.36524/profept.v4i2.557>
- ROCHA, F. B. et al., **Plataforma de comunicação sem fio aplicada a sistemas de irrigação.** Holos, v. 5, p. 260-273, 6 out. 2014. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

SCHNEIDER ELECTRIC. **Analizador de Baterias**. Disponível em: <https://www.se.com/br/pt/product-range/62417-analisador-de-baterias/#overview>. Acesso em 05 ago. 2021

VASQUES, F. **Sistemas de Tempo-Real. Notas de curso realizado em agosto de 2006 na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, Brasil. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/DCA_STR/aulas/introd-STR.pdf. Acesso em 05 ago. 2021

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A OBSOLESCÊNCIA DOCENTE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND TEACHING OBSOLESCENCE

Marcia Regina KONRAD

konradmarcia@gmail.com

Instituto de Energia e Ambiente

Universidade de São Paulo, IEE/USP

Carlos Adriano MARTINS

ead.adriano@gmail.com

Postdoctoral in Education

Logos University International, UNILOGOS

Anderson Barros da SILVA

psicologo.andersonbarros@gmail.com

Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Cruzeiro do Sul

Juliano SCHIMIGUEL

schimiguel@gmail.com

Centro Universitário Anchieta

Universidade Cruzeiro do Sul

Resumo

A IA (Inteligência Artificial) aplicada à educação oferece um vasto potencial para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando personalização, suporte individualizado, análise de dados, criação de conteúdo e avaliação aprimoradas. No entanto, é fundamental adotar uma abordagem ética e garantir que a tecnologia seja usada como uma ferramenta para enriquecer a experiência educacional, mantendo o envolvimento humano como peça fundamental do processo. No entanto, é importante reconhecer que a IA na educação não deve substituir completamente o papel dos educadores. O envolvimento humano continua sendo fundamental para criar conexões emocionais, proporcionar orientação individualizada, desenvolver

habilidades sociais e transmitir valores fundamentais. A tecnologia deve ser vista como uma ferramenta complementar e não como um substituto para a interação humana na educação. Além disso, desafios éticos e preocupações devem ser levados em consideração. A proteção da privacidade dos dados dos alunos, a garantia de equidade no acesso à tecnologia e a necessidade de transparência e responsabilidade na implementação da IA são aspectos cruciais a serem abordados.

Palavras-Chave

IA. Educação. Obsolescência do professor. Responsabilidade. Tecnologia.

Abstract

AI (Artificial Intelligence) applied to education offers vast potential to enhance the teaching and learning process by providing personalization, individualized support, data analysis, improved content creation, and assessment. However, it is crucial to adopt an ethical approach and ensure that technology is used as a tool to enrich the educational experience, while maintaining human involvement as a fundamental part of the process. However, it is important to recognize that AI in education should not completely replace the role of educators. Human involvement remains essential to create emotional connections, provide individualized guidance, develop social skills, and impart core values. Technology should be seen as a complementary tool and not as a substitute for human interaction in education. In addition, ethical challenges and concerns must be taken into account. Protecting student data privacy, ensuring equitable access to technology, and the need for transparency and accountability in the implementation of AI are crucial aspects to be addressed.

Keywords

AI. Education. Teacher obsolescence. Responsibility. Technology.

INTRODUÇÃO

Indubitavelmente a inteligência artificial (IA) apresenta potencial para causar impactos significativos em várias áreas da sociedade, incluindo a educação. Quando se trata da obsolescência docente, ou seja, a ideia de que os professores podem se tornar obsoletos devido ao avanço da IA, é importante analisar os desafios e oportunidades envolvidos.

Realmente a IA pode automatizar grande número de tarefas que são tradicionalmente realizadas por professores. Por exemplo, sistemas de tutoria inteligente podem fornecer *feedbacks* personalizados aos alunos e adaptar o ensino às suas necessidades individuais. Além disso, *chatbots* e assistentes virtuais podem ajudar os alunos a obter respostas para suas perguntas básicas.

No entanto, é importante reconhecer que a educação vai além da simples transmissão de informações. Os professores desempenham um papel crucial na motivação dos alunos, no estabelecimento de conexões pessoais, na facilitação de discussões em sala de aula e no desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais. Essas são áreas em que a IA apresenta, atualmente, limitações.

A interação humana, a empatia e a compreensão emocional são elementos centrais na educação, e é improvável que a IA substitua completamente esses aspectos. Em vez disso, a IA pode ser usada como uma

ferramenta complementar para ajudar os professores a aprimorar suas práticas e propiciar uma educação mais personalizada e eficaz.

Outro aspecto importante a considerar é que a implementação da IA na educação requer infraestrutura, treinamento dos professores e políticas adequadas. Nem todas as escolas e regiões têm recursos suficientes para adotar a IA de forma ampla e eficiente. Portanto, é necessário investimento e planejamento cuidadoso para garantir que a tecnologia seja usada de maneira eficaz e equitativa.

Além disso, a IA tem o potencial de criar novas oportunidades para os professores. Por exemplo, eles podem usar ferramentas de análise de dados para identificar padrões de aprendizagem e adaptar suas estratégias de ensino. A IA também pode ajudar os professores a acessar recursos educacionais atualizados e colaborar com outros profissionais da área.

Neste contexto, os problemas de pesquisa estabelecidos para este estudo se estabelecem em: i) O contínuo avanço e utilização das tecnologias comunicacionais, em especial a Inteligência Artificial (IA), tornará os professores obsoletos para o desenvolvimento dos processos educacionais? e ii) Qual o papel do professor com relação a implementação da IA na Educação?

O objetivo principal determinado para o estudo é a compreensão sobre a relação entre IA e sua aplicação na Educação.

Os objetivos secundários são:

- i) compreender o papel do professor com relação a implementação da IA na Educação;
- ii) analisar o papel da IA na Educação;
- iii) observar as necessidades infraestruturais para implementação da IA na Educação;
- iv) verificar como a IA pode apoiar o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais nos processos educacionais.

A metodologia aqui adotada se estabelece em revisão bibliográfica sobre a temática proposta.

O tema se justifica por ser assunto com importante relevância educacional e social nas dinâmicas contemporâneas, além de ser foco de processos educacionais inovadores, assim como ser assunto sempre necessário na consolidação da democracia brasileira, da Educação, das diversas tecnologias comunicacionais, bem como da justiça e do bem-estar de cada cidadão brasileiro.

Este trabalho está estruturado a partir de sua Introdução, Referencial Teórico, além das Considerações Finais.

OBSOLESCÊNCIA DOS PROFESSORES FRENTE AO AVANÇO DA IA

Embora a inteligência artificial (IA) possa automatizar diversas tarefas educacionais, é improvável que ela torne os professores completamente obsoletos. Há várias razões pelas quais os professores continuam a desempenhar um papel essencial na educação, mesmo com o avanço da IA:

- Interação humana e empatia;
- Habilidades sociais e emocionais;

- Adaptação e personalização;
- Contexto e compreensão complexa;
- Ética, moral e valores.

Interação humana e empatia são fatores essenciais no estabelecimento das interações humanas, o que torna a educação um processo muito mais complexo do que apenas transmitir informações. Os professores são capazes de criar conexões pessoais com seus alunos, entender suas necessidades individuais e estabelecer apoio emocional, o que se estabelece a partir da interação humana e da empatia, que são elementos cruciais na educação, e a IA ainda não pode substituir tais aspectos.

Além do conhecimento acadêmico, os professores desempenham importante papel no desenvolvimento das habilidades sociais e emocionais de seus alunos (GARCIA, 2021). Eles os auxiliam a desenvolver habilidades de colaboração, comunicação e pensamento crítico, que são essenciais para o sucesso na vida. Essas habilidades são difíceis de serem ensinadas apenas por meio da IA.

Em decorrência destas habilidades os professores têm a capacidade de adaptar seu ensino de acordo com as necessidades individuais de cada aluno. Eles podem identificar pontos fortes e fracos, ajustar o ritmo de ensino e estabelecer suporte adaptado e personalizado. Embora a IA possa fornecer *feedback* automatizado, ainda é necessário o discernimento humano para adaptar a abordagem de ensino de acordo com as necessidades específicas dos alunos.

É preciso compreender que, atualmente, a IA ainda apresenta limitações em compreender e lidar com situações complexas e ambíguas. Os professores são capazes de trazer contexto para o ensino, explicar conceitos de forma mais abrangente e responder a perguntas complexas dos alunos. Eles também podem estimular discussões e debates em sala de aula, facilitando o pensamento crítico e a compreensão aprofundada.

Ainda é necessária a consideração da ética, da moral e dos valores sociais. Os professores desempenham papel fundamental na orientação de seus alunos em questões éticas, valores morais e responsabilidade social (FERNANDES e GOMES, 2021). A IA não possui a capacidade de transmitir esses aspectos fundamentais da educação, posto ser necessária a consideração de um complexo arcabouço humano, que ainda não pode ser interpretado em sua amplitude pela IA.

Assim, embora a IA apresente impacto significativo na educação, é improvável que os professores se tornem obsoletos devido ao avanço dessa tecnologia. Os professores continuam a proporcionar benefícios únicos, como interação humana, adaptação, ensino personalizado, contexto e desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais (GARCIA, 2021). A IA é uma ferramenta poderosa para auxiliar os professores, mas não pode substituir totalmente seu papel essencial na educação.

A inteligência artificial (IA) na educação pode oferecer benefícios que vão além da simples transmissão de informações. Algumas maneiras pelas quais a IA pode impactar positivamente a educação são:

- Personalização do ensino;
- *Feedback* e avaliação;
- Aprendizado adaptativo;
- Acesso a recursos educacionais;
- Colaboração e interação.

A IA pode adaptar o conteúdo de aprendizado às necessidades individuais dos alunos. Por meio da análise de dados e algoritmos avançados, a IA pode identificar lacunas de conhecimento, pontos fortes e preferências de aprendizagem de cada aluno. Com base nessas informações, pode possibilitar recomendações personalizadas e recursos de aprendizado adaptados para atender às necessidades individuais de cada aluno (PEREIRA e FERREIRA, 2022a, 2022b, 2022c).

Em se considerando processos como *feedback* e avaliação na Educação, a IA pode fornecer *feedback* instantâneo e personalizado aos alunos sobre seu desempenho. Isso permite que os alunos identifiquem áreas em que precisam melhorar e obtenham suporte adicional quando necessário. Além disso, a IA pode ajudar os professores a avaliar e analisar o progresso dos alunos de forma mais eficiente, economizando tempo e permitindo uma intervenção mais direcionada.

Outro ponto interessante ao se observar o uso da IA na Educação é o aprendizado adaptativo. Com a IA, os sistemas de aprendizado podem se adaptar ao ritmo de cada aluno. A IA pode identificar quando um aluno está tendo dificuldades em um conceito específico e oferecer explicações adicionais, exemplos ou atividades para reforçar o entendimento (RIBEIRO, 2022). Da mesma forma, se um aluno está progredindo rapidamente, a IA pode apresentar desafios mais complexos para mantê-lo engajado e estimulado.

Do mesmo modo, a IA pode ajudar os alunos a encontrar recursos educacionais relevantes e de alta qualidade. Por meio da análise de dados e do uso de algoritmos de recomendação, a IA pode sugerir materiais de leitura, vídeos, cursos online e outros recursos que sejam adequados ao nível de habilidade e interesse de cada aluno.

Desta forma, a IA pode facilitar a colaboração e a interação entre os alunos. Por exemplo, ferramentas de IA podem permitir a colaboração em tempo real em projetos, estimular discussões em grupos *online* ou fornecer assistência em atividades de aprendizagem em equipe.

Contudo, se faz fundamental ressaltar que a IA não substitui a presença e a orientação de um professor. Em vez disso, ela atua como uma ferramenta para melhorar a experiência de aprendizagem, proporcionando suporte personalizado e ampliando as capacidades dos professores. A combinação da expertise humana com os benefícios da IA pode criar um ambiente educacional mais eficaz, envolvente e adaptado às necessidades individuais dos alunos (SILVA e ALMEIDA, 2021a, 2021b, 2021c).

O Papel dos Professores como Elemento Motivador e a IA

O papel dos professores como motivadores é essencial na educação, e a inteligência artificial pode desempenhar significativo papel complementar nesse sentido. Embora a IA possa oferecer suporte personalizado e adaptativo, ela ainda não pode substituir completamente o papel do professor como motivador.

Os professores têm a capacidade de criar conexões pessoais com os alunos, entender seus interesses, metas e desafios individuais, e ofertar o apoio emocional necessário (GARCIA, 2021). Essa interação humana e empatia são elementos cruciais para manter os alunos motivados e engajados na aprendizagem.

A IA pode ajudar os professores a melhorar sua capacidade de motivação, fornecendo informações sobre o progresso do aluno, identificando áreas em que o aluno pode estar enfrentando dificuldades e oferecendo recursos adicionais para apoiar seu desenvolvimento. Além disso, a IA pode ajudar a criar experiências de

aprendizagem mais interativas e envolventes (ALVES e PEREIRA, 2021), através de simulações, jogos educacionais e recursos multimídia.

No entanto, é importante reconhecer que a motivação é um aspecto complexo e individual. Cada aluno é único e pode ser motivado de maneiras diferentes. Os professores possuem habilidades interpessoais e conhecimento contextual que lhes permitem adaptar sua abordagem e aplicar estratégias de motivação mais adequadas para cada aluno.

A IA pode fornecer *insights* e recomendações, mas o papel do professor em interpretar e aplicar essas informações de maneira relevante e significativa é essencial. Os professores também podem auxiliar os alunos a desenvolver habilidades de autorregulação, definir metas, superar desafios e descobrir sua própria motivação intrínseca para aprender.

Portanto, a IA pode complementar o papel dos professores como motivadores na educação, fornecendo informações e recursos personalizados. No entanto, a interação humana, a empatia e a capacidade de adaptação dos professores continuam sendo componentes cruciais para entender as necessidades individuais dos alunos, criar conexões pessoais e estabelecer o apoio emocional necessário para manter os alunos motivados e engajados na aprendizagem.

IA no Estabelecimento de Conexões Pessoais, na Facilitação de Discussões em Sala de Aula e no Desenvolvimento de Habilidades Sociais e Emocionais

A inteligência artificial (IA) tem potencial para auxiliar no estabelecimento de conexões pessoais, facilitação de discussões em sala de aula e no desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais dos alunos. Embora a interação humana seja fundamental nesses aspectos, a IA pode complementar o trabalho dos professores de diversas maneiras (OLIVEIRA e SANTOS, 2020a, b, c).

A IA pode ajudar a facilitar discussões em sala de aula, especialmente em ambientes online. Por exemplo, plataformas de IA podem permitir que os alunos compartilhem ideias, façam perguntas e participem de discussões moderadas por um assistente virtual. Essas ferramentas podem ajudar a ampliar a participação dos alunos, garantir que todos tenham a oportunidade de contribuir e fornecer *feedback* imediato.

Da mesma maneira, a IA pode desempenhar um papel na tutoria e orientação personalizada dos alunos, ajudando-os a desenvolver habilidades sociais e emocionais. *Chatbots* educacionais, por exemplo, podem oportunizar certo grau de suporte emocional aos alunos, oferecer estratégias para lidar com o estresse ou ansiedade, ou até mesmo ajudar a resolver conflitos interpessoais. Além disso, sistemas de tutoria inteligente podem adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, ajudando-os a desenvolver habilidades sociais, como a colaboração e a comunicação eficaz.

A partir da análise de dados e *feedbacks*, a IA analisa matematicamente dados coletados de interações com os alunos para fornecer *insights*, que podem ser significativos e valiosos aos professores sobre o progresso dos alunos em habilidades sociais e emocionais, contudo, não os substitui em sua integralidade. Por exemplo, a IA pode analisar a participação dos alunos em discussões, suas respostas emocionais a determinados estímulos ou seu nível de colaboração em atividades em grupo, desde que tais respostas sejam desenhadas em algoritmos. Essas informações podem ser utilizadas pelos professores para oferecer *feedback* personalizado e planejar intervenções específicas.

A IA pode ser usada em conjunto com ferramentas de simulação e realidade virtual para criar experiências imersivas que permitam aos alunos praticar habilidades sociais e emocionais em ambientes simulados. Essas simulações podem ajudar os alunos a desenvolver empatia, tomada de decisão ética, resolução de problemas e outras habilidades fundamentais para interações sociais.

É importante destacar que, embora a IA possa apoiar o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais, a presença e orientação dos professores são essenciais para contextualizar, interpretar e estabelecer suporte humano nesse processo. A IA pode oferecer informações valiosas, mas é a interação humana que permite uma compreensão aprofundada e uma abordagem personalizada para o desenvolvimento dessas habilidades.

Necessidades Infraestruturais

A implementação da inteligência artificial (IA) na educação requer infraestrutura adequada para garantia de seu funcionamento eficaz. Alguns pontos importantes relacionados à infraestrutura necessária para a implementação da IA na educação são o acesso à tecnologia, sistemas de tecnologia da informação (TI) robustos, recursos computacionais, segurança e privacidade de dados, formação e capacitação dos professores, investimento e suporte contínuo (OLIVEIRA e SANTOS, 2020 a, b, c).

Para utilização da IA na educação, é necessário que as escolas tenham acesso a dispositivos tecnológicos, como computadores, *tablets* ou *smartphones*. Além disso, é importante ter acesso à internet de alta velocidade para permitir a conexão e o uso eficiente das ferramentas de IA, o que pode ser interpretado como uma das desvantagens da ferramenta e reforço da não obsolescência do professor.

Desta forma, os sistemas de tecnologia da informação nas escolas devem ser capazes de lidar com os requisitos da IA, como armazenamento e processamento de grandes quantidades de dados. É necessária a disponibilização de infraestrutura de TI adequada, como servidores e sistemas de armazenamento em nuvem, para garantir o funcionamento adequado das aplicações de IA.

A execução de algoritmos de IA pode ser intensiva em termos de recursos computacionais. Portanto, é importante que as escolas tenham dispositivos com capacidade de processamento e memória adequados para suportar o uso da IA, como posto anteriormente.

Outro ponto significativo e que requer demanda de atenção específica é que a IA na educação requer medidas robustas de segurança e privacidade de dados. As escolas devem garantir que as informações dos alunos sejam protegidas e tratadas de acordo com as leis e regulamentos de proteção de dados vigentes no Brasil, ainda mais em se tratando de alunos.

Cabe ressaltar que questões relacionadas a infraestrutura não se limitam apenas a *hardwares* e *softwares*. Os professores também precisam receber formação e capacitação adequadas (GARCIA, 2021) para utilizar a IA de forma eficaz na sala de aula. Programas de desenvolvimento profissional devem ser implementados para auxiliar os educadores a compreender e utilizar as ferramentas de IA de maneira adequada, sem temerla como elemento de substituição em suas atividades e funções.

Outro ponto relevante é o investimento e suporte contínuo. A implementação da IA requer investimento financeiro para aquisição de equipamentos, *softwares* e infraestrutura de suporte. Além disso, a importância do suporte técnico adequado para solucionar problemas e atualizar os sistemas de forma contínua é o diferencial entre a utilização eficaz da IA ou de sua simples aquisição e promoção por *status* ou modismo.

