

em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2023/24

em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2023/24

em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2023/24

ISBN 978-65-83687-07-4

© 2026 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Os artigos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião do Instituto Federal de Goiás. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

É permitida a reprodução total ou parcial da obra desde que citada a fonte.

B823	<p>Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Destaques 2023-2024 / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. – Goiânia: Editora IFG, 2026.</p> <p>204 p.: il. (Em.formação: cadernos de iniciação científica e tecnológica do IFG; 11)</p> <p>ISBN 978-65-83687-07-4</p> <p>1. Iniciação científica e tecnológica. 2. Pesquisa – iniciação científica. 3. Pesquisa – iniciação tecnológica 4. Formação educacional. I. Título. II. Série.</p> <p>CDD 370.7</p>
<p>Catálogo na publicação: Maria Aparecida Rodrigues de Souza – CRB /1–1497</p>	

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Editora IFG
Avenida C-198, Qd. 500, Jardim América
Goiânia/GO | CEP 74.270-040
(62) 3612-2251 | editora@ifg.edu.br

Sumário

Apresentação	6
Lorena Silva Oliveira Costa	
CIÊNCIAS EXATAS, DA TERRA E ENGENHARIAS	8
Desenvolvimento de um sismógrafo triaxial utilizando a plataforma Arduino	10
Davi Araújo Quaresma Lemos	
Danielle Pereira da Costa	
Ellen Rayanne da Silva Souza	
Eduardo Esdras Souza Feitosa	
Vitória Caroline de Moraes Gonçalves	
Cargas não lineares para geração de harmônicos	25
Gabriel Ivo de Almeida Carmo	
Alana da Silva Magalhães	
Segue o bicho: sistema de monitoramento de animais silvestres	40
Carlos Roberto Silveira Junior	
Isaias Guedes de Araújo	
CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS, LETRAS E ARTES	60
Inserção de mulheres no currículo de diferentes disciplinas da Educação Básica: impactos da invisibilização	62
Cinthia Evangelista de Souza Lima	
Anne Beatriz Dias de Andrade	
Herick Soares de Santana	
Adaptações de experimentos com materiais de baixo custo para aulas de química no ensino médio	77
Carlos Rangel Neves Otto	
Sophia Silva Galvão	
Autorregulação da aprendizagem de língua inglesa por estudantes do IFG	94
Yasmin Mickaelle de Oliveira Moura	
Lorena de Araujo Arantes	
Liberato Silva dos Santos	
Mabel Pettersen Prudente	
O Diretório dos Índios e a reorganização do trabalho indígena no reformismo ilustrado pombalino	111
Gabrielly de Bastos Leão	
Paulo Miguel Moreira da Fonseca	

Ciências da Vida	128
Alterações no bem-estar psicológico e saúde mental de estudantes de cursos técnicos integrados de uma Instituição de ensino de Goiás	130
Ana Clara Lowe Galle Barbosa	
Adria Assunção Santos de Paula	
Karla de Aleluia Batista	
Hellen da Silva Cintra de Paula	
Regulação da expressão do microRNA miR-146 pela PKR em melanoma	154
Sthefany Alves Fernandes	
Fernando Luiz De Lucca	
Gustavo Antonio Teixeira Chaves	
Thais Amaral e Sousa	
A violência sob o olhar de mulheres idosas de uma comunidade vulnerável	173
Laísia Mendonça de Lima	
Patrícia Carvalho de Oliveira	
Thatiane Marques Torquato	
Danielly Bandeira Lopes	
William Stefano Silva	
Material didático em genética clássica e molecular para alunos cegos e com baixa visão	189
Alline Braga Silva	
Alysson Benite de Freitas	
Daniel Honório Aguiar	
Nathan Ferreira Gregorio	
Créditos	204

Apresentação

A série *Em.formação: cadernos de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás (IFG)* chega à sua décima primeira edição, reafirmando-se como um espaço de difusão do conhecimento produzido nos diferentes câmpus do IFG, no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação (PIBICTI/IFG). Nesta edição, apresentamos 11 artigos que representam a diversidade das pesquisas realizadas por nossos/as estudantes e orientadores/as, distribuídos nas três grandes áreas do conhecimento: 1) Ciências Exatas, da Terra e Engenharias; 2) Ciências da Vida e 3) Ciências Humanas, Sociais, Linguística e Artes. A cada nova edição, o *Em.formação* também reflete o movimento das ciências e das tecnologias, que avançam em diálogo com a sociedade e com os desafios do nosso tempo.

Vivemos um tempo em que a presença da inteligência artificial (IA) se torna cada vez mais intensa no cotidiano da pesquisa e da vida social. O uso de tecnologias baseadas em IA tem potencial para acelerar a produtividade científica, ampliar a capacidade analítica e reduzir custos experimentais. Entretanto, ao mesmo tempo, exige uma reflexão ética e política sobre os modos como produzimos, tratamos e interpretamos os dados e as decisões automatizadas.

Nesse sentido, a discussão sobre a IA ocupa lugar importante. Virgílio Almeida e Elen Nas (2024, p.21), discute o uso da IA responsável que “visa ao desenvolvimento de sistemas algorítmicos que beneficiem indivíduos, sociedades e o meio ambiente”, englobando dimensões éticas, legais e técnicas do seu desenvolvimento e uso. Trata-se de uma perspectiva que busca garantir que a inteligência artificial não cause danos e não amplie desigualdades, mas, ao contrário, promova o bem-estar coletivo e a sustentabilidade ambiental.

Essa reflexão nos convoca, como instituição pública de Educação, Ciência e Tecnologia, a pensar como a pesquisa científica pode incorporar princípios de responsabilidade, transparência e justiça em um contexto de rápidas transformações tecnológicas. A formação pela pesquisa, princípio que orienta o PIBICTI, adquire, assim, nova relevância: formar pesquisadoras e pesquisadores capazes de compreender criticamente as tecnologias que utilizam e de agir eticamente diante delas.

Os trabalhos aqui apresentados materializam esse compromisso. Tratam de temas diversos, que atravessam problemáticas sociais, ambientais, tecnológicas e educacionais, e evidenciam a potência da ciência produzida no IFG para compreender e transformar o mundo. Convidamos todas e todos a percorrerem estas páginas, inspirando-se nas trajetórias de investigação e nas reflexões

aqui reunidas. Que este volume reforce a importância da pesquisa como princípio educativo e da ciência como prática social comprometida com a vida, a justiça e o futuro do planeta.

Boa leitura a todas e todos!

Lorena Silva Oliveira Costa
Diretora de Pesquisa e Inovação do IFG

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Virgílio; NAS, Elen. Desafios da IA responsável na pesquisa científica. *Revista USP*, São Paulo, n. 141, p. 17-28, abr./maio/jun. 2024.

CIÊNCIAS EXATAS, DA TERRA E ENGENHARIAS



em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



Desenvolvimento de um sismógrafo triaxial utilizando a plataforma Arduino

1

Davi Araújo Quaresma Lemos
Danielle Pereira da Costa
Ellen Rayanne da Silva Souza
Eduardo Esdras Souza Feitosa
Vitória Caroline de Moraes Gonçalves

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sismógrafo de baixo custo utilizando a plataforma Arduino, com o intuito de democratizar o acesso a essa tecnologia e fomentar o ensino interdisciplinar de ciências. Sismógrafos, instrumentos essenciais para a detecção e o registro de atividades sísmicas, possuem custos elevados, o que limita sua utilização em contextos educacionais e em projetos de pesquisa de pequena escala. Por meio da integração de componentes eletrônicos acessíveis e da programação do Arduino, propõe-se a criação de um dispositivo funcional e eficiente para a coleta de

dados sísmicos. O sistema utiliza sensores de acelerômetro e giroscópio acoplados ao Arduino para detectar vibrações do solo associadas a terremotos. Os dados coletados podem ser armazenados em um computador ou em um cartão de memória, viabilizando análises posteriores. Além de contribuir para o avanço da pesquisa em sismologia, este trabalho tem como objetivo despertar o interesse de estudantes pelas Ciências Exatas e Naturais, promovendo a experimentação prática e o desenvolvimento de habilidades em áreas como eletrônica, programação e geociências.

Palavras-chave: Arduino; sismógrafo triaxial; sensores; atividade sísmica.

1 INTRODUÇÃO

Terremotos (ou sismos) resultam do rompimento repentino de tensões acumuladas devido ao movimento de falhas geológicas, principalmente associadas ao deslocamento das placas litosféricas, gerando vibrações que se propagam pela superfície (IAG, 2019). A sismologia, ciência dedicada ao estudo desses fenômenos e dos movimentos internos e externos da Terra, busca compreender suas causas, mecanismos e padrões de propagação (Ferrari *et al.*, 2017).

As ondas sísmicas, de natureza mecânica, classificam-se em longitudinais (ondas P, ou primárias) e transversais (ondas S, ou secundárias). As primeiras propagam-se mais rapidamente, sendo registradas antes pelas estações sismográficas (Serway; Jewett, 2004). Essa diferença temporal é essencial para a análise de terremotos, conforme destacado na Introdução, onde se abordou a importância da precisão na aquisição de dados.

A avaliação da intensidade de terremotos baseia-se em duas escalas distintas: a de magnitude, que quantifica a energia liberada no foco sísmico, e a de intensidade, que descreve os efeitos superficiais do evento (Lopes; Nunes, 2011). Como mencionado, o sismógrafo desenvolvido neste estudo visa registrar tais fenômenos, permitindo estimativas preliminares de magnitude – parâmetro fundamental para estudos geofísicos e de engenharia (Kanamori, 1983).