É fundamental que governos, instituições educacionais e outros responsáveis pela educação reconheçam a importância da infraestrutura adequada e invistam nos recursos necessários para aproveitar os benefícios da IA na educação. Isso garantirá que a implementação da IA seja realizada de forma eficiente e equitativa, beneficiando tanto alunos quanto educadores.

Treinamento dos Professores e Políticas adequadas em IA

O treinamento dos professores e a implementação de políticas adequadas são elementos essenciais para o uso eficaz da inteligência artificial (IA) na educação (a, b, c e SANTOS, 2020). É crucial oferecer treinamento e capacitação aos professores para que eles possam compreender os conceitos básicos da IA, conhecer as ferramentas e recursos disponíveis e desenvolver as habilidades necessárias para integrar a IA em suas práticas educacionais. Os programas de formação devem abordar tanto os aspectos técnicos da IA quanto suas aplicações pedagógicas, destacando como ela pode melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos (ALVES e PEREIRA, 2021).

Os professores devem desenvolver habilidades relacionadas à IA, como a capacidade de interpretar e analisar dados educacionais, compreender algoritmos de aprendizado de máquina e usar ferramentas de IA para personalizar o ensino (SILVA, 2022). Essas habilidades ajudarão os professores a tirar o máximo proveito da IA e a adaptar suas práticas de ensino de acordo com as necessidades dos alunos.

Promover a colaboração entre educadores e especialistas em IA é fundamental. Os especialistas em IA podem orientar os professores sobre as melhores práticas, fornecer suporte técnico e ajudar a desenvolver soluções personalizadas para atender às necessidades específicas de cada contexto educacional.

Assim, é necessário estabelecer políticas educacionais e regulamentações adequadas para orientar o uso da IA na educação. Isso inclui a definição de diretrizes éticas e de privacidade de dados, garantindo que as informações dos alunos sejam tratadas com segurança e respeito. Além disso, é importante desenvolver políticas que promovam a equidade e a inclusão (ALMEIDA e SILVA, 2022), garantindo que o uso da IA não amplie as desigualdades educacionais.

É necessário realizar avaliações regulares para monitorar o impacto da IA na educação. Isso envolve a coleta de dados sobre o desempenho dos alunos, a eficácia das ferramentas de IA e o *feedback* dos professores e dos próprios alunos. Essas informações ajudarão a ajustar e aprimorar as abordagens de IA adotadas, bem como a identificar áreas de melhoria.

É preciso ressaltar que a implementação efetiva da IA na educação requer investimento financeiro adequado, planejado e gestado com seriedade e responsabilidade. Os recursos devem ser alocados para o desenvolvimento de infraestrutura tecnológica, programas de treinamento de professores, pesquisa e desenvolvimento de soluções educacionais baseadas em IA, e para garantir que todas as escolas e alunos tenham acesso equitativo às oportunidades oferecidas pela IA.

Portanto, o treinamento dos professores e a definição de políticas adequadas são fundamentais para maximizar o potencial da IA na educação. Essas medidas garantirão que os educadores estejam preparados para utilizar a IA de forma eficaz, garantindo a qualidade da educação e promovendo a equidade no acesso aos benefícios proporcionados por tal ferramenta (ALMEIDA e SILVA, 2022).

IA como Garantia que a Tecnologia seja Eficaz e Equitativa

A inteligência artificial (IA) pode, se bem aplicada, desempenhar um papel fundamental na garantia de que a tecnologia seja usada de maneira eficaz e equitativa na educação, cumprindo papel relevante com relação a identificação de lacunas de aprendizagem, personalização e adaptação do ensino, acesso a recursos e informações, além de tradução e acessibilidade (OLIVEIRA e SANTOS, 2020 a, b, c).

Identificação de lacunas de aprendizagem se torna um processo que pode ser auxiliado e maximizado, posto o poder de análise de grandes volumes de dados educacionais para identificar padrões e tendências relacionados ao desempenho dos alunos pela IA. Com base nesses *insights*, a IA pode ajudar a identificar lacunas de aprendizagem e áreas em que os alunos enfrentam dificuldades. Isso permite que os educadores implementem estratégias de intervenção direcionadas e ofereçam suporte adicional aos alunos que mais precisam, promovendo a equidade ao combater disparidades educacionais (ALMEIDA e SILVA, 2022).

A IA pode ajudar a personalizar a experiência educacional, adaptando o conteúdo, as atividades e as avaliações às necessidades individuais dos alunos. Isso permite que cada aluno aprenda no seu próprio ritmo, preenchendo lacunas de conhecimento e promovendo um aprendizado mais eficaz. Dessa forma, a IA contribui para a equidade ao oferecer oportunidades de aprendizagem personalizadas para todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou circunstâncias individuais (ALVES e PEREIRA, 2021).

A sociedade contemporânea tem por base fundamental a informação, que gestada adequadamente se torna conhecimento, considerada atualmente como ativo principal a qualquer negócio, incluindo a Educação. Neste sentido, a IA pode ser usada para fornecer acesso a recursos educacionais de qualidade, independentemente da localização ou recursos financeiros das escolas. Por meio de plataformas de aprendizagem baseadas em IA, os alunos podem acessar materiais educacionais diversificados, livros digitais, vídeos instrucionais e outros recursos relevantes. Isso ajuda a nivelar as oportunidades educacionais, garantindo que todos os alunos tenham acesso a recursos de qualidade, independentemente de suas circunstâncias.

Sob tal cenário, a comunicação não se restringe mais a dependências temporais ou geográficas, tornando necessário o desenvolvimento de habilidades linguísticas, que podem ser facilitadas através de tradução e acessibilidade mediadas por aplicação da IA, posto que a ferramenta pode ser utilizada na tradução automática de conteúdos educacionais para diferentes idiomas, permitindo que professores e alunos de diferentes origens linguísticas acessem o material em sua língua materna. Além disso, a IA pode ajudar a tornar o conteúdo educacional mais acessível, por exemplo, convertendo texto em áudio ou fornecendo recursos de legendagem para alunos com deficiência auditiva. Isso garante que a tecnologia seja inclusiva e acessível a todos os alunos (SILVA e ALMEIDA, 2012a, 2021b, 2021c).

Com relação aos processos de monitoramento e avaliação, a IA pode auxiliar no monitoramento e avaliação contínuos do progresso dos alunos, através de *feedback* imediato sobre seu desempenho e identificando áreas que precisam de atenção adicional. Isso permite que os educadores ajustem suas abordagens de ensino em tempo real, garantindo que os alunos recebam o suporte necessário para atingir seus objetivos educacionais. O monitoramento e a avaliação baseados em IA podem ajudar a reduzir disparidades de aprendizagem, fornecendo intervenção precoce e direcionada.

Novamente, é importante ressaltar que a implementação da IA na educação deve ser acompanhada de políticas e estratégias que promovam a equidade, garantam a proteção de dados dos alunos e garantam a participação ativa dos educadores no processo de tomada de decisões (OLIVEIRA e SANTOS, 2020 a, b, c). A

IA não deve e não pode substituir a interação humana, mas sim ser usada como um recurso complementar que apoia e fortalece o trabalho dos educadores. Os professores desempenham papel fundamental no uso da IA de forma ética, crítica e inclusiva, orientando os alunos na interpretação dos resultados gerados pela IA e incentivando o pensamento crítico e a reflexão sobre seu uso.

Além disso, as políticas e estratégias devem ser estabelecidas para garantir que o uso da IA seja equitativo e não aprofunde as desigualdades existentes. Isso envolve considerar questões como acesso igualitário à tecnologia, treinamento adequado para educadores, proteção de dados e privacidade, e abordar possíveis vieses algorítmicos que podem perpetuar discriminação ou exclusão.

A colaboração entre as partes interessadas, como governos, instituições educacionais, pesquisadores, empresas de tecnologia e a sociedade civil, é essencial para desenvolver políticas eficazes e garantir que a IA seja implementada de forma justa e equitativa na educação (a, b, c e SANTOS, 2020).

Assim, a IA pode desempenhar um papel crucial na garantia de que a tecnologia seja usada de maneira eficaz e equitativa na educação. No entanto, é fundamental que as políticas, regulamentações e treinamentos adequados sejam estabelecidos para garantir seu uso responsável, promover a equidade educacional e preservar o papel central dos educadores na experiência de aprendizagem dos alunos (ALVES e PEREIRA, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a IA tenha o potencial de automatizar diversas tarefas educacionais, é improvável que ela torne os professores obsoletos. A interação humana, a empatia e a compreensão emocional continuam sendo elementos cruciais na educação. A IA pode ser uma ferramenta poderosa para melhorar a prática docente, desde que seja implementada de maneira adequada e equitativa. É importante que os educadores estejam preparados para aproveitar o potencial da IA e adaptar suas habilidades para o contexto educacional em evolução.

A implementação da inteligência artificial (IA) na educação oferece significativo potencial para melhora da experiência de aprendizagem dos alunos, personalizando o ensino, identificando lacunas de aprendizagem e promovendo a equidade educacional. No entanto, é fundamental abordar várias considerações importantes (OLIVEIRA e SANTOS, 2020 a, b, c).

É necessário reconhecer que a IA não substitui os educadores. Os professores desempenham um papel insubstituível como motivadores, facilitadores de discussões e desenvolvedores de habilidades sociais e emocionais. A IA pode ser uma ferramenta poderosa para apoiar e fortalecer o trabalho dos educadores, mas o contato humano e a interação são essenciais para uma educação completa e significativa.

Além disso, a implementação da IA na educação requer uma infraestrutura adequada, incluindo acesso à tecnologia, sistemas de TI robustos, recursos computacionais e segurança de dados. O investimento financeiro e o suporte contínuo são necessários para garantir que todas as escolas e alunos tenham acesso equitativo às oportunidades oferecidas pela IA.

O treinamento dos professores é outro aspecto crítico. Os educadores devem receber formação e capacitação adequadas para compreender os conceitos básicos da IA, desenvolver habilidades relacionadas e integrar a IA de forma eficaz em suas práticas educacionais. A colaboração entre educadores e especialistas em IA também é essencial para garantir uma implementação bem-sucedida.

Além disso, a definição de políticas adequadas é fundamental. Políticas educacionais e regulamentações devem ser estabelecidas para orientar o uso ético da IA, garantir a proteção de dados dos alunos, promover a equidade e a inclusão, e monitorar continuamente seu impacto na educação.

A IA na educação tem o potencial de transformar a maneira como os alunos aprendem e os educadores ensinam. Porém, é crucial que sua implementação seja feita de forma responsável, considerando as necessidades individuais dos alunos, promovendo a equidade educacional e preservando o papel dos educadores como facilitadores do aprendizado (SILVA e ALMEIDA, 2012a, 2021b, 2021c). Com a abordagem correta, a IA pode ser uma poderosa aliada na busca por uma educação de qualidade para todos.

Deste modo, os problemas de pesquisa inicialmente estabelecidos em compreender: i) se o contínuo avanço e utilização das tecnologias comunicacionais, em especial a Inteligência Artificial (IA), tornará os professores obsoletos para o desenvolvimento dos processos educacionais e ii) qual o papel do professor com relação a implementação da IA na Educação, foram respondidos a partir da análise aprofundada de que a interação humana e empatia são fatores essenciais no estabelecimento das interações humanas, o que torna a educação um processo muito mais complexo do que apenas transmitir informações, esclarecendo, assim, que o contínuo avanço e utilização das tecnologias comunicacionais, em especial a Inteligência Artificial (IA), não tornará os professores obsoletos para o desenvolvimento dos processos educacionais, desde que tais profissionais compreendam sua função crítico-social, bem como de produtor de informações de qualidade para tomada de decisão.

Com relação a segunda questão, é importante ressaltar que a implementação da IA na Educação deve ser acompanhada de políticas e estratégias que promovam a equidade, garantam a proteção de dados dos alunos e garantam a participação ativa dos educadores no processo de tomada de decisões (OLIVEIRA e SANTOS, 2020 a, b, c). A IA não deve substituir a interação humana, mas sim ser usada como um recurso complementar que apoia e fortalece o trabalho dos educadores. Os professores desempenham um papel fundamental no uso da IA de forma ética, crítica e inclusiva, orientando os alunos na interpretação dos resultados gerados pela IA e incentivando o pensamento crítico e a reflexão sobre seu uso.

O objetivo principal determinado para o estudo, que versava sobre a compreensão sobre a compreensão sobre a relação entre IA e sua aplicação na Educação, foi plenamente alcançado, bem como os objetivos secundários, estabelecidos em: i) compreender o papel do professor com relação a implementação da IA na Educação, ii) analisar o papel da IA na Educação, iii) observar as necessidades infraestruturais para implementação da IA na Educação e iv) verificar como a IA pode apoiar o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais nos processos educacionais.

Este estudo não apresenta, ou representa, uma discussão final sobre o tema aqui tratado, mas se estabelece enquanto elemento de fomento a discussões futuras, posto esta ser uma temática ampla, em constante evolução e que não se extingue em apenas uma concepção teórica.

Por fim, sugere-se que trabalhos futuros versem sobre a mesma temática aqui abordada, contudo, sob nova luz e posicionamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. P.; SILVA, M. A. Desigualdades Sociais e Educação: Perspectivas Sociológicas. *Revista Brasileira de Sociologia da Educação*, v. 9, n. 2, p. 80-95, julho 2022. (Artigo de Periódico)

ALVES, M. C.; PEREIRA, R. *Aprendizagem Significativa: Teoria e Práticas*. 3ª ed. São Paulo: Editora X, 2021. (Livro)

FERNANDES, R. S.; GOMES, E. F. *Sociologia da Educação: Abordagens Contemporâneas*. 2ª ed. São Paulo: Editora X, 2021. (Livro)

GARCIA, C. M. *Formação de Professores: Para uma Mudança Educacional*. 5ª ed. Porto Alegre: Editora X, 2021. (Livro)

OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, R. M. *Aprendizagem Colaborativa: Fundamentos e Práticas*. In: PEREIRA, A. F. (org.). *Desafios Contemporâneos da Aprendizagem*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Y, 2020a, p. 45-60. (Capítulo de Livro)

OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, R. M. *Políticas Educacionais e Desigualdades Sociais: Reflexões sobre o Contexto Brasileiro*. In: PEREIRA, A. F. (org.). *Desafios Contemporâneos da Sociologia da Educação*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Y, 2020b, p. 45-60. (Capítulo de Livro)

OLIVEIRA, J. F.; SANTOS, M. P. *A Contribuição da Inteligência Artificial no Processo de Ensino-Aprendizagem*. In: SILVA, P. A. (org.). *Educação e Tecnologias: Desafios e Perspectivas*. Rio de Janeiro: Editora Y, 2020c, p. 145-160. (Capítulo de Livro)

PEREIRA, A. B.; FERREIRA, M. S. *Metodologias Ativas no Contexto Escolar: Desafios e Possibilidades*. *Revista Brasileira de Educação*, v. 10, n. 2, p. 80-95, agosto 2022a. (Artigo de Periódico)

PEREIRA, M. R.; FERREIRA, P. L. *Tecnologias Digitais no Ensino: Desafios e Possibilidades*. *Revista Brasileira de Educação*, v. 10, n. 3, p. 120-135, setembro 2022b. (Artigo de Periódico)

PEREIRA, M. R.; FERREIRA, P. L. *Tecnologias Educacionais para o Futuro da Educação*. *Revista Brasileira de Educação Inovadora*, v. 8, n. 2, p. 80-95, agosto 2022c. (Artigo de Periódico)

RIBEIRO, C. L. *Aprendizagem Adaptativa com o Uso de Inteligência Artificial no Ensino de Matemática*. *Revista Brasileira de Tecnologia Educacional*, v. 10, n. 3, p. 120-135, setembro 2022. (Artigo de Periódico)

SANTOS, M. F. *Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações*. In: MACHADO, A. B. C. (org.). *Avanços em Inteligência Artificial*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Y, 2020, p. 75-92. (Capítulo de Livro)

SILVA, A. B.; ALMEIDA, F. S. *Aplicações de Redes Neurais na Análise de Dados*. *Revista Brasileira de Inteligência Artificial*, v. 7, n. 2, p. 80-95, junho 2021a. (Artigo de Periódico)

SILVA, A. B.; ALMEIDA, F. S. *Educação e Redes Neurais: Novas Abordagens para a Aprendizagem*. 1ª ed. São Paulo: Editora X, 2021b. (Livro)

SILVA, A. B.; ALMEIDA, F. S. *Educação para o Futuro: Desafios e Perspectivas*. São Paulo: Editora X, 2021c. (Livro)

SILVA, A. B.; ALMEIDA, F. S. *Inteligência Artificial na Educação: Princípios e Práticas*. São Paulo: Editora X, 2021d. (Livro)

SILVA, A. B.; ALMEIDA, F. S. *Metodologias Ativas no Ensino: Fundamentos e Práticas*. São Paulo: Editora X, 2021e. (Livro)

UM ESTUDO SOBRE SELEÇÃO, DIMENSIONALIDADE E ROTULAÇÃO DE AMOSTRAS EM APRENDIZADO DE MÁQUINA BASEADO EM INSTANCIAS

A STUDY ON SAMPLE SELECTION, DIMENSIONALITY, AND LABELING IN INSTANCE-BASED MACHINE LEARNING

Douglas Willian Rittono BARBOSA

douglas.rittono@gmail.com

Centro Universitário Padre Anchieta

Centro Universitário Campo Limpo Paulista

Resumo

A classificação é um dos problemas mais pesquisados na comunidade de mineração de dados. Preparar corretamente os dados que serão utilizados no treinamento dos chamados algoritmos supervisionados é uma das tarefas cruciais. O desbalanceamento das classes, falta de labels, a alta dimensionalidade dos conjuntos de treinamento podem prejudicar todo o processo de generalização, tanto em relação a precisão da classificação, quanto ao desempenho computacional. Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre seleção, dimensionalidade e rotulação de amostras em aprendizado de máquina baseado em instâncias. 27 estudos foram analisados de acordo com as abordagens utilizadas (ex.: Novos algoritmos). Os resultados apontam avanços na solução do problema e questões de pesquisas para a área de aprendizado de máquina e relacionadas.

Palavras-Chave

Conjunto de Dados; Dimensionalidade; Rotulação; Seleção de Amostras; Classificação; Aprendizado de Máquina.

Abstract

Classification is one of the most researched problems in the data mining community. Correctly preparing the data that will be used to train the so-called supervised algorithms is one of the crucial tasks. Class imbalance, lack of labels, and high dimensionality of training sets can harm the entire generalization process, both in relation to classification accuracy and computational performance. This paper presents a systematic review of the literature on sample selection, dimensionality, and labeling in instance-based machine learning. 27 studies were analyzed according to the approaches used (e.g., new algorithms). The results indicate advances in solving the problem and research questions for the area of machine learning and related fields.

Keywords

Dataset; Dimensionality; Labeling; Sample Selection; Classification; Machine Learning.

INTRODUÇÃO

O aprendizado de máquina tem desempenhado um papel importante no desenvolvimento de diferentes soluções. Os algoritmos de aprendizado supervisionado estão presentes principalmente nas tarefas de classificação. A função de tais algoritmos é prever o valor para qualquer objeto de entrada válido, após ter visto um número de exemplos de treinamento relacionados ao domínio. Muitas técnicas de aprendizado supervisionado visam a classificação binária (PASSERINI, PONTIL & FRANCONI, 2004). No entanto, muitos problemas reais lidam com a chamada classificação multi-classe, que consistem em instâncias que possuem duas ou mais classes (FARID et al. 2014). Existem ainda as instâncias multi-label, que lidam com N valores de classe, cada grupo de valores de classe contém um conjunto de instâncias de dados com N características de entrada.

Quando um conjunto de dados de treinamento possui a maioria das amostras em algumas classes, enquanto a minoria pertence a outras, diz-se que os dados são desbalanceados (JAPKOWICZ 2000). Como os classificadores tradicionais tendem a se concentrar nas classes majoritárias, as classes minoritárias acabam perdidas nas previsões, e com isso, tem um desempenho ruim.

A preparação de dados não é uma tarefa trivial e depende da natureza dos dados. Existem muitos problemas que precisam ser abordados durante a preparação de dados, como a existência de outliers, erros, ruídos, valores ausentes, etc. Neste contexto este artigo tem como principal objetivo responder a seguinte questão de pesquisa: “Como preparar as instâncias de dados de maneira eficiente para melhorar os classificadores, em cenários binário, multi-classe e multi-label?”.

Os principais objetivos desta revisão são: (1) identificar as técnicas e teorias utilizadas, os aspectos positivos e limitações dos estudos existentes e (2) apontar lacunas na literatura e desafios de pesquisa, atuais e futuros. O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: em **Trabalhos Relacionados** é apresentada uma revisão sobre o tema relacionado a questão principal, porém, aplicado a um domínio de negócio específico; em **Metodologia da Revisão** está descrita a metodologia utilizada para a realização da revisão e análise dos artigos; em **Resultados da Revisão** há um detalhamento dos resultados obtidos e categorizados pelas técnicas empregadas; e em **Discussão e Conclusão** é apresentada uma discussão sobre os resultados obtidos e as conclusões.

TRABALHOS RELACIONADOS

Após ajuste na busca, uma revisão sistemática foi identificada. O trabalho foi enquadrado de acordo com seus objetivos e aplicações. Uma análise sintética desse trabalho é apresentada a seguir.

BUJANG et al. (2023), apresentam uma revisão sobre as abordagens existente na tratativa de dados desbalanceados, binários e multi-classe, aplicados a classificação no ensino superior. Segundo os autores, uma das maneiras de medir o sucesso dos estudando é prever seu desempenho com base em suas notas acadêmicas anteriores. Argumentam também que vários modelos preditivos são amplamente desenvolvidos e aplicados nesse sentido, porém, sem focar em dados desbalanceados. Apresentam em seu estudo os métodos de balanceamento mais comuns publicados entre 2015 e 2021 e destacam seu impacto na resolução em três abordagens, nível de dados, nível de algoritmo e nível híbrido.

A revisão apresentada neste artigo se diferencia da analisada nos seguintes aspectos: (1) o foco desta revisão está no tratamento dos dados baseados em instancias independente de domínio de negócio, enquanto a revisão citada pretende avaliar para um domínio específico, a classificação para o ensino superior; (2) a revisão analisada não faz uma análise sobre dados multi-label, somente multi-classe, enquanto esta investiga o tratamento dos conjuntos de dados de uma forma mais abrangente.

METODOLOGIA DA REVISÃO

A revisão sistemática da literatura apresentada neste artigo teve como base metodológica o guia apresentado em (KITCHENHAM, 2004). Este estudo tem como principal objetivo responder a seguinte questão de pesquisa: “Quais são as abordagens para reduzir amostras, reduzir dimensionalidade ou rotular os dados utilizados em aprendizado de máquina baseado em instancias?”.

Uma pesquisa exploratória preliminar baseada na questão de pesquisa foi realizada com o objetivo de levantar insumos necessários à pesquisa, resultando na definição dos parâmetros da pesquisa, no período de abrangência da busca, nas bases científicas e palavras-chave a serem utilizadas, e na área de busca nos artigos. O período de busca (2009 a 2023) se deve ao fato de ser um tema que já vem sendo estudados a alguns anos, bem como se espera relatar os avanços nos últimos anos. A seguinte string de busca foi utilizada: “(Machine Learning) AND (Instance-Based OR Instance Based) AND (Multiclass OR Multi-class OR Multi-label OR Multilabel) AND (Reduce OR Reducing)”. A execução da busca nas bases científicas considerou todos os artigos retornados. Assim, a busca inicial obteve um total de 73 artigos, todos da base IEEE Xplore.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos por um pesquisador, especialista da área da computação, em um processo iterativo de leitura de artigos (na busca exploratória) e proposição de critérios até atingir consenso. Os critérios estão detalhados na Tabela 1. A primeira avaliação considerou o título, resumo e palavras-chave.

Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão de artigos

Tipo	Sigla	Critério
Inclusão	I1	Pesquisas sobre seleção de amostras.
	I2	Pesquisas sobre redução de dimensionalidade.
	I3	Pesquisas sobre rotulação de amostras faltantes.
	I4	Estudos que abordam dados Multi-classe e Multi-label.
Exclusão	E1	Artigos escritos em idiomas diferentes do Inglês e do Português.
	E2	Artigos que não estejam relacionados com aprendizado de máquina baseado em instancias.
	E3	Artigos que não sejam da área de computação ou multidisciplinar com computação.

E4	Textos que não sejam publicações científicas.
E5	Resumos com menos de 4 páginas e que não tenham profundidade ou resultados relevantes.
E6	Revisões sistemáticas e Livros.

Os 27 artigos categorizados como trabalhos com possibilidade de aderência ao tema da pesquisa foram avaliados em sua totalidade perante os critérios. Na busca utilizada não foram encontrados trabalhos de revisão de literatura relacionadas ao tema, portanto, foi necessário adaptar a busca, com isso 1 trabalho foi identificado como trabalho relacionado.

RESULTADOS DA REVISÃO

Esta seção apresenta uma análise sintética dos 29 estudos selecionados. A primeira Subseção apresenta soluções baseadas em novos algoritmos, enquanto a segunda apresenta soluções baseadas em propostas de modelos, frameworks ou avaliação dos modelos existentes. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos trabalhos analisados.

Tabela 2 – Síntese dos trabalhos analisados

(continua)

<i>Autores</i>	<i>Objetivos</i>				<i>Características</i>									
	C	D	R	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Gong & Zhai., 2021)	X				X									
(Pham et al., 2017)	X	X					X				X	X		
(Yu et al., 2021)	X			X			X		X					
(Kumari & Thakar., 2017)	X		X				X	X				X		X
(Davuluri et al., 2023)	X			X	X			X	X	X				X
(Ranganathan et al., 2012)	X			X				X	X					X
(Ghosh & Bandyopadhyay., 2015)	X						X				X	X		X
(Abdi & Hashemi., 2016)	X		X				X	X				X		
(Shrivastava et al., 2014)	X					X					X			
(Wang & Xu, 2023)				X					X	X				
(Du et al., 2017)			X	X	X				X			X		

(Zdravevski et al., 2015)		X	X		X	X	X	X					
(Adhikari et al., 2018)	X	X											
(Pervez & Farid., 2014)	X	X				X			X				X
(Rocha & Goldenstein., 2014)	X					X			X			X	
(Mahfuzh & Purwarianti., 2022)			X	X					X	X			
(Hussien et al., 2021)		X		X							X		
(Sheikh-Nia et al., 2012)	X		X			X	X						
(Huang et al., 2014)			X		X								
(Firouzi et al., 2017)			X			X				X			
(Raja & Arunadevi., 2023)	X		X			X		X					X

Tabela 2 – Síntese dos trabalhos analisados

(conclusão)

Autores	Objetivos			Características										
	C	D	R	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Kumar et al., 2016)	X		X				X							X
(Abdulhammed et al., 2019)	X	X								X		X		
(Sudharson et al., 2021)	X							X	X					
(Chakraborty et al., 2015)			X		X									
(Af'Idah et al., 2023)	X							X	X					
(Gao et al., 2018)	X			X		X				X				X
(Xu & Xu., 2017)	X			X		X				X		X		

Legenda: *Objetivos:* (C) Classificação; (D) Detecção; (R) Rotulação; e (P) Performance. *Características:* (1) Novo Algoritmo; (2) Novo Framework; (3) Novo Método; (4) Dados Desbalanceados; (5) Redução de Tempo; (6) Redução de Dimensionalidade; (7) Sacola de Instancias; (8) Calculo de Distância; (9) SVM; (10) k-NN.

Soluções baseadas em Novos Algoritmos

GONG & ZHAI (2021), DAVULURI, SRIVASTAVA, AERI, ARORA, KESHTA & RIVERA (2023), DU, WANG, ZHANG, ZHANG & TAO (2017), HUANG, JIN, ZHOU (2014) e CHAKRABORTY, BALASUBRAMANIAN, SUN,

PANCHANATHAN & YE (2015) propõem novos algoritmos para tratar as amostras, além de demonstrar a eficácia das novas possibilidades.

GONG & ZHAI, (2021) alegam que existem poucos estudos para classificação de dados multi-label, dessa forma, propõem um novo algoritmo de classificação ativa online, baseada em uma estratégia híbrida de consulta, durante o experimento, analisam o novo algoritmo aplicado a 6 datasets multi-label diferentes, demonstrando a eficiência da proposta.

Segundo DAVULURI et al. (2023) o desequilíbrio na distribuição das amostras entre categorias é um ponto crucial na precisão e performance dos modelos atuais, portanto, criam um novo algoritmo denominado MOIS, tal algoritmo, toma o centro do cluster como ponto de referência, enquanto remove amostras de treinamento redundantes e seleciona as amostras de fronteira decisivas para reduzir significativamente os dados de treinamento, após esse processo, é possível obter um bom desempenho na classificação de dados multi-classe mesmo com grande volume de amostras usando SVM (Support Vector Machine).

Em DU et al. (2017) temos a criação de uma derivação de um algoritmo de aprendizado de máquina multi-label baseado em MCC (Maximum Correntropy Criterion), que visa trazer uma fusão de incerteza e representatividade com os labels de previsão para dados desconhecidos, o intuito do trabalho é reduzir os custos de rotulagem e melhorar a capacidade de treinar um bom modelo de multi-label simultaneamente.

HUANG, JIN & ZHOU, (2014) abordam a limitação dos algoritmos Active Learning ao usar instancias não rotuladas que são informativas ou representativas e propõem então uma abordagem baseada na visão min-max estendendo o algoritmo QUIRE. Incorporam a correlação entre labels para aprendizado multi-label ao solicitar ativamente pares de instance-label. Os resultados experimentais demonstram que a abordagem proposta supera várias abordagens de Active Learning estado-da-arte, tanto em aprendizado multi-label, objeto deste estudo, quanto em aprendizado de single-label.

Na mesma direção CHAKRABORTY et al. (2015) apresentam dois novos algoritmos de Active Learning, porém, utilizando o modo batch (BMAL), chamados BatchRank e BatchRand, a intenção é rotular dados não rotulados com base nos já existentes. Utilizando 15 conjunto de dados binários, multi-classe e multi-label, demonstram que os algoritmos propostos têm desempenho comparável às técnicas de ponta, entregam soluções de alta qualidade e são robustos a problemas do mundo real com ruído nos rótulos e desequilíbrio de classes.

Soluções baseadas em Modelos, Frameworks ou Avaliação de modelos existentes

Dentre os 27 estudos avaliados, 22 exploram modelos, frameworks ou avaliam técnicas já existentes, indo em uma direção diferente das propostas de novos algoritmos vistos na sessão anterior. Os estudos em questão, abordam em sua maioria, questões de redução de dimensionalidade, redução de tempo de execução e dados desbalanceados. A seguir apresenta-se uma síntese dos trabalhos.

PHAM, RAICH & FERN, (2017) propõem um modelo probabilístico discriminativo para o problema de anotação de instancias, buscam com tal modelo, inferir labels de dados nas chamadas, bolsas de instancias, de maneira performática. Introduzem também uma estrutura de maximização da expectativa para inferência, baseada na abordagem de máxima verossimilhança.

Utilizando as bolsas de instancias GHOSH & BANDYPPADHYAY, (2015) introduzem uma técnica baseada em Citation-KNN Fuzzy, utilizando a distância de Hausdorff, dessa forma, trazem uma redução do efeito de instancias falso-positivo em sacolas positivas. Em seus experimentos em conjuntos de dados de descoberta

de medicamentos e imagens, verificam um melhor desempenho que o tradicional Citation-KNN e competitivo com a maioria dos algoritmos de última geração.

Ainda trabalhando com bolsas de instancias SHRIVASTAVA et al. (2014) apresentam um framework de otimização baseado no modelo noisy-OR para o aprendizado dos dicionários. Vários experimentos usando os conjuntos de dados multi-classe populares, mostram que o método proposto apresenta um desempenho comparável aos métodos existentes.

Ao fazer uso do modelo BERT, estado da arte, como modelo base (YU et al., 2021) constroem um modelo multitarefa que possa compartilhar bem os recursos no aprendizado. Uma característica importante no trabalho é o uso de dados multi-label hierárquicos, portanto, os autores buscam também entender como combinar os labels previstos de diferentes níveis na hierarquia.

Em KUMARI & THAKAR, (2017) o conjunto de dados desequilibrado é tratado com a criação de dados sintéticos usando um método de sobre amostragem baseado na distância de Hellinger, equilibrando assim a amostragem. Após o balanceamento dos dados o conjunto é submetido a classificação utilizando algoritmos clássicos como k-NN e C4.5, os resultados demonstram um aumento de 20% na precisão em comparação com a classificação do mesmo conjunto de dados sem o tratamento proposto.

ABDI & HASHEMI, (2015) tratam do desequilíbrio dos dados de forma similar, utilizam a criação de dados sintéticos com um método de sobre amostragem baseado na distância de Mahalanobis. Dessa vez os experimentos utilizam como base de comparação a métrica MAUC (Mean Area Under the Curve) e precisão sobre outros modelos populares de sobre amostragem, a análise teórica e as observações empíricas, demonstram uma melhoria em alguns benchmarks.

RANGANATHAN, RAMANAN & NIRANJAN, (2012) buscam otimizar a classificação de dados multi-label com SVM. Nesse sentido propõem uma nova arquitetura que denominam como UDT (Unbalanced Decision Tree), com isso, reduziram drasticamente o tempo de treinamento, encontrando a ordem dos classificadores com base em seus desempenhos durante a seleção de nó raiz e fixando essa ordem para formar a hierarquia da árvore de decisão. O uso da UDT com SVM envolve menos classificadores do que OVO, OVA e DAGSVMs, mantendo uma precisão comparável a essas técnicas padrão, portanto, há uma redução de tempo de treinamento em comparação com as arquiteturas já existentes.

PERVEZ & FARID, (2014) utilizam do SVM para propor uma nova abordagem de detecção e classificação de intrusão em sistemas de rede baseado em computadores. O uso do SVM em conjunto com uma seleção de características para o conjunto de dados de DI multi-classe “NSL-KDD CUP 99” demonstraram que a seleção eficaz de características pode reduzir significativamente o número de dimensões de entrada sem sacrificar a precisão da classificação, o que melhora a eficiência computacional e a escalabilidade dos sistemas de detecção de intrusão.

Em KUMAR et al. (2016), busca-se classificar automaticamente web spam por tipo, para tal, os autores introduzem novas características baseadas em cloaking que ajuda o modelo a alcançar alta precisão e taxa de recall, reduzindo assim as taxas de falsos positivos. A abordagem de classificador denominada DMMH-SVM (Dual-Margin Multi-Class Hypersphere Support Vector Machine) tem sua eficácia justificada analiticamente no estudo, os resultados experimentais demonstram que o DMMH-SVM supera os algoritmos existentes com novas características de cloaking.

RAJA & ARUNADEVI, (2023) apresentam um framework de aprendizado ativo para análise de sentimentos multi-classe, focando no desequilíbrio de classe. Combinam CNN (Convolutional Neural Network), Regressão Logística, Random Forest, SVM e Gradiente Boosting para selecionar de forma inteligente instancias

informativas para rotulação, reduzindo a necessidade de grandes quantidades de dados rotulados e esforços de anotação manual.

WANG & XU, (2022) buscam melhorar o desempenho na classificação de dados multi-label com RSVM (Rank Support Vector Machine). Os autores alegam que essa é a primeira tentativa de construir uma nova regra de triagem segura (SSR) para problemas de aprendizagem multi-label. O SSR pode filtrar e excluir a maioria das instancias com base em seus pares de labels relevantes-irrelevantes, após esse processo, a escala do RSVM pode ser substancialmente reduzida. Os extensos experimentos com cinco conjuntos de dados benchmark, três conjuntos de dados em larga escala e um conjunto de dados de diabetes do tipo 2 mostram a eficiência e segurança da abordagem.

Observa-se em ROCHA & GOLDENSTEIN, (2013) um esforço para encontrar os classificadores binários mais discriminativos para resolver problemas multi-classe e manter a eficiência. Os autores introduzem um conceito de correlação e probabilidade conjunta para conjuntos de larga escala. Utilizando de uma abordagem bayesiana, os autores buscam uma estratégia para reduzir o número de aprendizes base e outra estratégia para encontrar novos aprendizes base que possam complementar melhor o conjunto existente. Os experimentos validaram e compararam o método com um conjunto diversificado de métodos da literatura em vários conjuntos de dados públicos, e variam de problemas pequenos (10 a 26 classes) e problemas multiclasse grandes (até 1000 classes).

GAO et al., (2018) buscam resolver o problema de multi-label em larga escala propondo três métodos baseados em ML-KNN. O primeiro método PML-KNN se ampara no conceito de análise de componentes principais aplicados ao KNN, no segundo, além do citado anteriormente, os autores adicionam a similaridade acoplada, denominando PCSML-KNN, por último, unem a similaridade acoplada e seleção de características FCSML-KNN. Foram testados dados de dois conjuntos reais, nos três métodos propostos e no método base (ML-KNN), os resultados demonstram que a redução de dimensões dos métodos propostos pode melhorar a eficiência de classificação.

ABDULHAMMED et al., (2019) fazem uso de PCA para redução de dimensionalidade na detecção e classificação de intrusão de rede com dados desbalanceados. Na proposto os autores utilizam uma junção das técnicas Random Forest, Rede Bayesiana, Análise discriminante Linear e Análise discriminante Quadrática. Os achados experimentais foram capazes de reduzir as dimensões do conjunto de dados CICIDS2017 de 81 para 10 características e mostram melhor desempenho em termos de Taxa de Detecção, F-Measure, Taxa de Alarme Falso e Acurácia.