O monitoramento dessas ondas exige instrumentos especializados. O sismógrafo consiste em um sistema integrado composto por um sismômetro (ou geofone), responsável pela detecção de ondas sísmicas, e por um registrador, que armazena os dados coletados (Shearer, 2009). Esses dispositivos operam inicialmente com sinais analógicos, posteriormente convertidos em digitais para análise (Gonçalves, 2015). Modelos mais avançados, como os sismógrafos triaxiais, permitem a detecção simultânea de vibrações em três eixos ortogonais (USP, 2017), ampliando a precisão na captação de movimentos do solo – aspecto crítico para o projeto em discussão, que utiliza sensores multieixos.

A precisão na captação de sismos exige o emprego de sensores especializados. Segundo Antônio *et al.* (2020), acelerômetros são transdutores projetados para medir a aceleração de um sistema por meio da detecção das deformações em uma estrutura massa-mola. Esses dispositivos podem ser unidirecionais ou, em sua configuração mais comum, capazes de medir os componentes da aceleração em três eixos ortogonais. Devido à sua funcionalidade, acelerômetros são amplamente empregados como sensores de movimento e de vibração em diversas aplicações técnicas e científicas. No presente estudo, emprega-se um acelerômetro, sensor que mede acelerações lineares por meio da variação da capacitância interna causada pelo movimento de uma massa inercial – princípio fundamental para a detecção de vibrações sísmicas.

Como unidade central de controle e aquisição de dados, optou-se pela plataforma Arduino devido à sua compatibilidade com sensores, custo acessível e versatilidade programática. Conforme destacado por Oliveira *et al.* (2020), o Arduino destaca-se como microcontrolador modular adequado para aplicações que demandam processamento de dados em tempo real. Neste projeto, o modelo Mega 2560 foi selecionado por dispor de múltiplas portas digitais, entradas analógicas, oscilador de 16 MHz e interfaces USB e serial (McRoberts, 2015), características essenciais para integrar sensores e garantir a precisão do sistema.

Além do viés tecnológico, este trabalho apresenta relevância pedagógica. Ao integrar conceitos de geofísica, sismologia, eletrônica e programação, o projeto não apenas democratiza o acesso a instrumentos de monitoramento sísmico, mas também serve como ferramenta interdisciplinar para o ensino médio e superior, estimulando a experimentação prática e o entendimento de fenômenos naturais críticos em regiões populosas.

O acelerômetro escolhido para este projeto é um sensor triaxial que detecta acelerações lineares por meio da variação da capacitância interna causada pelo deslocamento de uma massa

inercial (Saraiva, 2013). Essa característica o torna ideal para a captação de vibrações sísmicas em múltiplos eixos, alinhando-se ao objetivo de construir um dispositivo de baixo custo com funcionalidade equivalente a equipamentos convencionais. O modelo GY-521, selecionado para a implementação, integra ainda um giroscópio, que mede velocidades angulares de rotação (Purboyo, 2019), complementando a detecção de movimentos.

Sensores do tipo IMU (*Inertial Measurement Unit*), como o GY-521, combinam acelerômetros e giroscópios em um único circuito, otimizando a aquisição de dados cinemáticos (Filippeschi *et al.*, 2017). Seu princípio de funcionamento baseia-se na detecção de variações capacitivas proporcionais à aceleração (Da Rocha *et al.*, 2013), assegurando respostas rápidas a perturbações externas – requisito essencial para aplicações sismológicas, conforme discutido na seção anterior sobre a sensibilidade necessária para o registro de ondas P e S.

Diante do exposto, o principal objetivo deste estudo foi desenvolver um protótipo funcional de sismógrafo triaxial de baixo custo baseado na plataforma Arduino, que integra sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) para detectar, registrar e analisar quantitativamente atividades sísmicas, com aplicações em pesquisa básica e educação em geociências. Para atingir esse fim, a metodologia adotada envolveu a revisão sistemática dos fundamentos de sismologia instrumental e das aplicações do Arduino, a implementação de um sistema de aquisição de dados triaxial com a utilização de sensores inerciais e um módulo de armazenamento, e a avaliação do desempenho do protótipo mediante testes de calibração, comparação com dados de referência e análise de ruído instrumental.

2 METODOLOGIA

2.1 ABORDAGEM DE PESQUISA

Este estudo caracteriza-se como experimental e qualitativo, seguindo os princípios metodológicos estabelecidos por Kerlinger (1979). Na abordagem experimental, o pesquisador manipula variáveis independentes (como a configuração dos sensores e parâmetros de aquisição) para observar seus efeitos sobre as variáveis dependentes (qualidade dos dados sísmicos registrados). Essa manipulação controlada permite estabelecer relações de causa e efeito, essenciais para validar a eficácia do protótipo desenvolvido.

A dimensão qualitativa complementa a análise por meio da caracterização detalhada dos fenômenos observados, incluindo:

- padrões de vibração detectados;
- resposta do sistema a diferentes amplitudes de movimento;
- análise comparativa dos dados obtidos nos três eixos.

2.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

A pesquisa seguiu as seguintes etapas metodológicas:

2.2.1 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA:

- Seleção e calibração dos componentes:
 - plataforma Arduino Mega 2560;
 - sensor inercial MPU-6050 (acelerômetro + giroscópio triaxial);
 - módulo de armazenamento de dados (cartão SD).
- Desenvolvimento do firmware para aquisição e pré-processamento de sinais.

2.2.2 COLETA DE DADOS:

- testes controlados com fontes de vibração conhecidas;
- registro simultâneo em três eixos (X, Y, Z);
- aquisição de dados em diferentes taxas de amostragem (50-100 Hz).

2.2.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS:

- processamento dos sinais brutos (filtragem e normalização);
- comparação com dados de referência de sismógrafos comerciais;
- avaliação da relação sinal-ruído;
- caracterização qualitativa da resposta instrumental.

2.3 VALIDAÇÃO DO MÉTODO

A confiabilidade dos resultados será assegurada mediante:

- replicação dos experimentos sob diferentes condições ambientais;
- análise estatística dos dados coletados;
- comparação interobservador para interpretação dos sismogramas.

2.4 MATERIAIS

Para o desenvolvimento do sismógrafo de baixo custo, foram utilizados materiais e componentes eletrônicos acessíveis, obtidos no IFG ou adquiridos no mercado, mantendo o foco

em viabilidade técnica e custo reduzido. Os valores estimados dos componentes estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1

Lista de materiais e custos estimados

Componentes	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Arduino Mega 2560	1	129,90	129,90
Sensor GY-521	1	30,00	30,00
Módulo Cartão SD	1	15,00	15,00
Resistores 150 Ohms	3	0,50	1,50
LEDs (verde, vermelho e amarelo)	3	0,25	0,75
Fios Jumper	1 conjunto	10,00	10,00
Base do sismógrafo (3D)	1	7,50	7,50
TOTAL			194,65

Fonte: Elaboração própria (2024).

O sistema foi construído em torno da plataforma Arduino Mega 2560, um microcontrolador baseado no ATmega2560, que oferece 54 portas digitais de entrada/saída, sendo 16 analógicas, além de memória EEPROM para armazenamento não volátil de dados e clock de 16 MHz para processamento estável (Guilherme *et al.*, 2018). Sua capacidade de comunicação serial via USB e interface com múltiplos dispositivos simultaneamente o torna ideal para aplicações de aquisição de dados sísmicos.

Como sensor inercial, utilizou-se o MPU-6050 (modelo GY-521), que integra um acelerômetro triaxial com faixa de medição ajustável ($\pm 2g$ a $\pm 16g$) e um giroscópio triaxial ($\pm 250^\circ/s$ a $\pm 2000^\circ/s$), permitindo detectar vibrações em três eixos ortogonais. A comunicação com o Arduino é realizada via protocolo I2C. Para condicionamento de sinais e proteção do circuito, foram empregados resistores de 10 ohms, enquanto LEDs verde, vermelho e amarelo serviram como indicadores visuais de status do sistema.

A aquisição e armazenamento de dados foram implementados por meio de um módulo de cartão SD, que registra as medições em formato .csv para análise posterior, utilizando interface SPI. A conexão entre os componentes foi estabelecida com fios jumper maleáveis, facilitando a montagem e ajustes durante os testes.

A estrutura física do sismógrafo foi desenvolvida com uma base impressa em 3D, projetada para garantir estabilidade mecânica e isolamento de vibrações indesejadas. O software de controle foi programado no Arduino IDE (versão 2.3.2), com auxílio do monitor serial para depuração e visualização de dados em tempo real (McRoberts, 2015).

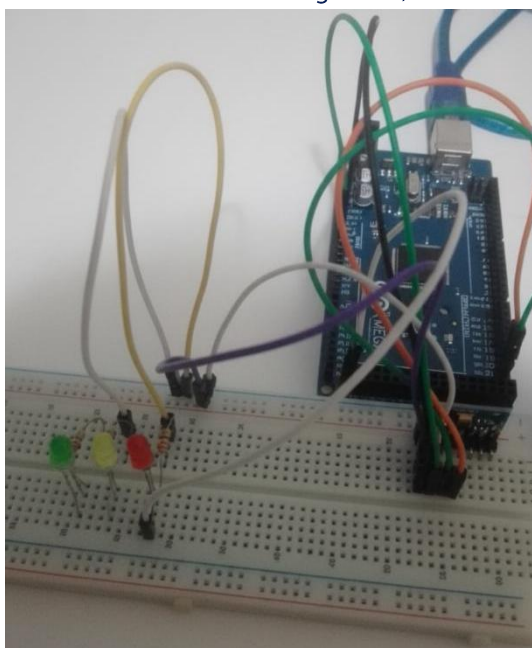
3 PROCEDIMENTOS

A implementação do sismógrafo baseou-se na conexão do sensor GY-521 (MPU-6050) ao Arduino Mega 2560 através da interface I2C, utilizando os pinos SCL (Porta 21) e SDA (Porta 20) para comunicação de dados, conforme especificado por Castro (2021). A alimentação de 5V foi cuidadosamente estabilizada para garantir a precisão das medições, evitando flutuações que pudessem interferir nos resultados. Durante os testes iniciais, observou-se que a utilização de outras portas resultava em erros de leitura (valores “-1” no Serial Plotter), problema resolvido com a configuração adequada dos pinos.

Para visualização imediata das vibrações detectadas, três LEDs (verde, amarelo e vermelho) foram conectados às portas digitais 12, 11 e 10, respectivamente, cada um com resistor de 150Ω para proteção do circuito. A programação desenvolvida no Arduino IDE 2.3.2 combinou a leitura dos três eixos do acelerômetro com um sistema de alerta visual baseado em limiares de aceleração: o LED verde aciona para vibrações abaixo de 0,5 g (leves), o amarelo entre 0,5 g e 1,0 g (moderadas) e o vermelho para valores superiores a 1,0 g (intensas).

FIGURA 1

Sismômetro utilizando Arduino Mega 2560, sensor GY-521 (MPU-6050) e os LEDs verdes, vermelhos e amarelos

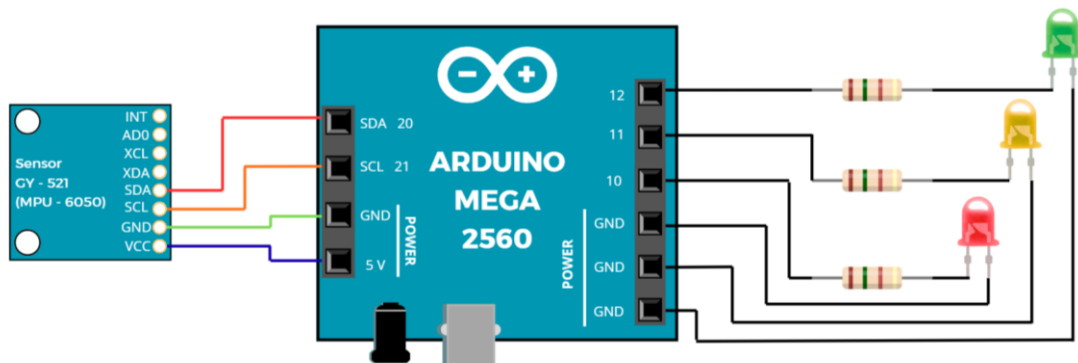


Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 1 apresenta a montagem física completa do protótipo de sismógrafo, demonstrando um arranjo claro e organizado dos componentes em uma protoboard. Complementarmente, a Figura 2 oferece um sistema esquemático ilustrado do mesmo protótipo, detalhando a interconexão de seus principais componentes.

FIGURA 2

Esquema ilustrativo do sismômetro



Fonte: Elaboração própria (2025).

O sistema é centralizado em uma placa Arduino Mega 2560, que atua como unidade de processamento. O principal componente de sensoriamento é o sensor GY-521 (MPU-6050), responsável por detectar dados de movimento e aceleração. Para fornecer *feedback* visual, uma série de diodos emissores de luz (LEDs) – especificamente um LED verde, um amarelo e um vermelho – são utilizados para indicar diferentes níveis de atividade sísmica.

O código implementado inicia com a configuração do protocolo I2C e calibração do sensor MPU-6050, seguido por um loop contínuo de leitura e processamento dos dados. A aceleração resultante é calculada pela raiz quadrada da soma dos quadrados das componentes em cada eixo (ax, ay, az), método que permite avaliar a magnitude total do movimento, independentemente da direção. Os valores são então comparados com os limiares pré-estabelecidos para acionamento dos LEDs correspondentes, enquanto os dados brutos são enviados ao Serial Monitor com taxa de amostragem de 10 Hz.

FIGURA 3

Código Arduino para o sismógrafo

```
// include the definition of base classes
//
#include <Wire.h> // Inclui a biblioteca Wire para comunicação I2C
//
// Endereço I2C do MPU6050
const int MPU = 0x68; // pino aberto 0x68, pino ligado em 3,3V 0x69
//
// Variáveis globais
int acelX, acelY, acelZ, temperatura;
//
int sismo; // Variável que contém o valor do tremor
//
// Define os pinos dos LEDs
const int LED_GREEN = 14;
const int LED_YELLOW = 15;
const int LED_RED = 16;
//
// Configurações iniciais
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicia a comunicação serial
  Wire.begin(); // Inicia I2C
  Wire.beginTransmission(MPU); // Inicia transmissão para o endereço do MPU
```

```
Wire.write(0x6B);  
//  
// Inicializa o MPU-6050  
Wire.write(0);  
Wire.endTransmission(true);  
//  
// Inicializa os pinos dos LEDs como saídas  
pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);  
pinMode(LED_YELLOW, OUTPUT);  
pinMode(LED_RED, OUTPUT);  
}  
//  
// Loop principal  
void loop() {  
  Wire.beginTransmission(MPU); // Transmite  
  Wire.write(0x3B); // Endereço 0x3B (ACCEL_XOUT_H)  
  Wire.endTransmission(false); // Finaliza transmissão  
  //  
  Wire.requestFrom(MPU, 14, true); // Requisita bytes  
  //  
  // Armazena o valor dos sensores nas variáveis correspondentes  
  acelX = Wire.read() << 8 |  
  Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) , 0x3C (ACCEL_XOUT_L)  
  acelY = Wire.read() << 8 |  
  Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) , 0x3E (ACCEL_YOUT_L)  
  acelZ = Wire.read() << 8 |  
  Wire.read(); // 0x3F (ACCEL_ZOUT_H) , 0x40 (ACCEL_ZOUT_L)  
  temperatura = Wire.read() << 8 |  
  Wire.read(); // 0x41 (TEMP_OUT_H) , 0x42 (TEMP_OUT_L)  
  //  
  // Calcula a magnitude do tremor usando os valores de aceleração  
  sismo = sqrt(sq(acelX) + sq(acelY) +  
  sq(acelZ)) / 1000; // Ajuste o divisor para calibrar a sensibilidade  
  //  
  // Envia valores lidos do acelerômetro e giroscópio  
  Serial.print("Acel:");  
  Serial.print(" X:");  
  Serial.print(acelX);  
  Serial.print("\tY:");  
  Serial.print(acelY);  
  Serial.print("\tZ:");  
  Serial.print(acelZ);  
  //  
  // Envia valor da temperatura em graus Celsius  
  Serial.print("\tTemperatura: ");  
  Serial.println(temperatura / 340.00 + 36.53);  
  //  
  // Controle dos LEDs baseado na intensidade do tremor  
  if (sismo >= 2 ,, sismo <= 7) {  
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);  
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);  
    digitalWrite(LED_RED, LOW);  
  } else if (sismo > 7 ,, sismo <= 8) {  
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);  
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);  
    digitalWrite(LED_RED, LOW);  
  } else if (sismo > 8) {  
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);  
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);  
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);  
  } else {  
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);  
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);  
    digitalWrite(LED_RED, LOW);  
  }  
  // Aguarda 200 ms  
  delay(200);  
}
```

Disponível em: <https://github.com/davilemosifg/IFG/blob/main/sismografo>. Fonte: Elaboração própria (2024).

O software de controle do sismógrafo foi desenvolvido no ambiente de programação do Arduino IDE, e sua lógica de programação é o pilar que sustenta todo o sistema de aquisição de dados. O código começa com a inclusão da biblioteca *Wire.h*, que é essencial para o protocolo de comunicação I2C, que permite a interação entre o microcontrolador Arduino e o sensor MPU-6050. A configuração inicial é gerenciada pela função *setup()*, que é executada uma única vez ao ligar o sistema. Nela, a comunicação serial é iniciada a 9600 bps para que os dados possam ser visualizados em tempo real, e a comunicação I2C é configurada com o comando *Wire.begin()*. A etapa mais crucial do *setup* é a inicialização do sensor MPU-6050, que é tirado do seu modo de baixo consumo de energia para se preparar para a leitura, por meio dos comandos de escrita direcionados ao seu endereço de registro.

O coração do programa, no entanto, é a função *loop()*, que é executada repetidamente para monitorar as vibrações. Nesse loop, a leitura dos dados do sensor ocorre por uma sequência de comandos de transmissão e requisição via I2C, na qual o Arduino solicita 14 bytes de dados brutos, contendo as informações de aceleração nos eixos X, Y e Z, além da temperatura. Após a leitura, a aceleração resultante é calculada e armazenada na variável *sismo* por meio da fórmula $\sqrt{sq(accelX) + sq(accelY) + sq(accelZ)}$. Essa expressão, que representa a norma euclidiana do vetor de aceleração tridimensional, permite quantificar a magnitude total da vibração, independentemente de sua direção de origem. O valor obtido é então ajustado por um divisor de 1000, um fator de calibração empírica que converte os dados brutos do sensor em uma escala mais compreensível, ideal para definir os limites de alerta.