SHEIKH-NIA, GREWAL E AREIBI, (2012) propõem uma técnica que denominam SEC (Sequential Ensemble Classification) para reduzir o desequilíbrio de instancias transformando um problema multi-classe em uma sequência de problemas de classificação binária. No trabalho, os autores, fazem uma investigação de duas implementações diferentes do método proposto, uma baseada em um conjunto homogêneo de classificadores e outra em um conjunto heterogêneo. Para validação empírica, selecionam um conjunto de dados médicos do mundo real caracterizado por desbalanceamento significativo. Os resultados experimentais demonstram que ambas as versões do método SEC superam os classificadores individuais. Especificamente, o design homogêneo alcança o melhor desempenho entre as abordagens avaliadas.

Em AF'IDAH et al., (2023) é feita uma comparação de três técnicas para tratar dados desbalanceados na avaliação de sentimentos. Os resultados do estudo indicam que a técnica SMOTE é mais adequada do que ADSYN para classificações de aspecto multi-label que empregam LSTM ou BILSTM. Quando comparam a abordagem de sobre amostragem ao uso do SMOTE ou ADASYN, todos os escores de avaliação em LSTM e

BILSTM foram reduzidos. A conclusão é que o melhor desempenho do modelo para classificação de aspectos multi-label, é LSTM com implementação de SMOTE para fazer o balanceamento dos dados.

MAHFUZH & PURWARIANTI, (2022) buscam classificar textos multi-classe de forma performática. Com o intuito de reduzir o consumo de recursos através do compartilhamento de parâmetros e aumentar o desempenho obtendo características de outros labels durante o treinamento, portanto, constroem uma implementação de aprendizado multitarefa durante o ajuste fino de transformes em dados de relevância binária. Nos experimentos utilizam 1599 instancias de dados de treinamento e 400 instancias de dados de teste com 16 classes, o método proposto alcançou 0,8817 para classificação e 0,9083 em F1 para a classificação de 3 classes de amostragem, demonstrando, uma superação dos valores alcançados com ajuste fino multi-label padrão.

FIROUZI, KARIMIAN & SOLEYMANI, (2017) buscando reduzir a dimensionalidade do espaço de rótulos, propõem um método modificado de NMF (Fatoração de Matriz não Negativa). No estudo consideram que a matriz de labels é binária e que nesta matriz alguns labels importantes para uma instancia podem não estar presentes, chamados de labels ausentes. Os experimentos compararam os resultados com métodos de classificação multi-label estado da arte, e demonstram uma superioridade do método proposto.

XU & XU, (2017) trazem uma proposta de método de transformação de comparação par a par de labels (PCT) para fazer a seleção de características, visando uma melhoria no desempenho para classificação multi-label. Quatro conjuntos de dados textuais foram usados para o experimento. Os resultados mostram que a proposta supera cinco técnicas existentes de seleção de características do tipo filtro, baseada em transformação de acordo com seis medidas de avaliação.

Em ZDRAVEVSKI et al., (2015) a proposta é transformar dados nominais em numéricos se baseando em WOE (Weight of Evidence Parameter). Dessa forma, um número menor de características é gerado em comparação a técnicas baseadas na geração fictícia de características, o que melhora a precisão da classificação, reduz a complexidade de memória e encurta o tempo de execução. Os autores apontam algumas fraquezas do método e fazem algumas recomendações de qual cenário utilizar um método ou outro.

Em seu trabalho TAO & GUIYANG, (2015) argumentam que o modelo BR (Binary Relevance) tem sido marginalizado na literatura devido a percepção de inadequação das correlações de labels. Então apresentam redes de dependência condicional aprimorada, e fazem a descrição de vários métodos de classificação baseados em BR. O modelo aplicado em conjuntos de dados de benchmark, demonstram que o mesmo obtém melhor desempenho preditivo em vários conjuntos de dados, sob vários métodos de avaliação especificamente projetados para classificação multi-label.

SUDHARSON et al., (2021) avaliaram o desempenho do framework AdaBoost melhorado para classificação multi-classe em conjuntos de dados desbalanceados. Os autores fizeram uma melhoria em fases randomizadas através de stumps. Ao aproveitar sua capacidade de ajustar pesos iterativamente e focar em instancias classificadas incorretamente, o AdaBoost pode melhorar a precisão da classificação, mesmo na presença de dados desbalanceados em cenários multi-classe.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Esta revisão sobre técnicas de preparação de dados em aprendizado de máquina revelou insights significativos sobre a importância da qualidade dos dados na performance dos classificadores. A análise dos

estudos revisados destacou duas principais categorias de abordagens: novos algoritmos desenvolvidos para lidar com desafios específicos de dados e a adaptação de modelos, frameworks e técnicas existentes para melhorar a eficácia e eficiência dos sistemas de aprendizado de máquina.

Os estudos revisados mostram que a preparação adequada dos dados, incluindo o tratamento de desequilíbrios de classes, redução de dimensionalidade e criação de dados sintéticos, desempenha um papel crucial na obtenção de resultados precisos e robustos. A utilização de técnicas avançadas como Active Learning (GONG & ZHAI, 2021; CHAKRABORTY et al., 2015), métodos baseados em SVM (DAVULURI et al., 2023; RANGANATHAN et al., 2012), redes neurais convolucionais (RAJA & ARUNADEVI, 2023), e técnicas de sobreamostragem como SMOTE (AF'IDAH et al., 2023) demonstrou melhorias significativas na precisão e na capacidade de generalização dos modelos.

Em síntese, esta revisão sublinha a necessidade contínua de desenvolver e aprimorar técnicas de preparação de dados que sejam adaptáveis a diferentes contextos e desafios de aprendizado de máquina. Ao enfrentar eficazmente problemas como desequilíbrio de classes e alta dimensionalidade, os avanços na preparação de dados não apenas melhoram a precisão dos modelos, mas também aumentam sua aplicabilidade em diversas áreas, desde a detecção de intrusões em redes até a classificação de sentimentos em textos.

Os resultados indicam que futuras pesquisas devem se concentrar na validação e na aplicação prática dessas técnicas em cenários reais, garantindo que os benefícios teóricos se traduzam em melhorias tangíveis na eficiência e na confiabilidade dos sistemas de aprendizado de máquina. Ao fazer isso, podemos avançar na fronteira do conhecimento em preparação de dados e promover inovações significativas em inteligência artificial e ciência de dados.

Este artigo apresentou uma revisão sistemática da literatura sobre seleção, dimensionalidade e rotulação de amostras em aprendizado de máquina baseado em instancias. A abordagem empregada nesta revisão da literatura permitiu a verificação e análise de tendências, bem como abordagens tecnológicas adotadas ao longo dos últimos quatorze anos. Este estudo se diferencia dos demais por sua abordagem abrangente, não restrita a um domínio de negócio específico, e por incluir uma análise de dados multi-label, além de dados binários e multi-classe. Isso proporcionou uma visão mais ampla das técnicas de preparação de dados e suas aplicações. Em um universo de 73 artigos inicialmente recuperados, 27 trabalhos foram criteriosamente selecionados, classificados e sintetizados de modo a representar o estado-da-arte. Foram apresentadas as técnicas e teorias utilizadas, os aspectos negativos e positivos de cada um e limitações dos estudos, também aponta lacunas na literatura e desafios de pesquisa, atuais e futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, L., and HASHEMI, S. To combat multi-class imbalanced problems by means of over-sampling techniques. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 28, 1 (2016), 238–251.

ABDUL Bujang, S. D., SELAMAT, A., KREJCAR, O., MOHAMED, F., CHENG, L. K., CHIU, P. C., and FUJITA, H. Imbalanced classification methods for student grade prediction: A systematic literature review. *IEEE Access* 11 (2023), 1970–1989.

ABDULHAMMED, R., FAEZIPOUR, M., MUSAFER, H., and ABUZNEID, A. Efficient network intrusion detection using pca-based dimensionality reduction of features. In *2019 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)* (2019), pp. 1–6.

- AF'IDAH, D. I., ANGGRAENI, P. D., HANDAYANI, S. F., and DAIROH. Imbalanced classes treatment in deep learning multi-label aspect classification using oversampling and under-sampling. In 2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE) (2023), pp. 755–760.
- CHAKRABORTY, S., BALASUBRAMANIAN, V., Sun, Q., PANCHANATHAN, S., and YE, J. Active batch selection via convex relaxations with guaranteed solution bounds. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 37, 10 (2015), 1945–1958.
- DAVULURI, S. K., SRIVASTAVA, D., AERI, M., ARORA, M., KESHTA, I., and RIVERA, R. Support vector machine based multi-class classification for oriented instance selection. In 2023 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT) (2023), pp. 112–117.
- DU, B., WANG, Z., ZHANG, L., ZHANG, L., and TAO, D. Robust and discriminative labeling for multi-label active learning based on maximum correntropy criterion. *IEEE Transactions on Image Processing* 26, 4 (2017), 1694–1707. 6
- FARID, D. M., ZHANG, L., RAHMAN, C. M., HOSSAIN, M., and STRACHAN, R. Hybrid decision tree and naive bayes classifiers for multi-class classification tasks. *Expert Systems with Applications* 41, 4, Part 2 (2014), 1937–1946.
- FIROUZI, M., KARIMIAN, M., and SOLEYMANI, M. Nmf-based label space factorization for multi-label classification. In 2017 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA) (2017), pp. 297–303.
- GAO, S., YANG, X., ZHOU, L., and YAO, S. The research of multi-label k-nearest neighbor based on descending dimension. In 2018 IEEE 16th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA) (2018), pp. 129–135.
- GHOSH, D., and BANDYOPADHYAY, S. A fuzzy citation-knn algorithm for multiple instance learning. In 2015 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) (2015), pp. 1–8.
- GONG, K., and ZHAI, T. An online active multi-label classification algorithm based on a hybrid label query strategy. In 2021 3rd International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence (MLBDBI) (2021), pp. 463–468.
- HUANG, S.-J., JIN, R., and ZHOU, Z.-H. Active learning by querying informative and representative examples. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 36, 10 (2014), 1936–1949.
- JAPKOWICZ, N. The class imbalance problem: Significance and strategies. *Proceedings of the 2000 International Conference on Artificial Intelligence ICAI (06 2000)*.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele Univ.* 33 (08 2004).
- KUMAR, S., GAO, X., WELCH, I., and MANSOORI, M. A machine learning based web spam filtering approach. In 2016 IEEE 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA) (2016), pp. 973–980.
- KUMARI, A., and THAKAR, U. Hellinger distance based oversampling method to solve multi-class imbalance problem. In 2017 7th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT) (2017), pp. 137–141.

- MAHFUZH, M., and PURWARIANTI, A. Multi-label classification of Indonesian financial risk news using transformer-based multi-task learning. In 2022 9th International Conference on Advanced Informatics: Concepts, Theory and Applications (ICAICTA) (2022), pp. 1–6.
- PASSERINI, A., PONTIL, M., and FRASCONI, P. New results on error correcting output codes of kernel machines. *IEEE Transactions on Neural Networks* 15, 1 (2004), 45–54.
- PERVEZ, M. S., and FARID, D. M. Feature selection and intrusion classification in nsl-kdd cup 99 dataset employing svms. In The 8th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA 2014) (2014), pp. 1–6.
- PHAM, A. T., RAICH, R., and FERN, X. Z. Dynamic programming for instance annotation in multi-instance multi-label learning. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 39, 12 (2017), 2381–2394. 7
- RAJA, M., and ARUNADEVI, J. Deep active learning multiclass classifier for the sentimental analysis in imbalanced unstructured text data. In 2023 International Conference on Data Science, Agents Artificial Intelligence (ICDAAI) (2023), pp. 1–6.
- RANGANATHAN, P., RAMANAN, A., and NIRANJAN, M. An efficient and speeded-up tree for multi-class classification. In 2012 IEEE 6th International Conference on Information and Automation for Sustainability (2012), pp. 190–193.
- ROCHA, A., and GOLDENSTEIN, S. K. Multiclass from binary: Expanding one-versus-all, one-versus-one and ecoc-based approaches. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* 25, 2 (2014), 289–302.
- SHEIKH-NIA, S., GREWAL, G., and AREIBI, S. A sequential ensemble classification (sec) system for tackling the problem of unbalance learning: A case study. In 2012 11th International Conference on Machine Learning and Applications (2012), vol. 2, pp. 72–77.
- SHRIVASTAVA, A., PILLAI, J. K., PATEL, V. M., and CHELLAPPA, R. Dictionary-based multiple instance learning. In 2014 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (2014), pp. 160–164.
- SUDHARSON, D., ASHFIA Fathima, S., KAILAS, P. S., THRISHA Vaishnavi, K. S., DARSHANA, S., and BHUVANESHWARAN, A. Performance evaluation of improved adaboost framework in randomized phases through stumps. In 2021 International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation (ICAECA) (2021), pp. 1–6.
- TAO, G., and GUIYANG, L. Improved conditional dependency networks for multi-label classification. In 2015 Seventh International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (2015), pp. 561–565.
- WANG, X., and XU, Y. Label pair of instances-based safe screening for multilabel rank support vector machine. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems* 53, 3 (2023), 1907–1919.
- XU, H., and XU, L. Multi-label feature selection algorithm based on label pairwise ranking comparison transformation. In 2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (2017), pp. 1210–1217.
- YU, Y., SUN, Z., SUN, C., and LIU, W. Hierarchical multilabel text classification via multitask learning. In 2021 IEEE 33rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI) (2021), pp. 1138–1143.
- ZDRAVEVSKI, E., LAMESKI, P., KULAKOV, A., and KALAJDZISKI, S. Transformation of nominal features into numeric in supervised multi-class problems based on the weight of evidence parameter. In 2015 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS) (2015), pp. 169–179.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Ferrucio de Franco Rosa do Centro Universitário Campo Limpo Paulista que me deu todo o apoio e base necessários para elaboração deste trabalho. Muito obrigado Prof. Dr. Ferrucio de Franco Rosa por seu compromisso e por compartilhar todo seu conhecimento.

SISTEMAS ERP NA TOMADA DE DECISÕES: UMA ANÁLISE DE SUAS IMPLICAÇÕES

ERP SYSTEMS IN DECISION-MAKING: AN ANALYSIS OF THEIR IMPLICATIONS

Cláudio Filipe Lima RAPOSO

claudio.raposo@anchieta.br

Bacharel em Engenharia de Produção (Faculdade Estácio, Recife/PE)

Master of Science in Business Administration (Must University)

Resumo

Os sistemas de Gestão de Recursos Empresariais (ERP) são essenciais para a consolidação de informações e processos, apoiando a tomada de decisão em ambientes empresariais dinâmicos. Este estudo analisa as vantagens e desafios dos sistemas ERP, destacando sua relevância estratégica. A metodologia incluiu uma revisão de literatura sobre a adoção e impactos desses sistemas em diversos setores. A pesquisa indicou que os ERP melhoram a eficácia operacional, integram dados e oferecem suporte analítico, possibilitando decisões mais precisas. No entanto, desafios como altos custos e necessidade de atualização contínua foram identificados. Apesar disso, os resultados sugerem que, se gerenciados estrategicamente, os ERP são fundamentais para aumentar a competitividade e sustentabilidade das empresas.

Palavras-Chave

Sistemas ERP. gestão de informações. tomada de decisões.

Abstract

Enterprise Resource Planning (ERP) systems are essential for the consolidation of information and processes, supporting decision-making in dynamic business environments. This study analyzes the advantages and challenges of ERP systems, highlighting their strategic relevance. The methodology included a literature review on the adoption and impacts of these systems across various sectors. The research indicated that ERP systems improve operational efficiency, integrate data, and provide analytical support, enabling more accurate decisions. However, challenges such as high costs and the need for continuous updates were identified. Despite this, the results suggest that, when managed strategically, ERP systems are fundamental for increasing the competitiveness and sustainability of companies.

Keywords

ERP systems. information management. decision-making.

INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica e a globalização transformaram a gestão organizacional, destacando os sistemas ERP como ferramentas essenciais. Esses sistemas integram e gerenciam processos empresariais, proporcionando maior controle, agilidade e suporte à decisão. Segundo Costa et al. (2019), os ERPs centralizam informações críticas, otimizam a logística e aprimoram a análise gerencial, consolidando-se como alicerces estratégicos para a competitividade.

O estudo se concentrou em investigar o impacto dos sistemas ERP na tomada de decisões empresariais, delimitando sua análise a uma revisão bibliográfica que explorou estudos relevantes sobre o tema. A partir dessa abordagem, buscou-se compreender de que maneira essas plataformas influenciaram os processos decisórios, tanto no nível operacional quanto no estratégico, considerando as diferentes perspectivas de sua aplicação em organizações de variados setores. Nisiyama e Oyadomari (2012) destacaram que a capacidade de gerar informações em tempo real e a integração de dados são aspectos que têm potencial de transformar a dinâmica organizacional, permitindo decisões mais precisas e baseadas em evidências.

A problemática residiu na necessidade de compreender como os sistemas ERP contribuíram para a melhoria das decisões empresariais, frente às crescentes demandas por eficiência e inovação no mercado globalizado. Assim, o questionamento que norteou a pesquisa foi: como os sistemas ERP impactaram a tomada de decisões nas organizações? Esse questionamento refletiu a preocupação em avaliar não apenas os benefícios técnicos, mas também os desafios e limitações associados à implementação e ao uso desses sistemas, em conformidade com Padilha e Marins (2005), que salientaram que a eficácia dos ERP depende da adequação entre suas funcionalidades e os objetivos organizacionais.

O objetivo geral foi analisar os impactos dos sistemas ERP na tomada de decisões empresariais, com base em uma revisão de literatura que permitisse mapear os principais avanços, desafios e contribuições desses sistemas. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidos objetivos específicos: identificar as principais funcionalidades dos sistemas ERP relacionadas à gestão de informações, avaliar estudos de caso que discutiram a implementação de ERP em diferentes setores e analisar os benefícios e limitações apresentados por esses sistemas no apoio às decisões empresariais.

A justificativa para a realização do estudo fundamentou-se em três pilares principais. Primeiramente, a relevância do tema decorreu da crescente adoção de sistemas ERP pelas organizações, impulsionada pela necessidade de responder rapidamente às demandas do mercado e de garantir a eficiência operacional. Medalha Sinchetti e José Bertaci (2021) argumentaram que a implementação de ERP tem se tornado uma prática cada vez mais comum, especialmente em setores altamente competitivos, onde a tomada de decisões ágil e informada representa um diferencial estratégico.

Em segundo lugar, a pesquisa contribuiu para o campo acadêmico ao consolidar e organizar o conhecimento existente sobre o tema, proporcionando uma visão integrada e crítica das experiências relatadas na literatura. Além disso, buscou preencher lacunas em estudos anteriores, como apontado por Padoveze (2019), que destacou a necessidade de explorar as relações entre sistemas integrados e a gestão estratégica nas organizações. Por fim, o estudo ofereceu insights práticos para gestores e organizações que consideram a adoção ou aprimoramento de sistemas ERP, fornecendo subsídios para decisões mais informadas e eficazes sobre investimentos em tecnologia.

Metodologicamente, a pesquisa baseou-se em uma abordagem bibliográfica, com o levantamento e análise de estudos acadêmicos, artigos e outros materiais pertinentes ao tema. Essa metodologia permitiu uma visão ampla e aprofundada das discussões sobre os sistemas ERP, abrangendo diferentes contextos organizacionais e perspectivas teóricas. Schermerhorn, Hunt e Osborn (1998) afirmaram que a análise bibliográfica é uma ferramenta valiosa para a identificação de padrões e tendências em áreas de conhecimento consolidadas em temas complexos e multidimensionais.