Por fim, o código interpreta esses dados e fornece feedback visual e textual ao usuário. Os valores do acelerômetro e da temperatura são impressos no Monitor Serial, o que é fundamental para a análise quantitativa. Paralelamente, uma estrutura condicional *if-else* compara a magnitude da variável *sismo* com limiares pré-definidos para acionar os LEDs correspondentes: o LED verde para vibrações leves (entre 2 e 7), o amarelo para moderadas (entre 7 e 8) e o vermelho para intensas (acima de 8). A presença de um comando *delay(200)*; ao final do loop define a taxa de amostragem em 5 Hz, o que é adequado para o registro de eventos sísmicos de baixa frequência. Essa lógica de programação é o que confere ao protótipo a capacidade de funcionar como uma ferramenta sismológica simplificada, validando o objetivo de documentação metodológica do projeto.

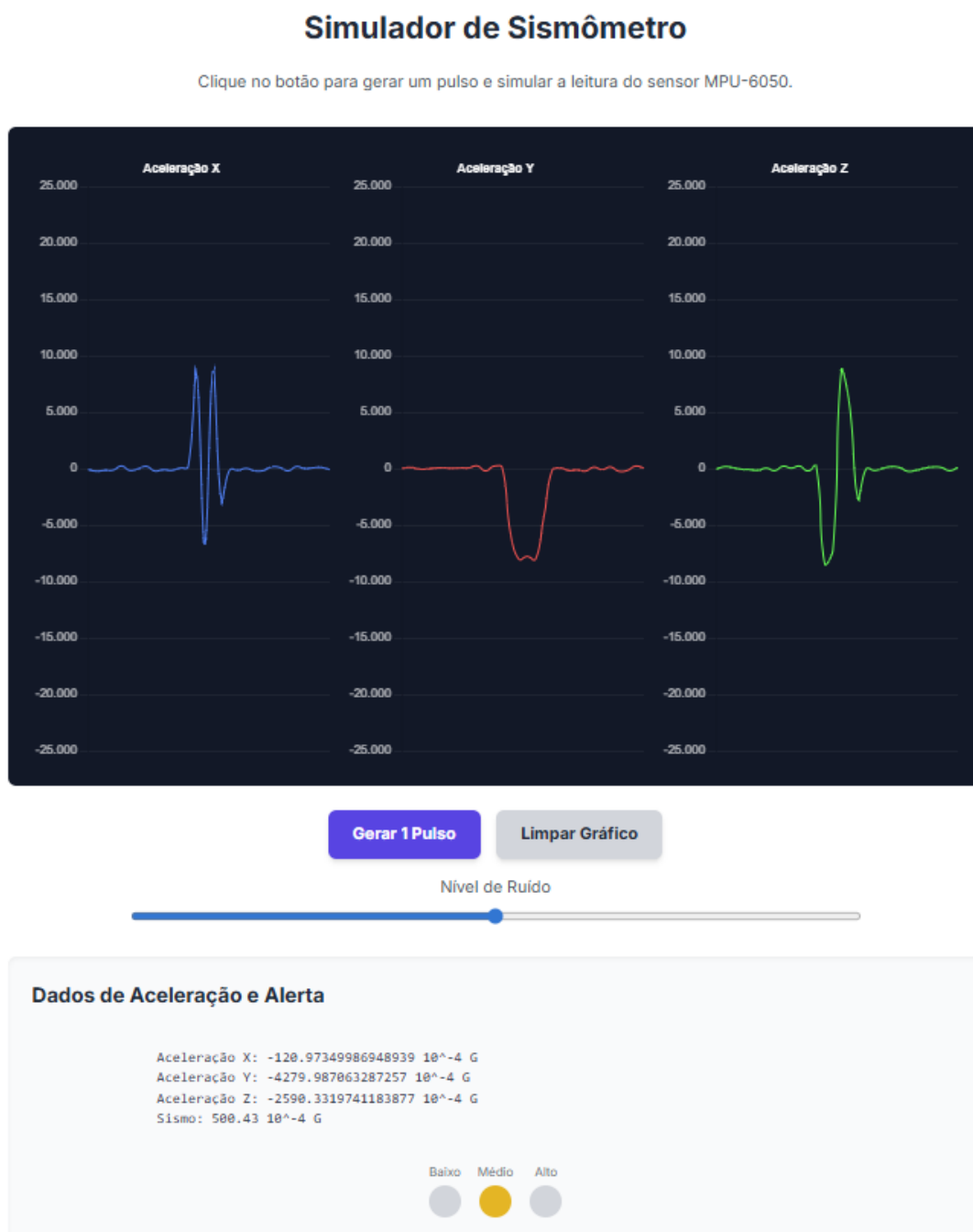
A validação experimental consistiu em submeter o protótipo a vibrações controladas com martelo de calibração, comparando simultaneamente as saídas do Serial Monitor com o acionamento dos LEDs. Observou-se que a estrutura impressa em 3D contribuiu significativamente para isolar interferências mecânicas externas, enquanto a taxa de amostragem de 10 Hz mostrou-se adequada para detecção de movimentos sísmicos básicos.

Com o objetivo de validar o código e simular cenários controlados, foi criado um simulador de pulsos sísmicos em ambiente web (HTML). Essa ferramenta permite manipular o nível de ruído e visualizar em tempo real o sinal registrado em uma interface gráfica, cuja funcionalidade se assemelha à do monitor serial do Arduino IDE, facilitando a análise comparativa das ondas sísmicas

esperadas. A Figura 5 apresenta a interface gráfica gerada pelo simulador, mostrando os pulsos simulados e registrados no *display* gráfico, com os valores apresentados a seguir. Assim como sugere o código da Figura 1, a simulação indica as cores dos LEDs para representar a magnitude do sinal com base no cálculo realizado anteriormente.

FIGURA 4

Tela do simulador desenvolvido para comparar com o sinal a ser obtido com o sismômetro



Nota: Código HTML está disponível em <https://github.com/davilemosifg/simula-o-sismograma/blob/main/codigo>.
Fonte: Elaboração própria (2025).

O sistema completo, incluindo hardware e software, foi documentado para permitir replicação futura, com ênfase nos parâmetros de calibração e limiares de acionamento dos indicadores visuais.

4 RESULTADOS

O protótipo de sismógrafo triaxial desenvolvido neste estudo, baseado na plataforma Arduino, foi submetido a ensaios controlados para verificar sua resposta dinâmica em três eixos. O eixo vertical (Z) apresentou pico característico de aproximadamente 0,9 g sob impulso controlado (Figura 2), valor relevante para identificação das ondas compressonais (ondas P), as primeiras a serem registradas em eventos sísmicos, segundo Pereira *et al.* (2008) e Shearer (2009).

FIGURA 5

Resposta do eixo Z (vertical) ao impulso controlado



Fonte: Elaboração própria (2024).

No eixo Y (norte-sul), registraram-se oscilações de até aproximadamente 0,7 g (Figura 3), evidenciando a capacidade do protótipo em detectar movimentos horizontais. Essa resposta está em consonância com a descrição clássica das ondas S – de natureza transversal – que chegam após as ondas P (Lopes; Nunes, 2011).

FIGURA 6

Resposta do eixo Y (vertical) ao impulso controlado



Fonte: Elaboração própria (2024).

No eixo X (leste-oeste), verificaram-se picos próximos a 0,5 g (Figura 4), complementares aos do eixo Y. A análise integrada dos três eixos permitiu identificar o tempo de chegada das ondas P (primeiro pico no eixo Z) e das ondas S (atraso de cerca de 1,2 segundos nos eixos X e Y), em concordância com a teoria apresentada por Kanamori (1983) e Havskov *et al.* (2004) sobre propagação e registro de ondas sísmicas.

FIGURA 7

Resposta do eixo X (horizontal) ao impulso controlado



Fonte: Elaboração própria (2024).

A utilização do acelerômetro como sensor principal mostrou-se eficaz para captar acelerações lineares decorrentes dos impulsos aplicados, corroborando as aplicações descritas por Antônio *et al.* (2020) e Da Rocha *et al.* (2013), que ressaltam a importância dos acelerômetros capacitivos para detecção de vibrações e aplicações didáticas.

Do ponto de vista do processamento, a adoção da plataforma Arduino (Mega 2560) possibilitou integração simples com o sensor, aquisição em tempo real e visualização dos dados em ambiente computacional. Essa abordagem está alinhada às descrições de McRoberts (2015) e Oliveira *et al.* (2020), que destacam a versatilidade dos microcontroladores Arduino em contextos de ensino e experimentação científica.

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações se evidenciam. A sensibilidade do sistema ainda é inferior à de sismógrafos profissionais, conforme descrito por Havskov *et al.* (2004) e Shearer (2009), que enfatizam a necessidade de sistemas de amortecimento mecânico, eletrônico de alta precisão e calibração rigorosa para aplicações científicas. Além disso, fatores externos, como vibrações ambientais e interferências elétricas, podem afetar a qualidade dos registros – aspecto abordado também por Da Rocha *et al.* (2013) ao discutir as restrições de acelerômetros eletrônicos em ambientes não controlados.

Ainda que apresente limitações para análises quantitativas de alta precisão, o protótipo atende integralmente a seus objetivos pedagógicos. Ao integrar de forma interdisciplinar conceitos de geofísica, sismologia, eletrônica e programação, o dispositivo constitui-se como um recurso didático de grande potencial, alinhado à proposta de uso da plataforma Arduino em experimentos científicos no ensino superior (Oliveira *et al.*, 2020). Essa abordagem metodológica, por sua vez, reforça o potencial do sismógrafo como uma ferramenta acessível para demonstração prática de fenômenos sísmicos. No âmbito da geociência, sua principal contribuição reside na capacidade de demonstrar de forma tangível conceitos fundamentais da sismologia instrumental, uma vez que a análise integrada dos três eixos de detecção do sensor MPU-6050 viabiliza a distinção entre diferentes tipos de ondas sísmicas, um pilar da sismometria (Shearer, 2009). Essa visualização permite que os estudantes compreendam na prática a natureza das ondas P e S, a intensidade sísmica e a propagação de energia pelo interior da Terra.

Além disso, os registros de atividades sísmicas capturados pelo dispositivo mostraram-se plenamente condizentes com os resultados observados na simulação em HTML, confirmando a precisão dos sensores e a eficácia do sistema de aquisição. Essa coerência entre os dados reais e os dados da simulação valida a robustez da metodologia de desenvolvimento, atestando o potencial do dispositivo como uma ferramenta confiável para a detecção e análise inicial de sinais sísmicos.

Em síntese, o protótipo demonstra ser um recurso válido para fins educativos e de experimentação preliminar, embora limitado para análises quantitativas avançadas. A literatura citada nas referências respalda tanto as potencialidades quanto as limitações identificadas neste estudo.

OS AUTORES

Davi Araújo Quaresma Lemos

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Valparaíso/Departamento de Áreas Acadêmicas
davi.lemos@ifg.edu.br

Danielle Pereira da Costa

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Valparaíso/Departamento de Áreas Acadêmicas
danielle.costa@ifg.edu.br

Ellen Rayanne da Silva Souza

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Valparaíso/ Técnico Integrado em Automação Industrial – Pibic-EM
ellen.rayanne@academico.ifg.edu.br

Eduardo Esdras Souza Feitosa

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Valparaíso/ Técnico Integrado em Automação Industrial – Pibic-EM
eduardo.esdras@academico.ifg.edu.br

Vitória Caroline de Moraes Gonçalves

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Valparaíso/ Técnico Integrado em Automação Industrial – Pibic-EM
vitoria.caroline@estudantes.ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ANTONIO, B. A.; TERUYA, T. T.; MOCHIZUKI, L. Uso do acelerômetro e giroscópio no monitoramento de movimento: uma avaliação comparativa por meio de unidade inercial e smartphone. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 34, n. 3, p. 429-436, 2020.

DA ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F. Propriedades de um acelerômetro eletrônico e possibilidades de uso no ensino de mecânica. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 7, n. 1, p.37-46, 2013.

FILIPPESCHI, A.; SCHMITZ, N.; MIEZAL, M.; BLESER, G.; RUFFALDI, E.; STRICKER, D. Survey of motion tracking methods based on inertial sensors: a focus on upper limb human motion. *Sensors*, v. 17, n. 6, p. 1257, 2017.

GROVER, V.; SHARMA, A. Prediction of earthquake using 3 axis accelerometer sensor (ADXL335) and Arduino Uno. *International Journal of Science and Research*, v. 6, n. 9, p. 1044-1047, 2017.

HAVSKOV, J.; ALGUACIL, G. *Instrumentation in earthquake seismology*. 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2016.

KANAMORI, H. Magnitude scale and quantification of earthquakes. *Tectonophysics*, v. 93, n. 3-4, p. 185-199, 1983.

LOPES, A. E. D. V.; NUNES, L. C. Intensidades sísmicas de terremotos: formulação de cenário sísmico no Brasil. *Revista USP*, n. 91, p. 90-103, 2011.

MCROBERTS, M. *Arduino básico*. Trad. Sérgio Aluísio. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.

OLIVEIRA, I. N.; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; DE MELO, C. A. Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 2, p. 828-848, 2020.

PEREIRA, R. A.; FERREIRA, W. G.; BEZERRA, A. D. S. *Abalos sísmicos no Brasil e no mundo*. Vitória, 2008.

RIBEIRO, H. O. *Instrumentação geofísica: desenvolvimento de um protótipo de sismógrafo modular de baixo custo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

SARAÒ, A.; CLOCCHIATTI, M.; BARNABA, C.; ZULIANI, D. Using an Arduino seismograph to raise awareness of earthquake hazard through a multidisciplinary approach. *Seismological Research Letters*, v. 87, n. 4, p. 866-874, 2016.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

HEARER, P. M. *Introduction to seismology*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

WENDLING, M. *Sensores*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2010. p. 20.

Cargas não lineares para geração de harmônicos

2

Gabriel Ivo de Almeida Carmo
Alana da Silva Magalhães

Resumo

Desde 1968, a qualidade da energia elétrica já era discutida e, com o avanço da eletrônica de potência, distorções harmônicas foram inseridas no sistema elétrico, geradas por equipamentos como retificadores e inversores de frequência. Isso aumentou a necessidade de padronização, desenvolvendo-se normas regulamentadoras nacionais e internacionais, tais como: o módulo 8 da PRODIST e a norma IEEE 519. Nesse contexto, o presente trabalho aborda a análise de harmônicos gerados por cargas não lineares no Sistema Elétrico de Potência (SEP), sendo fundamentado na importância da qualidade da energia elétrica sujeita à presença das cargas não lineares no SEP. O estudo propõe a geração

e a análise de distorções harmônicas no SEP, utilizando uma bancada de cargas resistivas e a variação do ângulo de disparo de um triodo de corrente alternada. O objetivo do trabalho é simular e medir os efeitos das cargas não lineares na rede elétrica. Os resultados obtidos indicam se os limites das normas vigentes foram obedecidos ou não com a geração de harmônicos e a distorção harmônica da rede. Portanto, os estudos contínuos sobre a interação de cargas não lineares no sistema elétrico são essenciais para propor ações a fim de melhorar a qualidade da energia e reduzir os impactos dos harmônicos gerados.

Palavras-chave: carga não linear; harmônicos; sistema elétrico de potência.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica está presente no cotidiano das pessoas e desempenha um papel fundamental para a sociedade. Seu fornecimento deve apresentar, como avalia Oliveira (2021), excelentes parâmetros de qualidade de energia elétrica (QEE). Em países com elevado índice de industrialização, estima-se que 50% a 60% da potência elétrica decorre de equipamentos de eletrônica de potência, os quais acarretam problemas na QEE. Esse índice é crescente, como exemplo, na Suíça, cujo sistema de distribuição de baixa tensão elevou o conteúdo harmônico de 3,6% em 1971 para 4,7% em 1991. Ademais, no setor produtivo, com o desenvolvimento da eletrônica de potência, apresentam-se avanços nos equipamentos que possibilitam melhores execuções de tarefas, menores custos de produção e melhores rendimentos. Porém, a evolução dos equipamentos traz a desvantagem de muitos não funcionarem como cargas lineares na rede elétrica, consumindo correntes não senoidais e, conseqüentemente, “poluindo” o sistema com harmônicos (Martins; Couto; Afonso, 2003).

As propriedades da energia elétrica variam conforme o tipo de carga elétrica envolvida. Para analisar o funcionamento de sistemas elétricos, é frequente considerá-los como o resultado da interação entre os diversos dispositivos conectados a eles. Outrossim, como exemplo de dispositivos: i) fontes de energia; ii) componentes da rede de transmissão; iii) rede de distribuição ou outros dispositivos conectados (Antunes; Leão; Sampaio, 2014). Nas redes secundárias são utilizados capacitores e filtros sintonizados com o objetivo de realizar a compensação da potência reativa com o objetivo de diminuir as perdas ôhmicas na rede e melhorar o perfil das tensões ao longo do alimentador. Nesse sentido, se diferencia ao abordar cargas não lineares, que apresentam comportamentos de fontes harmônicas de corrente, do setor industrial, e fontes harmônicas de tensão, das cargas não lineares de uso doméstico.

A maioria das cargas conectadas à rede, até a década de 70, consistia em equipamentos cuja energia era constituída de cargas lineares. Com o crescente desenvolvimento da eletrônica de potência, surgiram retificadores e inversores que contribuem significativamente para o controle de máquinas elétricas. No entanto, apesar dessas contribuições, esses equipamentos também “poluem” a rede elétrica por meio da introdução de cargas não lineares (Magalhães, 2020).

Os harmônicos têm origem em diversas fontes presentes no sistema elétrico de potência. São equipamentos geradores de harmônicos que estão presentes desde a concessionária de energia elétrica, residências e indústrias, sendo estas últimas mais afetadas ou responsáveis pelas distorções em razão da maior demanda de carga (Teixeira, 2009). Ribeiro (2017), em seu trabalho sobre análise de harmônicos em cargas não lineares, propõe que para existir estudos relacionados aos harmônicos, é necessário obter conhecimentos sobre as cargas lineares e cargas não lineares e destaca que o efeito de distorções harmônicas está atrelado aos equipamentos que possuem características de cargas não lineares. Ademais, a presença de harmônicos no Sistema Elétrico de Potência (SEP), classificada como um dos principais distúrbios desse sistema, ganha relevância por estarem frequentemente associados ao aumento de cargas não lineares, o que compromete a qualidade da energia elétrica.