A revisão incluiu fontes acadêmicas que abordaram aspectos técnicos, organizacionais e estratégicos dos sistemas ERP, buscando garantir uma análise abrangente e rigorosa. As fontes de dados utilizadas incluem artigos disponíveis em bases de dados reconhecidas, como SciELO e Google Scholar, bem como dissertações e teses obtidas em repositórios acadêmicos institucionais.

Os procedimentos de análise envolveram uma leitura crítica e sistemática dos materiais selecionados, com o objetivo de identificar conceitos-chave, argumentos principais e exemplos relevantes. A análise foi estruturada em categorias temáticas, como escalabilidade, custo-efetividade, segurança e tendências futuras. A triangulação das fontes permitiu integrar diferentes perspectivas e construir um panorama abrangente sobre o tema. Além disso, foram utilizados métodos de comparação e contraste entre os argumentos dos autores para estabelecer um diálogo entre eles.

A metodologia também incluiu uma análise interpretativa, buscando conectar os achados da literatura com a prática e as implicações estratégicas para empresas e instituições que adotam SaaS na nuvem. A validade do estudo foi assegurada pela utilização de múltiplas fontes e pela adesão rigorosa às normas metodológicas, garantindo que as conclusões refletissem fielmente o estado da arte do tema.

As Principais Funcionalidades dos Sistemas ERP Relacionadas à Gestão de Informações

Os sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) desempenharam um papel central na transformação da gestão empresarial, especialmente no que se refere à gestão de informações, promovendo maior eficiência e integração organizacional. Segundo Costa et al. (2019), a capacidade dos ERP de consolidar dados provenientes de diferentes áreas da empresa em uma única plataforma representa uma inovação significativa para a tomada de decisões. A possibilidade de integrar em tempo real informações de departamentos distintos, como financeiro, logística, produção e recursos humanos, oferece aos gestores uma visão abrangente das operações. Essa consolidação, por exemplo, permite que um gestor financeiro visualize de forma instantânea os resultados de uma operação industrial, facilitando decisões sobre investimentos ou cortes de custos. Ademais, a eficiência e a agilidade na coleta e análise de dados reduzem atrasos e erros comuns em sistemas fragmentados.

A funcionalidade de integração de dados é destacada por Padilha e Marins (2005) como uma das características mais relevantes dos sistemas ERP. Eles argumentaram que a capacidade de unificar informações de diferentes setores elimina redundâncias e inconsistências nos registros, possibilitando uma visão holística das operações organizacionais. Por exemplo, quando uma empresa mantém bancos de dados separados para recursos humanos, vendas e controle de estoque, os registros frequentemente apresentam discrepâncias, como erros no número de produtos em estoque ou falhas na folha de pagamento. Com um sistema ERP, esses registros são centralizados, permitindo que uma única fonte de verdade sirva como base para todo o planejamento estratégico. A automatização resultante reduz erros manuais e acelera os

processos internos, garantindo que os dados sejam atualizados em tempo real e apresentados de forma confiável.

Medalha Sinchetti e José Bertaci (2021) destacaram que os ERP também desempenham um papel importante no gerenciamento de estoques, uma funcionalidade crítica na gestão de informações. Esses sistemas permitem o acompanhamento em tempo real dos níveis de estoque, identificando padrões de consumo e otimizando o reabastecimento. Em uma cadeia de suprimentos, por exemplo, é essencial saber exatamente o momento correto para repor os produtos sem acumular excesso ou enfrentar faltas. A capacidade preditiva dos ERP facilita a identificação de tendências de demanda, otimizando a produção e a distribuição de produtos. Com base em históricos de venda, o ERP consegue antecipar picos sazonais de demanda, como datas comemorativas, auxiliando a organização a evitar rupturas de estoque, reduzindo custos operacionais e aumentando a satisfação do cliente.

Outra funcionalidade central dos sistemas ERP, conforme observado por Nisiyama e Oyadomari (2012), é o suporte à gestão financeira, onde a consolidação de informações contábeis e fiscais garante maior conformidade regulatória e transparência. A automatização de processos como geração de relatórios financeiros, cálculos tributários e controle de receitas e despesas promove não apenas eficiência operacional, mas também maior precisão na análise financeira. Empresas globais, que operam em diferentes jurisdições fiscais, dependem de relatórios precisos e em conformidade com leis locais para evitar multas e penalidades. Os ERP facilitam esse processo, automatizando cálculos complexos e integrando dados financeiros de todas as regiões onde a empresa atua.

Padoveze (2019) argumentou que a funcionalidade de geração de relatórios gerenciais em sistemas ERP é outro aspecto crucial para a gestão de informações. Por meio de dashboards e painéis interativos, os gestores têm acesso a indicadores-chave de desempenho (KPIs) que facilitam a visualização de métricas críticas para o negócio. Esses relatórios são personalizáveis e podem ser adaptados para atender às necessidades específicas de cada organização, demonstrando como os ERP se adaptam a diferentes contextos organizacionais e setores econômicos. Por exemplo, um diretor de produção pode acessar indicadores relacionados à eficiência das linhas de produção, enquanto um gestor de vendas pode visualizar relatórios sobre as regiões com melhor desempenho. Essa customização permite que cada departamento utilize a informação de forma estratégica para otimizar resultados.

Na perspectiva de Schermerhorn, Hunt e Osborn (1998), a integração promovida pelos sistemas ERP também é essencial para a gestão de recursos humanos, possibilitando o controle de dados como folha de pagamento, recrutamento e avaliações de desempenho. A centralização dessas informações, antes dispersas em diferentes departamentos, proporciona uma visão mais clara e completa sobre a força de trabalho. Por exemplo, o uso de ERPs permite acompanhar o ciclo de vida de um funcionário desde o processo de seleção até sua aposentadoria. Além disso, os gestores podem utilizar os dados para identificar padrões de desempenho e criar políticas de desenvolvimento e capacitação personalizadas.

Fleury e Fleury (2000) acrescentaram que os sistemas ERP também desempenham um papel fundamental na gestão do conhecimento organizacional, estruturando informações e tornando-as acessíveis em toda a empresa. Essa funcionalidade não apenas facilita a distribuição de informações essenciais, mas também promove um ambiente de aprendizado contínuo. Colaboradores podem acessar históricos, relatórios e registros anteriores para embasar suas decisões futuras, criando um ciclo contínuo de melhorias baseadas em dados.

Para Oliveira e Robles (2007), uma das funcionalidades mais destacadas dos ERP é o planejamento da produção, onde esses sistemas integram informações de demanda, capacidade produtiva e

disponibilidade de insumos para otimizar a alocação de recursos. A previsão de cenários permite que as empresas se preparem para flutuações no mercado e ajustem suas operações de acordo com as necessidades.

Assim, os ERP transcendem sua função inicial de simples automação de processos para se tornarem pilares estratégicos nas organizações modernas. Eles integram diversas funcionalidades que possibilitam maior eficiência, precisão e agilidade na gestão de informações, refletindo a evolução constante desses sistemas na busca por inovações tecnológicas.

Estudos de Caso Sobre a Implementação de ERP em Diferentes Setores

A implementação de sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) tem sido amplamente explorada em diversos setores econômicos, destacando-se por sua capacidade de integrar e otimizar processos organizacionais. Costa et al. (2019) observaram que, em empresas do setor automotivo, os sistemas ERP têm proporcionado melhorias significativas na gestão logística, centralizando informações de estoque, transporte e produção. Essa integração resulta em maior agilidade nas operações e melhor suporte à tomada de decisões estratégicas, revelando a importância dos ERP para organizações que enfrentam alta complexidade em suas cadeias produtivas.

Medalha Sinchetti e José Bertaci (2021) discutiram a aplicação de sistemas ERP no setor de varejo, com foco na gestão de estoques e no controle financeiro. Esses autores destacaram que a utilização de ERP permitiu às empresas monitorar, em tempo real, o fluxo de mercadorias e recursos financeiros, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência. A análise revelou que, ao alinhar dados de vendas, compras e logística, os ERP promoveram decisões mais rápidas e assertivas, especialmente em um ambiente de negócios onde a resposta às demandas do consumidor é crítica.

Padilha e Marins (2005) analisaram a implementação de ERP em empresas de manufatura, onde a necessidade de coordenar operações de produção com fornecedores e distribuidores é essencial. Eles destacaram que esses sistemas facilitaram a programação de ordens de produção, a alocação de recursos e a análise de capacidade fabril. Além disso, os autores apontaram que a padronização de processos promovida pelos ERP contribuiu para a redução de custos e para o aumento da confiabilidade das operações industriais.

Nisiyama e Oyadomari (2012) exploraram a adoção de ERP no setor de serviços, destacando como essas ferramentas foram adaptadas para suportar processos intangíveis, como atendimento ao cliente e gestão de contratos. Esses autores enfatizaram que, embora o setor de serviços apresente desafios únicos, a flexibilidade dos sistemas ERP permitiu a criação de soluções personalizadas, que melhoraram a eficiência operacional e o relacionamento com os clientes. Isso demonstra a versatilidade dos ERP em contextos onde a mensuração de resultados é menos tangível.

Padoveze (2019) investigou o uso de sistemas ERP em instituições financeiras, onde a gestão de informações é crítica para a conformidade regulatória e a análise de risco. O autor destacou que os ERP foram fundamentais para consolidar dados financeiros e fornecer relatórios precisos em tempo hábil. Além disso, a automação de processos, como auditorias internas e gestão de compliance, permitiu que as instituições financeiras se concentrassem em estratégias de crescimento, enquanto asseguravam o cumprimento das exigências legais e normativas.

Fleury e Fleury (2000) argumentaram que a implementação de ERP no setor de saúde trouxe melhorias significativas na gestão hospitalar, integrando informações de pacientes, suprimentos e equipe médica. Esses sistemas permitiram a otimização de recursos, como a alocação de leitos e o controle de medicamentos, além de facilitar a comunicação entre diferentes unidades hospitalares. A análise mostrou que os ERP contribuíram para a melhoria da qualidade do atendimento ao paciente, ao mesmo tempo em que aumentaram a eficiência operacional das instituições de saúde.

Oliveira e Robles e Robles (2007) examinou a implementação de ERP em empresas de tecnologia, destacando que essas organizações enfrentam desafios específicos, como a rápida obsolescência de produtos e a necessidade de inovação contínua. O autor observou que os sistemas ERP facilitaram a coordenação de atividades de pesquisa e desenvolvimento, além de melhorar a gestão de projetos complexos. A integração de informações entre diferentes departamentos possibilitou decisões mais alinhadas aos objetivos estratégicos, promovendo maior competitividade no mercado.

McClelland (1973) ressaltou que a aplicação de sistemas ERP em pequenas e médias empresas (PMEs) apresentou resultados mistos, dependendo do grau de adaptação das ferramentas às necessidades específicas dessas organizações. O autor observou que, embora os ERP ofereçam benefícios significativos em termos de eficiência e controle, a implementação muitas vezes é prejudicada por limitações financeiras e de infraestrutura. Apesar disso, a análise evidenciou que, quando bem implementados, os ERP podem ser transformadores, permitindo que as PMEs alcancem níveis de gestão comparáveis aos de grandes empresas.

Dutra, Hipólito e Silva (2000) abordaram a experiência de empresas de telecomunicações na adoção de ERP, destacando que esses sistemas foram essenciais para lidar com a complexidade das operações nesse setor. Os autores apontaram que os ERP permitiram a integração de processos de faturamento, atendimento ao cliente e manutenção de infraestrutura, promovendo maior eficiência e redução de custos. A implementação bem-sucedida foi atribuída à capacidade de personalização dos sistemas, que atenderam às demandas específicas do setor.

Bergamaschi (1999) enfatizou a relevância dos ERP no setor de educação, especialmente em universidades e instituições de ensino superior. Esses sistemas foram utilizados para integrar dados acadêmicos, administrativos e financeiros, permitindo uma gestão mais eficaz de recursos e processos. A pesquisa mostrou que os ERP facilitaram o planejamento orçamentário, a alocação de professores e a gestão de matrículas, promovendo uma experiência mais fluida para estudantes e colaboradores.

Os diferentes estudos de caso analisados revelaram que a implementação de sistemas ERP trouxe benefícios significativos para diversos setores econômicos, ao mesmo tempo em que enfrentou desafios específicos. A riqueza de perspectivas apresentada pelos autores demonstra que os ERP, apesar de sua natureza padronizada, possuem flexibilidade suficiente para atender a demandas específicas, desde que sejam adaptados às particularidades de cada organização. Esses sistemas se consolidaram como ferramentas indispensáveis para a competitividade e a inovação, evidenciando a necessidade de uma abordagem estratégica em sua implementação e uso.

Os sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) são ferramentas essenciais para a integração de dados e processos organizacionais, promovendo decisões ágeis e baseadas em informações atualizadas, conforme apontado por Costa et al. (2019). Padilha e Marins (2005) destacaram que esses sistemas eliminam redundâncias e melhoram a qualidade dos dados, embora sua eficácia dependa de uma parametrização correta e treinamento adequado. Medalha Sinchetti e José Bertaci (2021) ressaltaram que a automatização proporcionada pelos ERP reduz erros operacionais, mas pode levar à dependência tecnológica, limitando a flexibilidade em situações críticas. Nisiyama e Oyadomari (2012) enfatizaram a relevância dos relatórios

gerenciais e indicadores de desempenho fornecidos pelos ERP para decisões estratégicas, alertando para a importância da qualidade dos dados inseridos.

Padoveze (2019) destacou a transparência promovida pelos ERP, permitindo maior controle e confiança nas operações, embora reconheça o custo elevado de implementação. Fleury e Fleury (2000) abordaram a conectividade interna proporcionada pelos ERP, que favorece decisões alinhadas, mas pode enfrentar resistências culturais. Oliveira e Robles (2007) apontou o suporte ao planejamento de recursos como um benefício, apesar de exigir uso disciplinado em ambientes instáveis. McClelland (1973) observou que os ERP auxiliam na análise de competências organizacionais, mas alertou sobre os riscos de dependência de métricas quantitativas. Dutra, Hipólito e Silva (2000) destacaram os desafios de personalização dos ERP em cenários dinâmicos, enquanto Bergamaschi (1999) enfatizou a necessidade de gestão contínua e atualizações regulares para manter a relevância desses sistemas. Assim, embora os ERP apresentem desafios, seus benefícios os tornam indispensáveis para decisões empresariais em contextos competitivos e complexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas ERP são fundamentais para o ambiente corporativo atual, principalmente devido à sua capacidade de integrar informações provenientes de diversos setores de uma empresa. Eles permitem que as organizações centralizem dados essenciais em uma única plataforma, promovendo uma visão ampla, unificada e precisa das operações empresariais. Essa integração robusta não apenas melhora a eficiência operacional ao evitar redundâncias e automatizar processos, mas também oferece uma base sólida e confiável para decisões estratégicas de alto impacto. A capacidade de reunir informações em tempo real e disponibilizá-las de forma organizada é crucial em um mercado extremamente competitivo e em constante transformação, onde decisões baseadas em dados são a chave para o sucesso.

Além de contribuir diretamente para a melhoria da eficiência, os sistemas ERP também oferecem um ganho significativo em agilidade no processo de tomada de decisões. Com informações precisas ao seu alcance, os gestores conseguem identificar, de maneira rápida e eficaz, tanto oportunidades valiosas quanto desafios iminentes. A capacidade de responder prontamente a essas demandas é essencial em um ambiente econômico cada vez mais globalizado, onde a velocidade de adaptação e execução pode determinar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma organização. Empresas que conseguem se adaptar de forma ágil e eficiente tendem a obter resultados superiores e a conquistar uma posição sólida no mercado.

Contudo, é importante reconhecer que a implementação de sistemas ERP não está isenta de desafios, como os custos elevados e a complexidade inerente à integração com processos já existentes. Esses fatores representam obstáculos significativos que não podem ser ignorados durante o planejamento. Por isso, a implementação de um ERP requer um planejamento cuidadoso, estruturado e detalhado, além de um envolvimento ativo e comprometido de todas as partes interessadas, incluindo gestores, colaboradores e consultores externos. A eficácia dos sistemas ERP está diretamente ligada à qualidade dos dados inseridos no sistema e ao treinamento contínuo dos usuários, garantindo que todos saibam aproveitar plenamente suas funcionalidades e recursos.

O uso eficaz de sistemas ERP pode, sem dúvida, transformar essas ferramentas tecnológicas em aliadas indispensáveis para as empresas enfrentarem os desafios complexos e constantes do mercado atual. Quando geridos de forma adequada, com investimentos contínuos em melhorias e capacitação, os sistemas

ERP oferecem uma vantagem competitiva significativa e duradoura, permitindo às organizações se posicionarem à frente de seus concorrentes.

A centralização de dados proporcionada pelos sistemas ERP facilita, de maneira direta e prática, uma análise detalhada das operações e do desempenho empresarial. Essa análise é fundamental para que a empresa possa alinhar suas atividades operacionais com os objetivos estratégicos organizacionais, garantindo que todos os esforços estejam direcionados para o crescimento sustentável e a maximização dos resultados. A centralização eficiente dos dados, portanto, se configura como um verdadeiro pilar estratégico na gestão empresarial moderna, onde a precisão e a confiabilidade das informações são fatores determinantes.

Os benefícios proporcionados pelos sistemas ERP, como a eficiência aprimorada dos processos internos, a redução de custos operacionais e a geração de relatórios detalhados e precisos, são evidentes em todas as organizações que implementam essas soluções com sucesso. No entanto, é essencial que as empresas mantenham uma gestão proativa desses sistemas, com atualizações regulares de software e ajustes contínuos para atender às necessidades em constante evolução dos negócios. A manutenção constante e a adaptação ágil aos novos desafios são essenciais para que o ERP continue a gerar valor e impulsionar o crescimento.

A implementação de sistemas ERP deve ser considerada, portanto, uma decisão estratégica de longo prazo, que exige investimentos equilibrados tanto em tecnologia quanto na capacitação contínua dos colaboradores. Somente assim é possível maximizar os benefícios proporcionados por essas plataformas, garantindo que a organização esteja sempre preparada para evoluir e enfrentar as demandas do mercado com excelência.

Apesar dos desafios significativos, os sistemas ERP são inegavelmente cruciais para promover a eficiência operacional, o alinhamento estratégico e a capacidade de resposta rápida às mudanças do mercado. Em um cenário altamente competitivo, eles se tornam ferramentas indispensáveis para as organizações que buscam não apenas sobreviver, mas prosperar, inovar e manter-se na vanguarda do seu setor.

Os sistemas ERP desempenham um papel estratégico na gestão empresarial moderna, consolidando-se como pilares fundamentais para a integração de dados, informações e processos organizacionais. Ao reunir diferentes setores e departamentos em uma única plataforma tecnológica, os ERP permitem que as empresas centralizem suas operações, criando um fluxo unificado de informações. Essa capacidade de centralização é crucial, pois viabiliza uma análise detalhada e abrangente das operações internas, possibilitando que gestores e líderes tomem decisões informadas e embasadas. Com base em dados precisos e atualizados, as organizações conseguem alinhar suas ações táticas e estratégicas com os objetivos organizacionais de longo prazo, maximizando resultados e otimizando o desempenho.