Nesse contexto, diante do aumento da poluição eletromagnética, organizações como a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC – International Electrotechnical Commission) e o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers) elaboram normas voltadas à regulação e à mitigação dos harmônicos no sistema elétrico de potência. O guia IEEE STD 519 apresenta recomendações e limites de distorções harmônicas em sistemas elétricos, com o objetivo de preservar a confiabilidade da rede e evitar danos ou falhas em equipamentos conectados. Os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil (PRODIST), regulamentados pela ANEEL (2021), estabelecem normas e padrões para os sistemas de distribuição de energia elétrica, abrangendo aspectos de funcionamento e desempenho. Em seu

Módulo 8, o PRODIST define os critérios de qualidade da energia elétrica, contemplando tanto a qualidade do produto quanto a do serviço.

O objetivo geral deste trabalho é analisar o sistema elétrico de potência submetido a cargas não lineares. Como objetivos específicos, destacam-se: i) construir uma bancada de cargas resistivas conectadas a tiristores para compor a carga não linear; ii) realizar a conexão da carga não linear ao sistema elétrico; iii) variar o ângulo de disparo do tríodo de corrente alternada (TRIAC); e iv) analisar a geração de distorções harmônicas no sistema elétrico de potência.

O presente trabalho foi estruturado para contemplar tanto a fundamentação teórica quanto a aplicação prática no desenvolvimento de uma bancada de cargas não lineares conectada ao Sistema Elétrico de Potência (SEP). Na fundamentação teórica são descritas algumas definições de qualidade da energia elétrica, cargas não lineares, harmônicos e normas correspondentes aos temas citados. A metodologia descreve o fluxograma das etapas realizadas, enquanto os resultados dispõem os dados obtidos durante o estudo. Por fim, a conclusão traz considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com Dugan *et al.* (2004), a qualidade da energia elétrica pode ser definida como “qualquer problema manifestado em tensão, corrente ou desvios de frequência, que resulte em defeito ou falha de operação no equipamento do cliente”. Já a norma IEEE 1159 (2019) associa a Qualidade da Energia Elétrica (QEE) tanto ao fornecimento de energia quanto ao desempenho adequado dos equipamentos conectados ao SEP. Em linhas gerais, o conceito de QEE está relacionado às variações que ocorrem no SEP, como alterações nas formas de onda, na amplitude e na frequência da tensão ou da corrente. PRODIST, em seu módulo 8, define a qualidade da energia a partir de dois aspectos: a qualidade do produto e a qualidade do serviço. Ressalta-se que a má qualidade da energia pode comprometer o funcionamento dos equipamentos, ocasionando riscos de danos materiais e até ameaças à segurança das pessoas (ANEEL, 2021).

2.2 CARGAS NÃO LINEARES

Segundo Magalhães (2020), as cargas não lineares correspondem a dispositivos eletrônicos que provocam distorções nas formas de onda de tensão e corrente. Essas distorções afetam a forma de onda senoidal da frequência fundamental, dando origem a componentes periódicos adicionais conhecidos

como harmônicos. Para Dugan *et al.* (2004), cargas não lineares são aquelas em que a corrente não é proporcional à tensão aplicada. De acordo com Ribeiro (2017), essas cargas podem ser classificadas em duas categorias: i) convencionais, que não utilizam interruptores estáticos, como transformadores e máquinas elétricas; e ii) chaveadas, que operam por meio de interrupções, empregando dispositivos como diodos, tiristores e transistores presentes em retificadores e conversores.

2.3 HARMÔNICOS

Harmônicos são definidos como componentes de frequência múltipla da fundamental que provocam distorções na forma de onda em regime permanente (Ribeiro, 2017). Magalhães (2020) define as séries de Fourier como representações matemáticas que descrevem uma forma de onda periódica, não necessariamente senoidal, por meio do somatório de componentes harmônicos. No sistema elétrico brasileiro, cuja frequência fundamental é de 60 Hz, a segunda harmônica corresponde a uma onda senoidal de 120 Hz, a terceira a uma onda de 180 Hz, e assim sucessivamente, seguindo essa mesma lógica de múltiplos inteiros da frequência fundamental.

2.4 DISTORÇÃO HARMÔNICA

De acordo com o guia IEEE 519 (2022), a Distorção Harmônica Total (DHT) é o índice utilizado para quantificar os efeitos dos harmônicos no sistema elétrico de potência, expressando o conteúdo harmônico presente em uma forma de onda (Magalhães, 2020). Para essa avaliação, são empregadas as expressões de Distorção Harmônica Total de Tensão (DHTv) e de Distorção Harmônica Total de Corrente (DHTi), apresentadas nas equações (1) e (2).

$$DHTv = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{h_{\max}} V_h^2}{V_1^2}} \times 100 \quad (1)$$

$$DHTi = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{h_{\max}} I_h^2}{I_1^2}} \times 100 \quad (2)$$

onde h é a ordem da componente harmônica, V_h é o valor eficaz da tensão de ordem h , I_h representa o valor eficaz da corrente de ordem h , V_1 é o valor eficaz da tensão fundamental, I_1 é o valor eficaz da corrente fundamental. Como mostrado na equação (1), a DHTv é uma medida importante para avaliar a qualidade da tensão elétrica.

2.5 LIMITES DE DISTORÇÃO HARMÔNICA SEGUNDA NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Considerando o crescimento da poluição eletromagnética, organizações como a Comissão Eletrotécnica Internacional (CEI – International Electrotechnical Commission, IEC) e o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) têm elaborado normas voltadas à regulamentação e mitigação dos harmônicos nos sistemas elétricos de potência (Martins; Couto; Afonso, 2003) Entre as principais referências normativas nacionais e internacionais destacam-se: i) o guia IEEE 519 (2022) e ii) o módulo 8 do PRODIST da ANEEL (2021), que trata dos procedimentos de distribuição e da qualidade da energia elétrica.

O guia IEEE 519 (2022) estabelece normas para controle de harmônicos e compensação reativa (Magalhães, 2020). O Quadro 1, extraído da norma IEEE 519 (2022), apresenta os limites de distorções de tensão individual e limites de distorções de tensão total.

QUADRO 1

Limites de distorção de tensão

Faixa de Tensão	DHI-V (%)	DHT-V (%)
$V \leq 1.0\text{kV}$	5,0	8,0
$1\text{kV} < V < 69\text{kV}$	3,0	5,0
$69\text{kV} < V < 161\text{kV}$	1,5	2,5
$V > 161\text{kV}$	1,0	1,5

Fonte: PRODIST (2021).

A norma IEEE 519 (2022) estabelece limites máximos para a distorção harmônica individual e total da corrente, considerando a relação entre a corrente de curto-circuito e a corrente de carga. Para os harmônicos pares, os limites são restritos a 25% dos valores definidos para os harmônicos ímpares. A magnitude permitida dos harmônicos depende da proporção entre a corrente de curto-circuito e a corrente de carga (Magalhães, 2020). O Quadro 2 apresenta os limites correspondentes para diferentes níveis de tensão.

QUADRO 2

Máxima distorção harmônica de corrente em porcentagem de I_L

I_{sc}/I_L	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h < 50$	TDD
< 20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Fonte: IEEE519 (2022).

O PRODIST, módulo 8, trata da qualidade da energia elétrica e estabelece limites para a Distorção Harmônica Total de Tensão (DTT), expressa em porcentagem da tensão fundamental. Para sistemas com tensão nominal (V_{n_n}) inferior a 2,3 kV, o limite máximo permitido é de 10,0%.

Os limites para as distorções harmônicas de corrente são estabelecidos pelas concessionárias com base em análises realizadas em seus sistemas. A atenção não se restringe apenas à corrente, mas também aos efeitos que sua distorção pode provocar sobre a tensão (Magalhães, 2020).

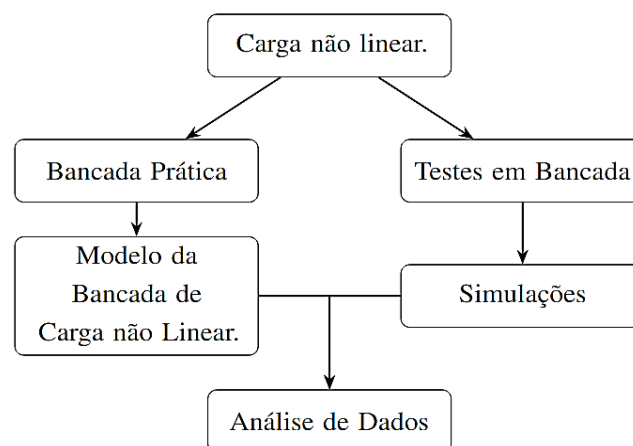
As cargas não lineares são caracterizadas pela relação não linear entre a tensão aplicada em seus terminais e a corrente consumida (Gerent *et al.*, 2005). Com o aumento do uso dessas cargas, elas se tornaram comuns nos setores industrial, comercial e residencial (Furtado *et al.*, 2022). A eletrônica de potência permite o controle dessas cargas, que, por sua natureza, provocam distorções harmônicas na forma de ondas de tensão e/ou corrente (Magalhães, 2020).