No entanto, apesar das vantagens claras, os desafios associados à implementação de sistemas ERP não podem ser subestimados, sendo necessários esforços significativos para superá-los. Dentre esses desafios, destacam-se a resistência cultural à adoção de novas tecnologias e a necessidade frequente de personalização das soluções para se adaptarem às particularidades de cada organização. A resistência cultural, por exemplo, pode surgir quando colaboradores têm receio das mudanças nos processos de trabalho ou não compreendem plenamente os benefícios da nova ferramenta. Superar essa barreira exige um investimento não apenas financeiro, mas também na transformação cultural da empresa. É imprescindível que as organizações estejam preparadas para investir em programas robustos de mudança cultural, educação corporativa e treinamento contínuo de pessoal. Isso garante que todos os níveis da

organização, desde os colaboradores operacionais até a alta liderança, compreendam o funcionamento e a importância do ERP, utilizando-o de forma eficaz e produtiva no dia a dia.

Os benefícios proporcionados pelos sistemas ERP são numerosos e amplamente reconhecidos, incluindo a significativa melhoria na eficiência dos processos internos, a automação de tarefas repetitivas e a capacidade de gerar relatórios detalhados e precisos em tempo real. Com esses relatórios, as organizações conseguem monitorar seus indicadores de desempenho, identificar gargalos operacionais e prever cenários futuros com maior segurança. Contudo, é fundamental que as empresas não adotem uma postura passiva em relação aos sistemas ERP após sua implementação. Gerenciar proativamente esses sistemas é essencial para garantir sua eficiência contínua, por meio de atualizações regulares, adaptações às mudanças do mercado e ajustes que acompanhem as necessidades específicas do negócio. O ambiente competitivo e dinâmico atual demanda que as empresas estejam sempre preparadas para inovar e otimizar suas ferramentas tecnológicas.

Embora os sistemas ERP apresentem desafios significativos ao longo de sua implementação e uso, seus benefícios superam esses obstáculos quando as estratégias são bem planejadas e executadas. Em termos de eficiência operacional, alinhamento estratégico e capacidade de resposta rápida às mudanças e desafios do mercado, os sistemas ERP se tornam ferramentas imprescindíveis. Organizações que buscam se manter competitivas, inovadoras e resilientes no mercado atual não podem abrir mão de investir em sistemas robustos como os ERP. A chave para maximizar esses benefícios reside em uma abordagem estratégica que equilibre de maneira eficaz o investimento em tecnologia com o desenvolvimento de recursos humanos, assegurando que ambos avancem de forma alinhada e complementar.

Para pesquisas futuras, é altamente recomendável a exploração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina (machine learning), para integrá-las aos sistemas ERP. Essas tecnologias possuem o potencial de revolucionar a forma como os ERP processam e analisam dados, permitindo uma tomada de decisões mais preditiva e assertiva. Com a IA, por exemplo, os sistemas podem identificar padrões ocultos nos dados, prever tendências de mercado e sugerir ações estratégicas de forma automatizada, otimizando ainda mais as operações empresariais. Paralelamente, explorar o impacto dos ERP em pequenas e médias empresas (PMEs) é uma área de pesquisa essencial. As PMEs enfrentam desafios específicos, como restrições orçamentárias e limitações de pessoal, e é fundamental avaliar soluções mais acessíveis e adaptadas a esse segmento, bem como os impactos econômicos e operacionais dessas soluções.

Além disso, outro campo de estudo relevante é a influência da cultura organizacional na implementação e no uso eficaz dos sistemas ERP. Cada empresa possui sua própria cultura, valores e formas de trabalho, e é importante investigar como diferentes abordagens culturais afetam a aceitação, a adaptação e o sucesso das implementações de ERP. Ao identificar as melhores práticas para lidar com a resistência cultural e promover uma cultura de inovação, as organizações estarão mais preparadas para alcançar os benefícios esperados.

Outro ponto de interesse é a aplicação dos sistemas ERP para promover práticas de sustentabilidade dentro das organizações. Investigar como os ERP podem ser usados para gerenciar recursos de forma sustentável, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência energética pode gerar benefícios econômicos e ambientais significativos. Empresas que adotam práticas sustentáveis estão mais alinhadas às demandas da sociedade atual e ganham vantagem competitiva. Além disso, em um contexto de aumento de ameaças cibernéticas, é essencial desenvolver estratégias e soluções robustas para proteger dados sensíveis armazenados em sistemas ERP. A segurança da informação deve ser tratada como prioridade, garantindo a integridade, a confidencialidade e a disponibilidade dos dados críticos.

Avaliar o papel dos sistemas ERP na gestão de talentos e no desenvolvimento de competências dentro das organizações pode contribuir significativamente para o avanço do conhecimento na área. A utilização de ERP para monitorar habilidades, alinhar o desenvolvimento de colaboradores com os objetivos organizacionais e promover a gestão eficiente do capital humano é uma área promissora. Essa abordagem holística permitirá que os sistemas ERP evoluam e se tornem ainda mais aplicáveis em diferentes contextos organizacionais, solidificando sua importância na gestão empresarial contemporânea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMASCHI, Sidnei. *Um estudo sobre projetos de implementação de sistemas para gestão empresarial*. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- COSTA, M. R.; MARQUES, M. H. S.; AFFONSO, C. A. C.; ANDRADE, J. H. *Análise do uso do software ERP nas atividades logísticas para a tomada de decisão: Um estudo de caso em uma empresa de cabos automotivos*. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 4. ed. São Carlos, SP: IFSP, 2019. p. 107–110. Disponível em: <http://wipex.scl.ifsp.edu.br/ocs/index.php/wipex/4wipex/paper/viewFile/192/140>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- DUTRA, J. S.; HIPÓLITO, J. A. M.; SILVA, C. M. *Gestão de pessoas por competências: o caso de uma empresa do setor de telecomunicações*. Revista de Administração Contemporânea, v. 4, p. 161-176, 2000.
- FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. *Estratégias empresariais e formação de competências: quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.
- MCCLELLAND, David C. *Testing for competence rather than for "intelligence"*. American Psychologist, v. 28, n. 1, p. 1, 1973.
- MEDALHA SINCHETTI, A.; JOSÉ BERTACI, M. G. *Gestão de estoque e a implementação do sistema ERP*. Revista Interface Tecnológica, v. 18, n. 2, p. 536–550, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31510/infa.v18i2.1193>.
- NISYAMA, E.; OYADOMARI, J. C. T. *A busca da inovação e a cadeia de valores*. RAU, v. 10, n. 1, p. 189–214, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15600/1679-5350/rau.v10n1p189-214>.
- OLIVEIRA, Adriana S.; ROBLES JR, Antonio. Considerações sobre o controle da qualidade das informações prestadas pela controladoria no cenário de implantação de data warehousing. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO DA TECNOLOGIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - CONTECSI. Anais... São Paulo, 2007.
- PADILHA, T. C. C.; MARINS, F. A. S. *Sistemas ERP: Características, custos e tendências*. Produção, v. 15, n. 1, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132005000100009>.
- PADOVEZE, C. L. *Sistemas de informações contábeis: Fundamentos e análise*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- SCHERMERHORN, John R.; HUNT, James G.; OSBORN, Richard. *Basic organizational behavior*. 1998.

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZANDO LUVAS COM SENSORES

IDENTIFICATION SYSTEM USING GLOVES WITH SENSORS

Bryan Lopes da COSTA

bryancosta31@gmail.com

Bach. em Ciência da Computação

Centro Universitário Anchieta (UniAnchieta)

Felipe Augusto Honorato MERCURIO

mercuriofelipe10@gmail.com

Bach. em Ciência da Computação

Centro Universitário Anchieta (UniAnchieta)

Giovana Maria SANTANA

giovana.santata@gmail.com

Bach. em Ciência da Computação

Centro Universitário Anchieta (UniAnchieta)

Kelwin Daniel Ribeiro da SILVA

kelwin.ribeiro1704@gmail.com

Bach. em Ciência da Computação

Centro Universitário Anchieta (UniAnchieta)

Clayton Augusto VALDO

clayton.valdo@anchieta.br

Bach. em Ciência da Computação

Centro Universitário Anchieta (UniAnchieta)

Resumo

A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é a maneira pela qual se comunicam as pessoas com deficiência auditiva, utilizando gestos visuais para transmitir mensagens. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma luva equipada com sensores capaz de identificar os movimentos correspondentes ao alfabeto manual e aos numerais de Libras. O objetivo é oferecer uma solução tecnológica acessível que traduza os gestos em áudio no idioma português, contribuindo para a eliminação de barreiras de comunicação entre pessoas surdas e ouvintes. O protótipo foi desenvolvido utilizando a plataforma Arduino como núcleo para integração e processamento dos dados captados pelos sensores, priorizando ferramentas acessíveis para viabilizar uma solução popular de baixo custo. Os testes realizados demonstraram eficiência na captação dos gestos, reconhecendo com precisão todas as letras e números programados. Os resultados reforçam o potencial do dispositivo para melhorar a comunicação e promover a inclusão social.

Palavras-Chave

Tradução de Libras; Comunicação inclusiva; Sensores de movimento; Reconhecimento de padrões; Luva tradutora.

Abstract

Brazilian Sign Language (Libras) is the way in which people with hearing impairments communicate, using visual gestures to convey messages. This work proposes the development of a glove equipped with sensors capable of identifying movements corresponding to the manual alphabet and Libras numerals. The goal is to offer an accessible technological solution that translates gestures into audio in the Portuguese language, contributing to the elimination of communication barriers between deaf and hearing people. The prototype was developed using the Arduino platform as the core for integration and processing of data captured by the sensors, prioritizing accessible tools to enable a low-cost, popular solution. The tests performed demonstrated efficiency in capturing gestures, accurately recognizing all programmed letters and numbers. The results reinforce the device's potential to improve communication and promote social inclusion.

Keywords

Sign language translation; Inclusive communication; Motion sensors; Pattern recognition; Translation glove.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país marcado por uma vasta diversidade de pessoas e culturas, cada uma com as suas características e questões de saúde física ou emocional. A crescente atenção dada às pessoas com deficiência auditiva tem sido um desafio para a sociedade, que visa promover a inclusão para criar um ambiente em que todos sejam capazes de se comunicar.

Segundo Carvalho (2011), a Língua Brasileira de Sinais (Libras) foi oficializada como segunda língua do país, ao lado do português. Libras tem ganhado cada vez mais espaço em todos os ambientes em que a comunicação é fundamental, como em programas de televisão, eventos educativos, escolas e igrejas, por exemplo, tornando-se a principal ferramenta para atender às necessidades de diálogo das pessoas com deficiência auditiva.

De acordo com o portal Brasil (2023), no cenário brasileiro, a população com algum nível de perda auditiva representa cerca de 8,9% da população, ou seja, aproximadamente 18 milhões de pessoas em 2023. A dificuldade para encontrar um suporte adequado, junto com a falta de atenção à saúde auditiva, tem limitado o acesso da população aos cuidados necessários.

Segundo informações do site BVSMS (2024), hoje observa-se uma carência de conhecimento sobre prevenção, diagnóstico preciso e tratamento da perda auditiva. Com o crescimento gradativo dos casos de surdez, a tecnologia pode ser utilizada como ferramenta para eliminar os principais obstáculos de comunicação enfrentados por esses indivíduos.

Com o passar dos anos, os esforços para integrar a Língua Brasileira de Sinais (Libras) na sociedade têm crescido significativamente, mas ainda se enfrenta diversas dificuldades, uma vez que não é uma língua amplamente compreendida pela população em geral. As pessoas com deficiência auditiva se comunicam com indivíduos ouvintes apenas por meio de intérpretes ou texto escrito que, embora permita a comunicação entre os dois grupos, não são soluções realmente acessíveis. (Torres et al., 2007)

O propósito central deste projeto é criar um Sistema de Identificação que emprega luvas equipadas com sensores que servirão como intérpretes de Libras para o idioma português. O plano empregará tecnologias de ponta, tais como sensores de movimento e flexão que registram os movimentos. Esses gestos serão posteriormente analisados por algoritmos de reconhecimento de padrões, tais como Redes Neurais Convolucionais (CNNs) e Máquinas de Vetores de Suporte (SVMs).

O protótipo será desenvolvido com o uso de plataformas para desenvolvimento de hardware, como Arduino ou Raspberry Pi. A iniciativa utilizará softwares de processamento de sinais para a criação e aprimoramento dos algoritmos de tradução. O objetivo do sistema é auxiliar na comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e ouvintes, proporcionando, de maneira acessível, um instrumento eficiente para a tradução automática da Linguagem Brasileira de Sinais.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerando a temática de inclusão de deficientes auditivos, este trabalho propõe o desenvolvimento prático de um sistema que utiliza uma luva equipada com sensores para realizar a tradução de gestos em Libras para a língua portuguesa. Neste contexto, o Arduino será o controlador central, responsável por processar as entradas dos sensores de flexão (aplicados aos dedos), do giroscópio e do acelerômetro. Essa solução tecnológica abre caminho para novas oportunidades de explorar sobre como a tecnologia pode ser utilizada para solucionar os desafios da tradução de Libras. (Leacina; Ferreira, 2021)

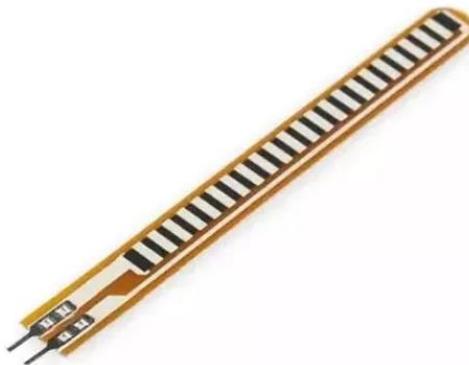
1.1. Sensores de Movimento e Flexão (Motion and Flex Sensors)

A utilização de luvas equipadas com sensores é um eficiente instrumento capaz de identificar e traduzir os sinais de Libras (Língua Brasileira de Sinais). Para o desenvolvimento desses sistemas, faz-se necessário o uso de diversas tecnologias, incluindo sensores, que são fundamentais para o reconhecimento dos movimentos dos usuários. Os sensores de movimento e flexão são responsáveis pela captura dos gestos utilizados em Libras, permitindo a medição de dados específicos que, posteriormente, são utilizados no processo de tradução (Lazzarotto, 2016).

1.1.1. Sensores de flexão, giroscópio e acelerômetro

Para realizar a conversão da alteração de flexão ou curvatura, são utilizados sensores de flexão que convertem os movimentos em uma variação de resistência, ou seja, são capazes de transformar uma energia física em sinais elétricos. Conforme a figura 1, os sensores desenvolvidos pela Spectrasymbol possuem uma construção simples e são compostos por materiais plásticos finos, menores que 0,127 milímetros, contendo um filme resistivo de carbono ou polímeros, criados em diversos tamanhos e formatos. (SEA, 2017)

Figura 1. Sensores de Flexão (Spectrasymbol, 2021)



Para aprimorar a cobertura dos movimentos, existem diferentes técnicas que utilizam sensores fixados ao corpo do usuário, gerando resultados mais precisos e reduzindo as interferências do ambiente, principalmente em relação ao reconhecimento por vídeos. As luvas para medição de gestos, por exemplo, utilizam os sensores de curvatura, pressão, acelerômetros e giroscópios para captar com maior precisão a cinemática corporal. Os ângulos de movimento são medidos por meio de sensores nas juntas do corpo humano, como goniômetros eletrônicos, que medem ângulos de rotação, ou luvas goniométricas que, para reconhecer os padrões, analisam simultaneamente a posição dos dedos (Guimarães, 2019).

De acordo com dados apresentados no seminário SEA (2017), o sensor FlexForce responde às variações de sua microestrutura. Sem necessitar de uma excitação externa, este sensor passivo realiza a alteração da resistência elétrica em seus terminais, podendo ser utilizado em uma série de aplicações que envolvem variação angular longitudinal.

Na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), em Alegrete, Longaretti (2015) desenvolveu um protótipo de luva que utiliza sensores MPU6050 com acelerômetros e giroscópios de três eixos para capturar os gestos da mão humana. Os sensores, representados na figura 2, geravam dados que eram transmitidos para um computador, que realizava posteriormente a análise e o processamento dos dados.

1.1.2. Projeto de desenvolvimento da luva

A luva de dados é um dispositivo multissensorial que, para Lazzarotto (2016), é capaz de gerar uma grande quantidade de informações sobre a postura e os movimentos da mão. Neste contexto, mesmo que seja utilizada uma luva simples, como a X11 na figura 3, os autores destacam que ela é amplamente utilizada pelos pesquisadores devido à sua integração com plataformas com interface natural para usuário.

Figura 2. Giroscópio (Amazon, 2023)

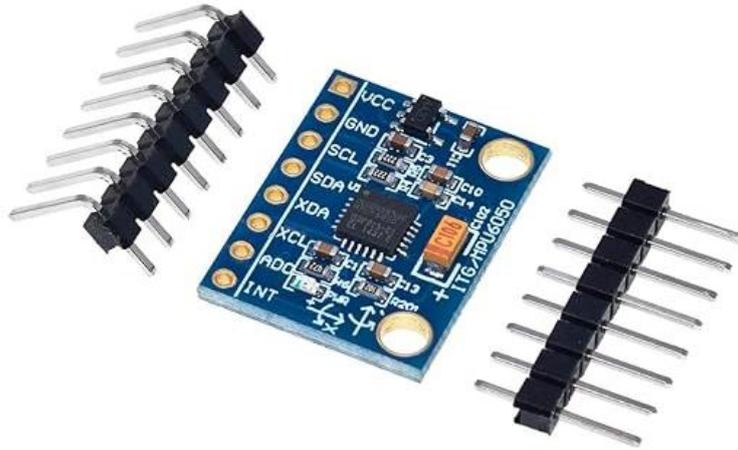


Figura 3. Luva X11 (X11, 2021)



Os sensores de flexão detectam o movimento dos dedos, enquanto os giroscópios e acelerômetros realizam a medição da posição e orientação das mãos em um espaço tridimensional. A velocidade angular é medida pelos giroscópios, e os acelerômetros são responsáveis pela detecção da aceleração linear. Quando combinados, esses sensores fornecem dados sobre o movimento completo das mãos, permitindo uma maior precisão na tradução dos sinais (Lazzarotto, 2016).

1.2. Algoritmos de Reconhecimento de Padrões (Pattern Recognition Algorithms)

A etapa de utilização de um algoritmo de reconhecimento de padrões é fundamental para o desenvolvimento deste projeto. Por meio de algoritmos como Redes Neurais Convolucionais (CNNs) e Máquinas de Vetores de Suporte (SVMs), os dados que foram coletados pelos sensores são analisados e interpretados. Baseando-se nos padrões de movimento e nos métodos de aprendizado de máquina, os algoritmos identificam os sinais

da linguagem, processam e classificam os dados para, assim, realizar a tradução em texto ou fala (SANTOS et al., 2019).

1.2.1. Redes Neurais Convolucionais (CNNs)

Sob a perspectiva de Ebermam e Krohling (2018), inspiradas no córtex visual biológico, as Redes Neurais Convolucionais (CNNs) são um tipo de rede neural artificial amplamente utilizado para o reconhecimento de padrões. De maneira eficiente, elas são capazes de processar e analisar dados visuais, como imagens, devido à sua capacidade de identificar padrões e características de forma hierárquica, aprendendo com precisão os diferentes gestos utilizados em Libras.

A técnica utilizada por CNNs consiste em separar camadas. As primeiras são responsáveis por identificar padrões e características que possibilitam uma análise mais localizada, pois os neurônios não estão totalmente conectados aos neurônios da camada seguinte. Já as camadas finais são totalmente conectadas e têm a função de interpretar as informações extraídas, gerando uma resposta final (Ebermam; Krohling, 2018).

No contexto do processo de uma CNN, consideram-se três etapas principais:

- Camada convolucional, que detecta características específicas da imagem;
- Camada de pooling, que torna o processamento mais eficiente por meio da redução da dimensionalidade dos dados;
- Camadas totalmente conectadas, que realizam a interpretação final.

Segundo Ebermam e Krohling (2018), a inspiração deste modelo está no trabalho pioneiro de Hubel e Wiesel, que descobriram como as células do córtex visual dos gatos reagem aos estímulos visuais.

1.2.2. Máquinas de Vetores de Suporte (SVMs)

Com a evolução tecnológica, uma técnica de aprendizado conhecida como Máquinas de Vetores de Suporte (SVMs) tem se destacado. São algoritmos de classificação que, muitas vezes, superam os resultados obtidos por outros algoritmos de aprendizado, como as RNAs, conhecidas como Redes Neurais Artificiais (Lorena; Carvalho, 2007).

Muito utilizadas em áreas como categorização de textos, análise de imagens e bioinformática, como argumenta Lorena e Carvalho (2007), as SVMs foram inspiradas pela teoria de aprendizado estatístico, desenvolvida por Vapnik. Essa técnica segue rigorosos princípios que garantem, de maneira eficaz, a criação de classificadores capazes de prever a classe de novos dados que pertencem ao mesmo domínio do aprendizado inicial, apresentando uma boa capacidade de generalização.

1.3. Plataformas de Desenvolvimento de Hardware (Hardware Development Platforms)

A construção do projeto requer uma plataforma de desenvolvimento de hardware que terá um papel fundamental para o funcionamento do protótipo. Essa plataforma será responsável por integrar os sensores e processar os dados capturados dos gestos. Para este fim, o Arduino e o Raspberry Pi se destacam como

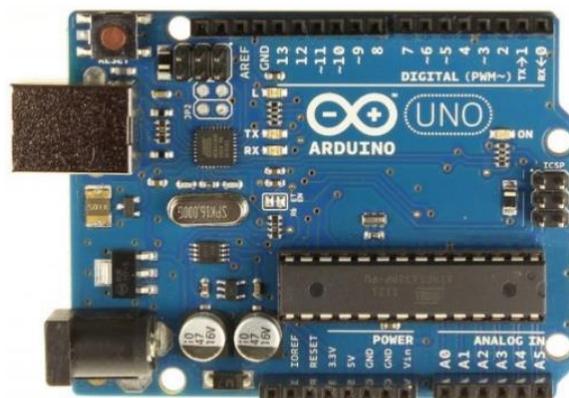
duas opções eficientes, principalmente pela acessibilidade e versatilidade que ambos apresentam (Silva, 2019).

1.3.1. Arduino

Como descrito por Silva et al., (2014), o Arduino é uma plataforma de código aberto, composta por um microcontrolador e um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), que simplifica de maneira eficaz o desenvolvimento de projetos eletrônicos. Com origem na Itália, em 2005, o Arduino conta com microcontroladores programáveis por meio de softwares de código aberto, com suporte para hardware e software.

Como apresentado na figura 4, o modelo Arduino Uno R3 possui entradas digitais e analógicas, que permitem a captação de diversos sinais de sensores, e suas saídas são capazes de controlar diferentes componentes eletrônicos. Dessa forma, a placa pode ser utilizada em uma grande diversidade de projetos, desde sensores mais simples até instrumentos científicos complexos. (Silva et al., 2014)

Figura 4. Arduino Uno R3 (ELETRODEX, 2021)



A capacidade do Arduino em realizar tarefas como a leitura de sensores de luz ou câmeras, por exemplo, evidencia a sua versatilidade. Em palavras de Silva (2019), ele funciona como um “cérebro” para diversos dispositivos, sendo adaptável a diferentes aplicações. Desenvolvido em Java, seu ambiente de desenvolvimento oferece uma interface acessível e flexível, o que torna o Arduino uma das plataformas eletrônicas mais populares para projetos educacionais e profissionais.

1.3.2. Raspberry Pi

Como representado na figura 5, o Raspberry Pi é um dispositivo compacto e altamente funcional, capaz de realizar grande parte das tarefas de um computador de mesa tradicional. Desenvolvido em 2012 pela Fundação Raspberry Pi, essa plataforma se destaca por sua versatilidade, sendo utilizada para diversas finalidades, desde atividades educativas até projetos avançados. (Silva, 2019)

Figura 5. Raspberry Pi (Silva, 2019)



Para Silva (2019), o Raspberry Pi se destaca como uma ferramenta que promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, tornando-se uma escolha apropriada para integrar diversos tipos de projetos tecnológicos. Com um grande volume de material de estudo disponível, o dispositivo foi preparado para suportar periféricos comuns, como saídas HDMI, conexão para mouse, teclado e Wi-Fi integrado, eliminando a necessidade de acessórios adicionais para iniciar o desenvolvimento.

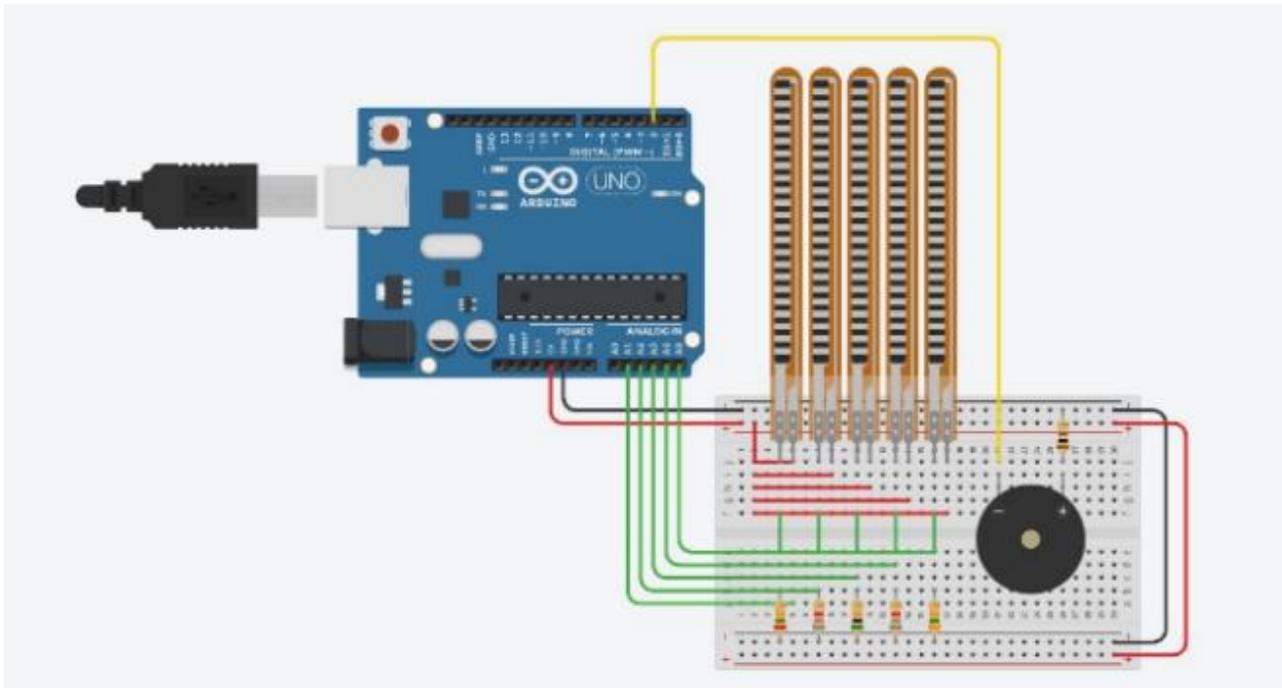
1.4. Softwares de Processamento de Sinais (Signal Processing Software)

Em conjunto com o hardware que será utilizado no projeto, o desenvolvimento dos algoritmos de reconhecimento de sinais de Libras dependerá de um software de processamento que, dessa forma, permitirá que sejam realizados testes e ajustes antes da implementação física. O Tinkercad foi escolhido devido ao seu ambiente virtual intuitivo e acessível para a criação e simulação de circuitos eletrônicos. (Santos, 2023)

1.4.1. Tinkercad

Criada pela Autodesk, a plataforma Tinkercad é um simulador online gratuito que permite que os usuários projetem, simulem e verifiquem o comportamento de diversos componentes que serão utilizados no projeto, como está ilustrado na Figura 6. Segundo Santos (2023), devido à sua interface simples, o gerenciamento dos resultados com o Tinkercad será mais eficiente, mesmo que não haja um hardware físico implementado durante a fase inicial de desenvolvimento.

Figura 6. Representação no Tinkercad



No contexto do projeto em questão, a plataforma conta com um espaço dedicado à programação dos circuitos e componentes por meio de linguagens de programação. Portanto, na etapa de codificação, o Tinkercad será fundamental para realizarmos simulações virtuais do processamento dos sinais emitidos pelos sensores, que serão aplicados na luva tradutora de Libras. Com ele, é possível garantir o funcionamento do sistema antes da implementação física, facilitando a correção de erros e a otimização do projeto desde a fase inicial (Silva, 2018).

1.5. Resultados e Discussão

Os resultados deste trabalho foram alcançados por meio da utilização de componentes que desempenharam papéis fundamentais para realizar a tradução precisa de Libras para o português. A figura 7 mostra um fluxograma detalhado de cada módulo utilizado, incluindo os sensores de flexão, o Sensor de Giroscópio e Acelerômetro (IMU - Unidade de Medição Inercial), o Arduino, o Módulo LDPlayer com cartão SD e um alto-falante.

1.5.1. Fluxograma do projeto

Cada componente do projeto possui uma função específica que, em conjunto, são capazes de identificar e interpretar os movimentos da luva. Como evidenciado na figura 7, os sensores de flexão detectam a variação de resistência gerada pela dobra de cada dedo, enquanto o giroscópio e acelerômetro capturam a movimentação e a orientação espacial da luva. O Arduino processa esses dados e toma decisões baseadas nos movimentos capturados, enviando instruções ao módulo LDPlayer que armazena os arquivos de áudio mapeados, e o alto-falante emite o som que conclui a tradução.

Figura 7. Fluxograma do projeto

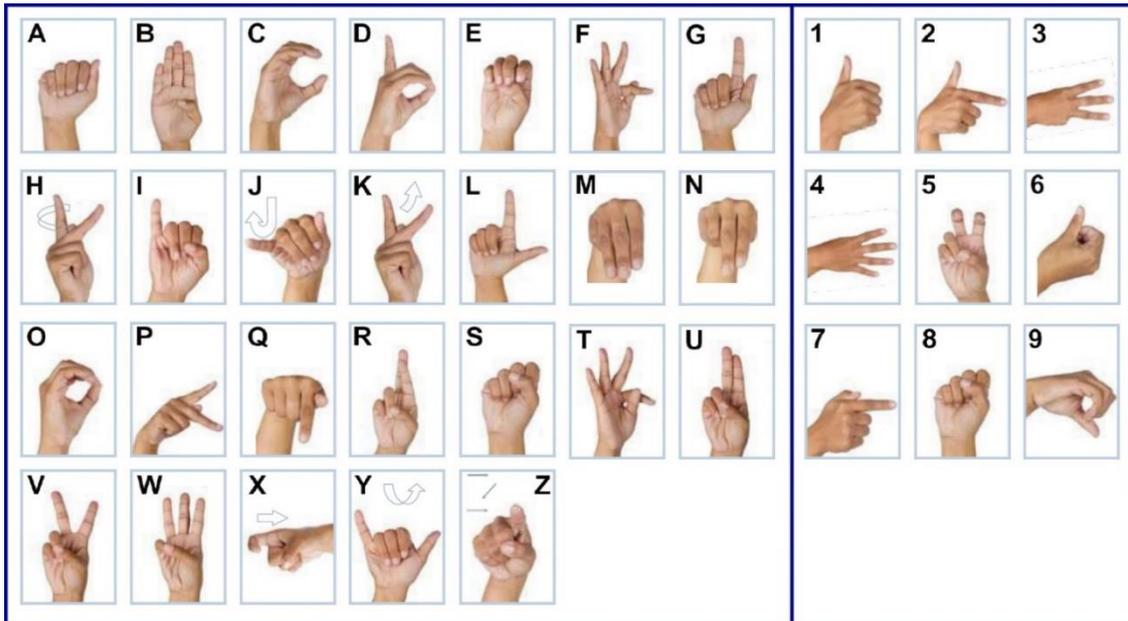


Para aprimorar a precisão do reconhecimento dos gestos, o projeto foi estruturado em etapas que consistem no funcionamento dos sensores, processamento dos dados e reprodução de áudio. Conectados nas portas analógicas do Arduino, os sensores de flexão convertem a curvatura dos dedos em valores de tensão que representam o grau de curvatura. O giroscópio e acelerômetro, conectados nas portas I2C do Arduino, capturam movimentos e a orientação da luva, possibilitando a distinção de gestos com base na leitura de inclinação e rotação, o que facilita interpretações mais complexas.

1.5.1. Configuração e mapeamento

Para configurar os movimentos padrão de cada letra e número, utilizou-se como referência o alfabeto manual e os numerais da Língua Brasileira de Sinais (Libras), conforme representado na figura 8. Cada gesto correspondente a uma letra ou número apresenta um movimento único, que foi devidamente mapeado e associado às leituras dos sensores.

Figura 8. Alfabeto manual e os numerais em Libras (Brasil, 2022)



A Figura 9 demonstra como é feita a leitura dos valores dos sensores de flexão. O código faz uso da função `analogRead()` para capturar os valores dos sensores, que variam entre 750 (dedos abertos) e 900 (dedos completamente flexionados). Esses valores são, então, agrupados em uma variável chamada “gestoAtual”, do tipo `String`, que será utilizada posteriormente para identificar os gestos.

Figura 9. Leitura dos valores dos sensores

```

1 // Leitura dos valores dos sensores
2 valorDedo1 = analogRead(A1);
3 valorDedo2 = analogRead(A2);
4 valorDedo3 = analogRead(A3);
5 valorDedo4 = analogRead(A4);
6 valorDedo5 = analogRead(A5);
7
8 // Reconhecimento do gesto atual
9 String gestoAtual = reconhecerGesto(valorDedo1, valorDedo2, valorDedo3, valorDedo4, valorDedo5);

```

Inicialmente, foi pré-configurada uma série de gestos que contempla todas as letras do alfabeto, os números de 1 a 9 e as frases “bom dia”, “boa tarde” e “boa noite”. O processo de mapeamento foi fundamental: para cada gesto em Libras que representa uma letra, número ou palavra, foram capturadas as leituras dos sensores, que indicam os ângulos dos dedos e a orientação da mão. Com essas leituras, foi criada uma tabela que estabelece uma matriz, na qual cada gesto está associado a um valor específico de leitura dos sensores e a um arquivo de áudio correspondente no cartão SD, conforme visualizado na Figura 10.

Figura 10. Criação da Tabela de Mapeamento

```

1 // Array de gestos com valores de referência para letras
2 Gesto gestos[] = {
3   {900, 700, 700, 700, 700, 'A'}, // Somente o polegar dobrado
4   {700, 900, 900, 900, 900, 'B'}, // Todos os dedos esticados, exceto o polegar
5   {800, 800, 800, 800, 800, 'C'}, // Forma arredondada, todos semi-dobrados
6   {700, 900, 700, 700, 700, 'D'}, // Somente indicador esticado
7   {900, 900, 900, 900, 900, 'E'}, // Todos os dedos dobrados
8   {700, 700, 900, 900, 900, 'F'}, // Polegar e indicador esticados
9   {900, 900, 700, 700, 700, 'G'}, // Indicador e polegar apontando
10  {900, 900, 700, 700, 700, 'H'}, // Indicador e médio esticados
11  {900, 700, 900, 900, 900, 'I'}, // Mínimo esticado
12  {900, 700, 900, 900, 900, 'J'}, // Movimento em 'J' (dedo mínimo)
13  {900, 700, 700, 900, 900, 'K'}, // Indicador e médio abertos, polegar dobrado
14  {900, 900, 900, 700, 700, 'L'}, // Indicador e polegar formando 'L'
15  {900, 900, 900, 900, 700, 'M'}, // Três dedos sobrepostos
16  {900, 900, 900, 700, 700, 'N'}, // Dois dedos sobrepostos
17  {900, 800, 800, 800, 800, 'O'}, // Todos os dedos semi-dobrados formando 'O'
18  {900, 700, 900, 700, 700, 'P'}, // 'K' invertido
19  {900, 900, 700, 700, 900, 'Q'}, // 'G' apontando para baixo
20  {900, 700, 900, 700, 900, 'R'}, // Indicador e médio cruzados
21  {900, 900, 900, 900, 700, 'S'}, // Punho fechado
22  {900, 900, 900, 700, 900, 'T'}, // Polegar entre indicador e médio
23  {900, 700, 700, 900, 900, 'U'}, // Indicador e médio juntos
24  {900, 700, 700, 700, 900, 'V'}, // Indicador e médio em 'V'
25  {900, 700, 700, 700, 700, 'W'}, // Três dedos esticados (V + médio)
26  {900, 700, 900, 900, 700, 'X'}, // Indicador dobrado
27  {900, 700, 900, 700, 700, 'Y'}, // Polegar e mínimo esticados
28  {900, 700, 900, 700, 900, 'Z'} // Movimento em 'Z' com indicador
29 };
30
31 // Array de gestos com valores de referência para números
32 Gesto gestosNumeros[] = {
33   {900, 900, 900, 900, 900, "0"}, // Todos os dedos dobrados (punho fechado)
34   {700, 900, 900, 900, 900, "1"}, // Apenas o polegar esticado
35   {700, 700, 900, 900, 900, "2"}, // Polegar e indicador esticados
36   {700, 700, 700, 900, 900, "3"}, // Polegar, indicador e médio esticados
37   {700, 700, 700, 700, 900, "4"}, // Quatro dedos esticados (exceto mínimo)
38   {700, 700, 700, 700, 700, "5"}, // Todos os dedos esticados
39   {900, 700, 700, 700, 700, "6"}, // Mínimo tocando o polegar (forma de "OK")
40   {900, 900, 700, 700, 700, "7"}, // Anelar tocando o polegar
41   {900, 900, 900, 700, 700, "8"}, // Médio tocando o polegar
42   {900, 900, 900, 900, 700, "9"} // Indicador tocando o polegar
43 };
44
45 // Estrutura para armazenar seqüências de gestos
46 struct PalavraGesto {
47   String palavra;
48   String gestosSequencia[2]; // Até duas letras para formar uma palavra
49 };
50
51 // Array de palavras e suas seqüências de gestos
52 PalavraGesto palavrasCompostas[] = {
53   {"bom dia", {"B", "D"}},
54   {"boa tarde", {"B", "T"}},
55   {"boa noite", {"B", "N"}}
56 };

```

O processamento de dados no Arduino é composto por três etapas principais. A primeira é a Leitura Analógica e Digital, na qual dados dos sensores de flexão e do IMU são recebidos a uma taxa de amostragem definida para garantir leituras contínuas. Então, ocorre o Mapeamento dos Gestos, onde as leituras dos sensores são comparadas com valores de referência previamente estabelecidos para identificar gestos específicos. Por fim, a Lógica de Decisão utiliza um algoritmo no código do Arduino, permitindo um reconhecimento mais eficiente dos gestos.