No presente trabalho, a bancada de testes foi composta por lâmpadas halógenas controladas por um TRIAC (Tríodo de Corrente Alternada), que introduz a não linearidade no sistema elétrico de potência por meio da variação do ângulo de disparo. Para assegurar a segurança e a estabilidade do equipamento, foram empregados coolers para dissipar o calor gerado pelas lâmpadas.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolver o referido trabalho é representada no fluxograma da Figura 1, que apresenta as etapas seguidas para a execução da carga não linear destinada à geração de harmônicos.

FIGURA 1
Fluxograma de trabalho



Fonte: Elaboração própria (2024).

3.1 CARGA NÃO LINEAR

As cargas não lineares são caracterizadas por apresentarem uma relação não linear entre a tensão aplicada em seus terminais e a corrente por elas consumida (Gerent *et al.*, 2005). Com a crescente utilização dessas cargas, que abrangem consumidores dos setores industrial, comercial e residencial, torna-se importante compreender seus impactos no sistema elétrico (Furtado *et al.*, 2022). A eletrônica de potência possibilita o controle dessas cargas, que são conhecidas por provocar distorções harmônicas nas formas de onda da tensão e da corrente (Magalhães, 2020). Um exemplo comum de carga não linear é o conjunto composto por lâmpadas halógenas associadas a um TRIAC (Tríodo de Corrente Alternada). O TRIAC é responsável por introduzir a não linearidade no sistema elétrico de potência, devido à variação do ângulo de disparo, que controla a condução da corrente. Devido ao calor gerado pelas lâmpadas halógenas, é necessária a utilização de coolers para a dissipação térmica adequada, garantindo a segurança e a eficiência do sistema.

3.2 TESTES EM BANCADA

Os testes em bancada se formam com a conexão da bancada de cargas não lineares no sistema elétrico de potência. Com a variação do ângulo de disparo do TRIAC, Tríodo de Corrente Alternada, pode-se obter as medições de Distorções Harmônicas Totais de Tensão e de Corrente Elétrica. Os dados foram obtidos por meio do analisador de energia elétrica conectado no barramento do sistema elétrico de potência. Nas análises utilizou-se o instrumento Fluke 435 Series II, tipo Classe A, conforme determinam as normativas (Furtado *et al.*, 2022).

3.3 SIMULAÇÕES

As simulações foram realizadas no software PSIM, possibilitando as variações dos ângulos de disparo no TRIAC. As simulações permitem a visualização, por meio de gráficos, das ondas chaveadas com as mudanças dos ângulos. O sistema real pode ser modelado por meio de softwares simuladores que, construindo o circuito equivalente ao sistema, realmente é possível saber o comportamento do sistema elétrico com a injeção de cargas não lineares por meio da variação do ângulo de disparo do TRIAC. Logo, permitindo extrair dados simulados de distorções harmônicas totais de corrente.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados foi realizada comparando as medições em bancada prática e simulação, verificando se elas se encontravam dentro dos parâmetros das normas vigentes.

4 RESULTADOS

Os resultados apresentam os dados obtidos a partir da simulação do modelo da bancada de cargas não lineares, da análise realizada na bancada prática e da comparação dos dados colhidos com as normas vigentes de qualidade da energia elétrica.

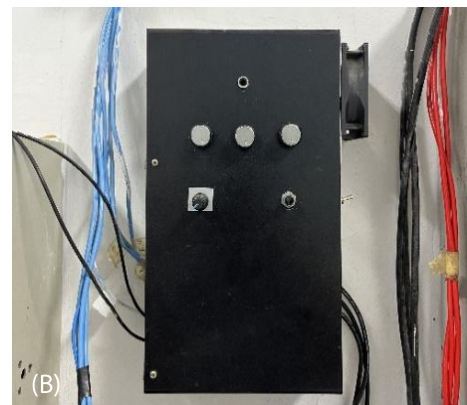
4.1 PROJETO DA BANCADA DE CARGAS NÃO LINEARES

A Figura 2(A) apresenta a bancada de cargas não lineares, composta por 10 lâmpadas halógenas de 1.000 W cada, totalizando 10.000 W distribuídos pelas três fases do sistema elétrico: Fase A – 3.000 W, Fase B – 3.000 W e Fase C – 4.000 W. Além disso, a bancada também inclui quatro coolers de 220 V para garantir a refrigeração adequada do sistema, dissipando o calor gerado pelas lâmpadas e mantendo a segurança e eficiência do equipamento.

A Figura 2(B) mostra o Tríodo de Corrente Alternada (TRIAC), responsável por gerar as distorções harmônicas no sistema elétrico de potência por meio da variação do ângulo de disparo, controlando a condução da corrente. O circuito do TRIAC é composto por potenciômetros de 10 k Ω , que permitem ajustar o ângulo de disparo, e tiristores BTA41-600B.

FIGURA 2

Bancada prática

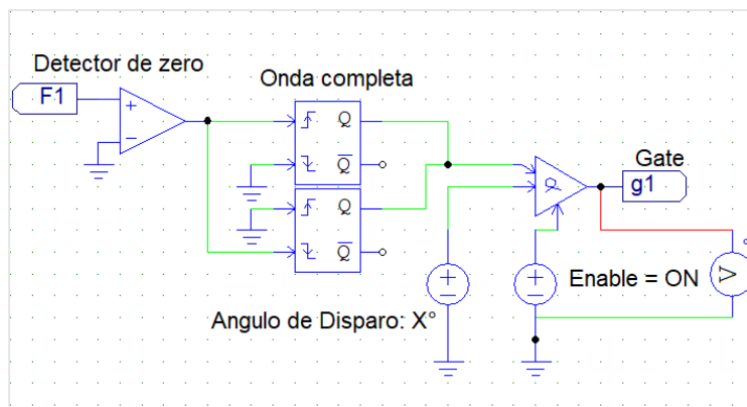


Fonte: Elaboração própria (2024).

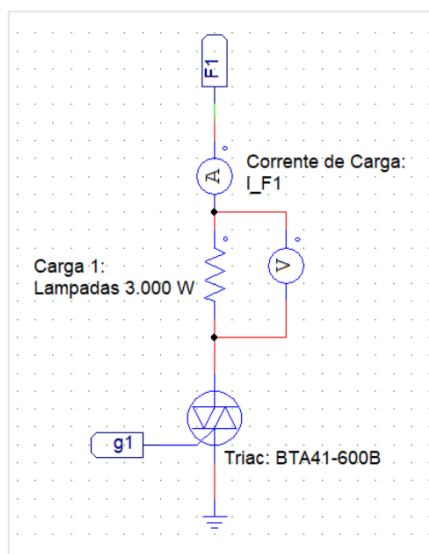
A Figura 3 apresenta os circuitos utilizados no software PSIM para a simulação computacional. A Figura 3(A), relativa à fase A, apresenta o circuito de disparo onde é possível realizar as mudanças de ângulos para realizar a simulação. A Figura 3(B) apresenta o circuito composto pela carga resistiva de 3.000 W, TRIAC conectados na fase A do SEP.

FIGURA 3

Circuito da bancada de cargas não lineares



(A)



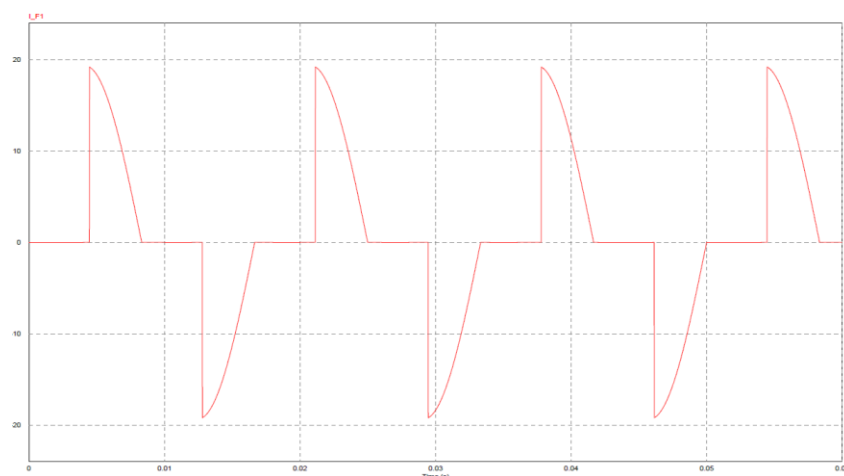
(B)

Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 4 representa as formas de ondas chaveadas de correntes geradas a partir da variação do ângulo de disparo do TRIAC. O ângulo de disparo selecionado para gerar o chaveamento apresentado na Figura 4 é de 80° referente a fase A do circuito simulado.

FIGURA 4

Onda da corrente da fase A



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.2 TESTES EM BANCADA PRÁTICA

Os testes práticos foram realizados variando o ângulo de disparo do TRIAC. A prática foi realizada três vezes e os resultados foram obtidos através da média aritmética entre os valores.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

Esta subseção apresenta a avaliação dos resultados de bancada e simulação, comparados às normas IEEE 519 (2022) e PRODIST (ANEEL, 2021), a fim de verificar os impactos das cargas não lineares na qualidade da energia elétrica.