Figura 11. Identificação de gestos com valores fictícios

```

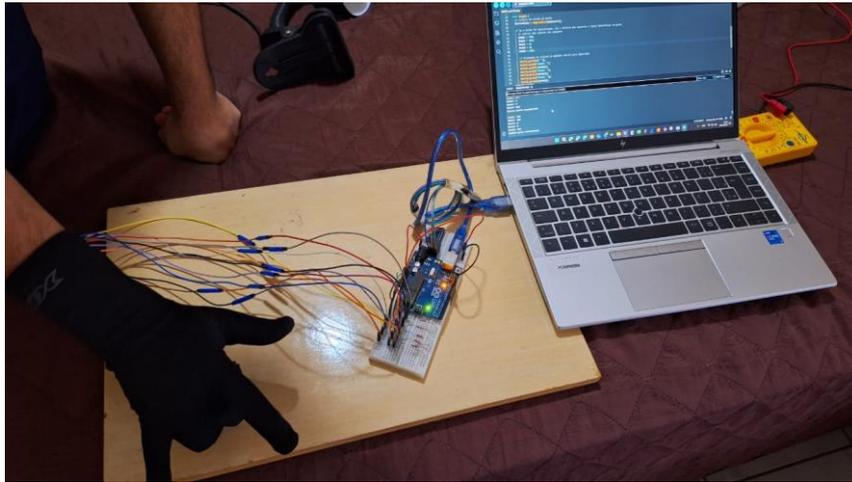
1 // Função para reconhecer letras ou números com tolerância
2 String reconhecerGesto(int valorDedo1, int valorDedo2, int valorDedo3, int valorDedo4, int valorDedo5) {
3     for (int indice = 0; indice < sizeof(gestos) / sizeof(gestos[0]); indice++) {
4         if (abs(valorDedo1 - gestos[indice].valorDedo1) < 20 &&
5             abs(valorDedo2 - gestos[indice].valorDedo2) < 20 &&
6             abs(valorDedo3 - gestos[indice].valorDedo3) < 20 &&
7             abs(valorDedo4 - gestos[indice].valorDedo4) < 20 &&
8             abs(valorDedo5 - gestos[indice].valorDedo5) < 20) {
9                 return gestos[indice].identificador;
10            }
11        }
12    return "";
13 }
14
15 // Função para verificar palavras compostas
16 void verificarPalavraComposta(String gestosIdentificados[]) {
17     for (int i = 0; i < sizeof(palavrasCompostas) / sizeof(palavrasCompostas[0]); i++) {
18         if (gestosIdentificados[0] == palavrasCompostas[i].gestosSequencia[0] &&
19             gestosIdentificados[1] == palavrasCompostas[i].gestosSequencia[1]) {
20             Serial.print("Palavra detectada: ");
21             Serial.println(palavrasCompostas[i].palavra);
22             return;
23         }
24     }
25     Serial.println("Nenhuma palavra composta reconhecida.");
26 }

```

A identificação de letras é realizada com base nos valores dos sensores que já foram padronizados e armazenados nas variáveis correspondentes. O código mostrado na figura 11 compara esses valores com limites predefinidos para cada gesto: se a combinação dos valores de Dedo1, Dedo2, Dedo3, Dedo4 e Dedo5 corresponde a um padrão específico, o termo correspondente é detectado e seu som é enviado para o alto-falante. Caso nenhum gesto corresponda aos valores esperados, o sistema retorna um resultado programado. A figura 12 apresenta os primeiros testes realizados no protótipo.

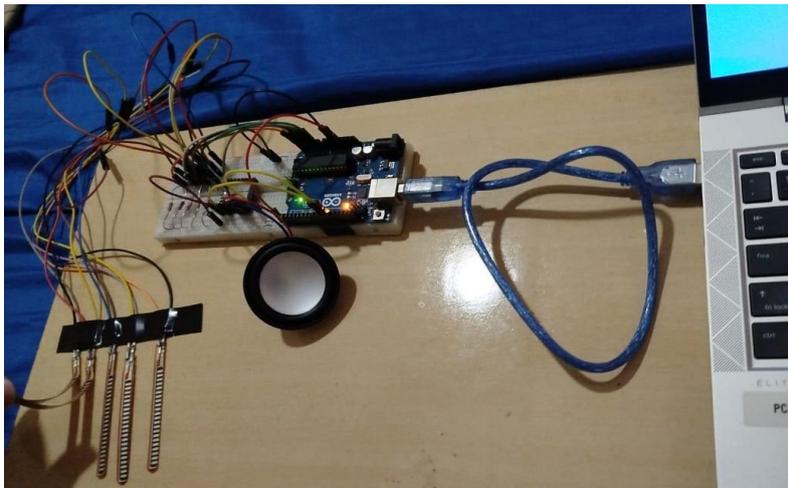
A última etapa de execução da luva é a reprodução do áudio. Para isso, um módulo LDPlayer foi conectado ao Arduino por meio de pinos digitais ou via comunicação serial. O módulo recebe comandos do Arduino, indicando qual arquivo de áudio deve ser acessado e reproduzido. Esses arquivos, armazenados em um cartão SD, foram nomeados para facilitar a correspondência com os gestos reconhecidos, como "A.wav" ou "bom_dia.wav", por exemplo. Posteriormente, o áudio é transmitido para um alto-falante, que emite o som audível da tradução.

Figura 12. Primeiro teste do protótipo



Para garantir a leitura sincronizada dos sensores de flexão com o giroscópio e acelerômetro, foi implementado um sistema de buffer de dados e o uso de timestamps para alinhar as leituras, utilizando bibliotecas que suportam leitura assíncrona. Como esses sensores podem gerar ruídos que afetam a precisão das leituras, foi necessário calibrá-los antes do uso, processo que foi realizado por meio de uma função de calibração no código do Arduino e testes físicos, como demonstrado na figura 13.

Figura 13. Calibragem no código do Arduino

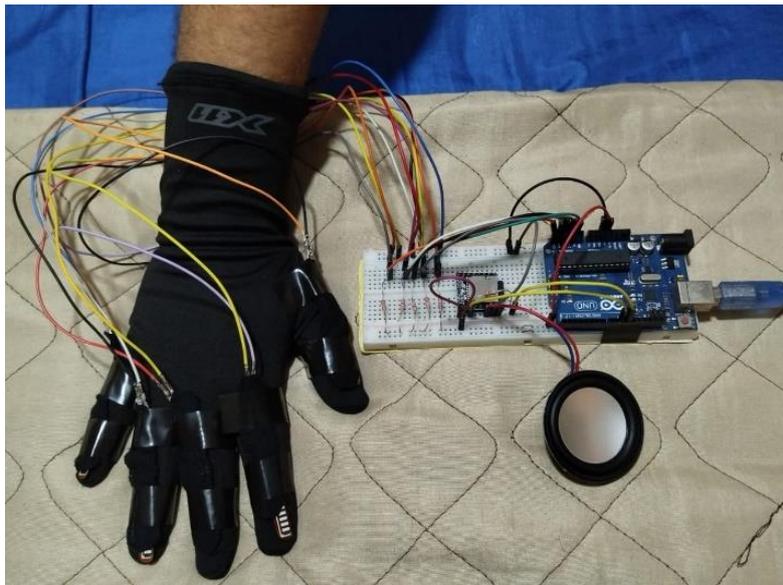


O reconhecimento dos gestos não envolve apenas a posição dos dedos, mas também os movimentos da mão, como giros e inclinações. Por isso, foi desenvolvida uma lógica que combina as leituras dos sensores de flexão com os dados do giroscópio/acelerômetro para criar um perfil de movimento. No entanto, o Arduino Uno apresentou algumas limitações de memória e processamento, e a realização de múltiplas leituras de sensores

e o envio de comandos poderiam sobrecarregar o dispositivo. Dessa forma, o código foi otimizado e modularizado, utilizando funções eficientes para manipulação de dados, minimizando o uso de recursos.

Quanto ao manuseio do módulo LDPlayer, foi cuidadosamente planejado para garantir que o áudio fosse reproduzido rapidamente após a identificação do gesto. Para isso, o mapeamento de gestos e seus arquivos de áudio correspondentes foi pré-carregado em uma tabela de lookup no código do Arduino, possibilitando a emissão de respostas em tempo real. Na figura 14 encontra-se o protótipo concluído da luva tradutora de Libras.

Figura 14. Protótipo da luva concluído



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto apresentou uma solução tecnológica acessível para facilitar a comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e ouvintes, por meio da criação de uma luva equipada com sensores que traduz os gestos da Língua Brasileira de Sinais (Libras) em áudio no idioma português. Com a integração de sensores de flexão, giroscópio, acelerômetro e algoritmos, foi possível projetar um protótipo funcional com a capacidade de realizar essa tradução automaticamente.

Os resultados obtidos durante a fase de teste foram promissores, embora algumas limitações técnicas tenham dificultado a identificação de frases compostas. Fatores como variações do ambiente mostraram-se desafiadores, influenciando a precisão dos sensores e, conseqüentemente, a interpretação dos gestos. O uso de ferramentas acessíveis, como o Arduino e o software de simulação Tinkercad, proporcionou um ambiente eficiente para o desenvolvimento do projeto. Ainda assim, as soluções implementadas demonstraram ser capazes de captar e interpretar gestos com precisão dentro das condições controladas de teste.

Este projeto reforça o papel fundamental da tecnologia na promoção da inclusão social, demonstrando como dispositivos acessíveis podem reduzir os obstáculos de comunicação entrados pela comunidade com surdez.

Apesar de a Libras ser oficialmente brasileira, sua compreensão entre os ouvintes ainda é limitada, destacando a relevância de iniciativas que promovam acessibilidade de maneira prática e efetiva.

Para trabalhos futuros, sugere-se o aprimoramento do protótipo, ampliando o número de gestos contemplados, abrangendo mais palavras, frases e expressões da língua portuguesa. É necessário realizar um estudo aprofundado sobre as condições de temperatura e outros fatores ambientais que possam gerar variações incorretas nos resultados dos sensores, buscando soluções para minimizar tais interferências. Também é recomendada a inclusão de uma interface gráfica, além do áudio, para exibir visualmente o que está sendo reconhecido em tempo real. Desta forma, espera-se que o projeto evolua para uma ferramenta amplamente utilizada, contribuindo significativamente para a inclusão de pessoas com deficiência auditiva na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON. MPU6050 GY-521 - *Módulo Sensor Acelerômetro e Giroscópio*. Amazon Prime 2023. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/MPU6050-GY-521-M%C3%B3dulo-Aceler%C3%B4metro-Girosc%C3%B3pio/dp/B0C9PCXLTZ>>. Acesso em: 7 out. 2024.

Biblioteca Virtual em Saúde (BVSMS). *Mudando mentalidades: Vamos tornar os cuidados auditivos uma realidade para todos!* 03/3 – *Dia Mundial da Audição*. Audição, [s. l.], 3 mar. 2024. Disponível em: <<https://bvsm.sau.de.gov.br/mudando-mentalidades-vamos-tornar-os-cuidados-auditivos-uma-realidade-para-todos-03-3-dia-mundial-da-audicao/#:~:text=No%20Brasil%2C%20segundo%20dados%20da,de%20pessoas%20possuem%20defici%C3%ancia%20auditiva>>. Acesso em: 24 set. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. *Alfabeto de Libras e Configuração de Mãos*. [S. l.], 19 jun. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ines/pt-br/central-de-conteudos/publicacoes-1/todas-as-publicacoes/alfabeto-manual-e-configuracao-de-maos>> . Acesso em: 21 nov. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. *BRASIL tem 18,6 milhões de pessoas com deficiência, indica pesquisa divulgada pelo IBGE e MDHC*. Pessoas com deficiência, [s. l.], 7 jul. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/brasil-tem-18-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-indica-pesquisa-divulgada-pelo-ibge-e-mdhc>>. Acesso em: 23 set. 2024.

CARVALHO, Dariel de. *SOFTWARE EM LÍNGUA PORTUGUESA/LIBRAS COM TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA: ensinando palavras para alunos com surdez*. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP, [S. l.], 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/23a03b49-ca9a-4599-9087-48c1cd7feced>> . Acesso em: 25 set. 2024.

EBERMAM, Eivelto; KROHLING, Renato A. *Uma Introdução Compreensiva às Redes Neurais Convolucionais: Um Estudo de Caso para Reconhecimento de Caracteres Alfabéticos*. Redes neurais convolucionais, reconhecimento de caracteres, Vitória - ES, ed. 22, p. 49-59, 2018. Disponível em: <[https://www.fsma.edu.br/si/edicao21/FSMA SI 2018 1 Principal 08.pdf?form=MG0AV3](https://www.fsma.edu.br/si/edicao21/FSMA%20SI%202018%201%20Principal%2008.pdf?form=MG0AV3)>. Acesso em: 12 out. 2024.

ELETRODEX. *Arduino UNO R3 + Cabo USB*. Eletrodex eletrônica 2021. Disponível em: <<https://www.eletródex.net/placasmodulos/arduino/arduino-uno-r3-cabo-usb>>. Acesso em: 2 out. 2024.

GUIMARÃES, Pedro Túlio Silveira. *Construção de protótipo de uma mão artificial acionada por servomotores e controlada por luva sensorizada*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, [S. l.], 2019.

Disponível em: <<https://www.eng-mecatronica.divinopolis.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/195/2019/12/PedroT%c3%balio-Silveira-Guimar%c3%a3es.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2024.

LAZZAROTTO, Ruani. *SISTEMA DE RECONHECIMENTO DE PADRÕES DO ALFABETO DA LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS UTILIZANDO MICROCONTROLADOR*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14639/3/PB_COENC_2016_1_07.pdf>. Acesso em: 7 out. 2024.

LEACINA, Giovane Santiago; FERREIRA, Matheus Leandro. *Luva para interpretação de Libras com comunicação a um aplicativo educacional*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), [S. l.], 2021. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8857/1/Giovane%20Santiago%20Leacina.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2024.

LONGARETTI, Dionatas. *IMPLEMENTAÇÃO DE UMA LUVA MICROCONTROLADA PARA A CAPTURA DE GESTOS*. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pampa, [S. l.], 2015. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1529/1/Implementa%C3%A7%C3%A3o%20de%20uma%20Luva%20microcontrolada%20para%20a%20captura%20de%20gestos.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2024.

LORENA, A. C.; de Carvalho, A. C. P. L. F. *Uma Introdução às Support Vector Machines*. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 43–67, 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rita/article/view/rita_v14_n2_p43-67/3543>. Acesso em: 12 oct. 2024.

RASPBERRY. *Raspberry Pi 3 Modelo B+*. Raspberry Pi 2012. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>>. Acesso em: 1 out. 2024.

SANTOS, Douglas Cristiano. *A UTILIZAÇÃO DO TINKERCAD COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ELETRICIDADE*. 2023. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31905/3/fisicaeletricidadetinkercadaprendizagem.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2024.

SANTOS, HERDNEY SOUZA DOS *et al.* *LUVA TRADUTORA DA LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia da Computação) - Escola Superior Politécnica do Universitário Internacional Uninter, [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/1389/TCC%20ENG%20COMP%20HERDNEY%20SOUZ A%20DOS%20SANTOS%2c%20LEILA%20FABIOLA%20FERREIRA%2c%20POLIANA%20GON%2c%2087ALVES%20LEITE%20ALVES%2c%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 out. 2024.

SEA, 2017, Ponta Grossa – Paraná. *METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO DE UM SENSOR DE FLEXÃO [...]*. Ponta Grossa: [s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320191599_METODOLOGIA_DE_CARACTERIZACAO_DE_UM_SENSOR_DE_FLEXAO>. Acesso em: 12 out. 2024.

SILVA, Cássio Moreira. *Sistema de controle de apresentação por meio de Raspberry Pi*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação) - Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2019. Disponível em: <

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26247/4/SistemaControleApresenta%3%a7%3%a3o.pdf>
>. Acesso em: 10 set. 2024.

SILVA, João Lucas de S.; CAVALCANTE, Michelle M.; CAMILO, Romério da S.; GALINDO, Adailton L.; VIANA, Esdriane C. *Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35*. In: XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305771112_Plataforma_Arduino_integrado_ao_PLX-DAQ_Analise_e_aprimoramento_de_sensores_com_enfase_no_LM35>. Acesso em: 9 out. 2024.

SILVA, Windemberg Costa. *Aplicando a computação física e o arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: uma proposta de curso a distância com o uso de simulador*. Monografia (Licenciatura em Computação) - CENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, [S. l.], 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15756/1/WCS08022019.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2024.

SPACTRASymbol. *SENSOR SPECTRAFLEX VS FLEX ORIGINAL*. Spactrasymbol, 2021. Disponível em: <<https://www.spectrasymbol.com/resistive-flex-sensors/spectraflex-vs-original-flex-sensor>>. Acesso em: 18 out. 2024.

TORRES, Elisabeth Fátima et al. *Nem toda pessoa cega lê em Braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais*. Acessibilidade — Cegueira — Diversidade — Surdez., [s. l.], p. 1-18, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ep/a/DmVQcky9hfRjBHzdYcjmLJw/>>. Acesso em: 23 set. 2024.

X11. *LUVA THERMIC*. X11 Expert Riders 2021. Disponível em: <<https://x11.com.br/produto/luva-thermic/>>. Acesso em: 1 out. 2024.

AGRADECIMENTOS

Manifestamos nossa mais sincera gratidão, primeiramente a Deus, pela força e inspiração em cada etapa deste trabalho. Agradecemos também à nossa família pelo apoio, compreensão e incentivo, que foram fundamentais para que chegássemos até aqui. Ao professor Clayton Augusto Valdo, cuja orientação foi indispensável para a realização deste trabalho. Seu apoio constante, desde a introdução até a conclusão, sua paciência para esclarecer dúvidas, sua disponibilidade e sua dedicação foram essenciais para alcançarmos os resultados almejados, marcando profundamente nossa trajetória.