O Quadro 3 apresenta os valores da Distorção Harmônica Total de Tensão (DHT-V) obtidos em diferentes ângulos de disparo, medidos pelo analisador de energia no ponto de conexão com as cargas não lineares. Para a avaliação do espectro harmônico, foram realizadas cinco aferições, correspondendo aos seguintes ângulos de disparo: i) 131,5°; ii) 119,5°; iii) 112°; iv) 96°; e v) 80°.

QUADRO 3

Distorção harmônica total de tensão (DHT-V) em diferentes ângulos de disparo

Bancada Prática – DHTv					
Aferições	Ângulo de Disparo	Mínimo (%)	Médio (%)	Máximo (%)	Máximo Permitido (%)
1	131.5°	4.06	4.15	4.23	10
2	119.5°	4.5	4.11	4.18	10
3	112°	4.04	4.1	4.15	10
4	96°	3.94	4.3	4.1	10
5	80°	4.23	4.23	4.3	10

Fonte: Elaboração própria (2024).

Segundo o IEEE 519 (2022), o limite máximo permitido para DHT-V em sistemas com tensão nominal menor ou igual a 1,0 kV é de 8%. Já o PRODIST, Módulo 8 (ANEEL, 2021), estabelece um limite de 10% para tensões inferiores a 2,3 kV. Comparando os valores medidos com esses limites, verifica-se que em todas as aferições a DHT-V permaneceu dentro dos padrões normativos, indicando que, apesar da presença da carga não linear, a qualidade da tensão não foi comprometida de forma significativa.

Este resultado demonstra que o sistema elétrico analisado possui uma boa robustez de tensão frente à inserção de cargas não lineares, o que é atribuído à capacidade do barramento de manter o perfil de tensão mesmo em condições de distorção.

O Quadro 4 representa os dados de Distorção Harmônica Total de Corrente (DHT-I) da bancada prática e os valores de DHT-I do modelo simulado em seus diferentes ângulos de disparo obtidos através da medição do analisador de energia elétrica.

QUADRO 4

Distorção Harmônica Total de Corrente (DHT-I) em diferentes ângulos de disparo

Bancada Prática e Simulada – DHTi						
Aferições	Ângulo de Disparo	Mínimo (%)	Médio (%)	Máximo (%)	Simulado (%)	Máximo Permitido (%)
1	131.5°	168.68	169.16	169.7	123.05	20
2	119.5°	136.34	136.48	136.73	101.00	20
3	112°	122.71	122.87	85.43	91.50	20
4	96°	92.12	92.22	92.35	71.90	20
5	80°	69.29	69.43	68.84	55.60	20

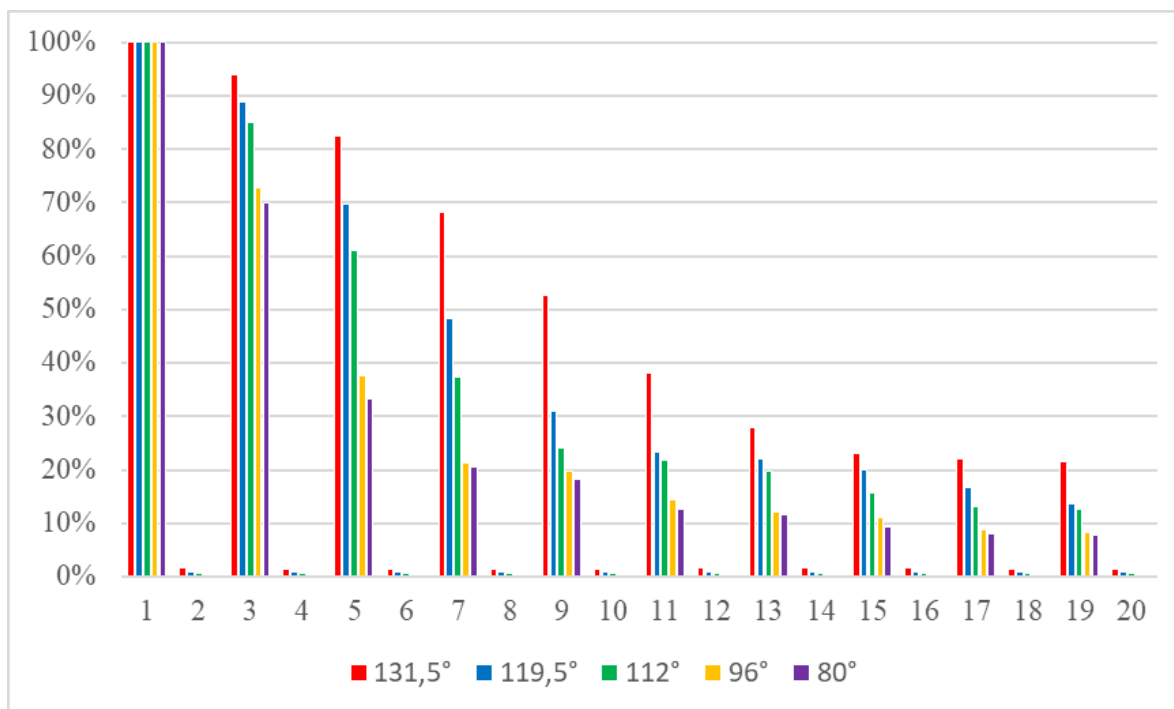
Fonte: Elaboração própria (2024).

O Quadro 2 apresenta os limites individuais e totais para a distorção de corrente para o guia IEEE519. Para a análise dos valores é necessário estimar a razão entre I_{sc} e I_l . Este valor apresenta o percentual da corrente de curto-circuito em relação à corrente de carga, cujo valor de 2373,78 é dado por Furtado *et al.* (2022). I_{sc} representa o valor da corrente de curto-circuito obtido pela concessionária; representa o valor da corrente da segunda aferição. De acordo com IEEE 519 (2022), os limites de DHT-I são definidos pela razão de I_{sc} e I_l sendo dados >1000 , a máxima DHT-I é de 20%, porcentagens referenciadas no Quadro 2. Os dados de DHT-I obtidos na análise da bancada prática para os cinco ângulos de disparo em seus valores médios ultrapassaram os limites definidos pela normativa IEEE 519 (2022).

A Figura 5 apresenta o gráfico dos ângulos de disparo e os harmônicos gerados até a vigésima ordem harmônica para as cinco aferições. Os ângulos utilizados são os mesmos utilizados anteriormente: i) 131,5°, ii) 119,5°, iii) 112°, iv) 96° e v) 80°.

FIGURA 5

Ângulo de disparo e harmônicos gerados



Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 5 apresenta o espectro harmônico de corrente para diferentes ângulos de disparo do TRIAC, possibilitando uma avaliação detalhada da conformidade dos resultados com os limites estabelecidos pela norma IEEE 519 (2022). Esta norma determina que, para sistemas de baixa tensão, os limites de distorção harmônica individual são de 15% para ordens de 3ª a 9ª, 7% para ordens de 11ª a 17ª, e 6% para ordens de 17ª a 23ª.

Analisando o comportamento para o ângulo de disparo de 131,5°, observa-se que a distorção da 3ª harmônica atinge valores próximos de 100%, o que representa um valor extremamente superior ao limite estabelecido de 15%. Além disso, as distorções nas 5ª e 7ª harmônicas também superaram significativamente o valor máximo permitido, atingindo aproximadamente 90% e 70%, respectivamente. Na faixa de 11ª a 17ª ordem, onde o limite passa a ser de 7%, os valores continuam elevados, com a 11ª harmônica ultrapassando 40%, e as demais ordens igualmente fora do padrão. Ainda que as distorções diminuam nas ordens de 17ª a 23ª, elas permanecem superiores a 10%, acima, portanto, do limite de 6% recomendado.

Com o ângulo de disparo ajustado para 119,5°, observa-se uma tendência de redução dos valores, embora todos ainda permaneçam em desconformidade com a norma. A distorção na 3ª harmônica continua elevada, próxima de 100%, enquanto a 5ª e a 7ª harmônicas, embora menores que no ângulo anterior, ainda registram cerca de 80% e 60%, respectivamente. Na faixa entre a 11ª

e a 17ª ordem, as distorções variam entre 20% e 30%, superando novamente o limite de 7%. A partir da 17ª ordem, observa-se diminuição, mas ainda acima do limite de 6%.

No ângulo de disparo de 112°, a redução das distorções torna-se mais expressiva, porém insuficiente para a adequação aos limites. A 3ª harmônica apresenta valores próximos de 90%, a 5ª em torno de 70% e a 7ª aproximadamente 50%, todas ultrapassando largamente o limite de 15%. As harmônicas de 11ª a 17ª ordem continuam acima de 7%, evidenciando a persistência de distorções importantes.

Ao analisar o ângulo de 96°, percebe-se que as distorções se tornam ainda mais reduzidas, mas seguem fora dos parâmetros normativos. A 3ª harmônica atinge pouco mais de 80%, a 5ª aproximadamente 60% e a 7ª ao redor de 40%. Na faixa de 11ª a 17ª ordem, os valores caem para a faixa de 10% a 20%, o que ainda ultrapassa o limite de 7% estabelecido. As ordens acima da 17ª começam a se aproximar do limite de 6%, mas ainda não atendem aos requisitos da norma vigente.

Portanto, no ângulo de disparo de 80°, que representa a menor abertura analisada, verifica-se o menor nível de distorção entre todos os casos. A distorção da 3ª harmônica ultrapassa 70%, a 5ª harmônica atinge cerca de 50% e a 7ª aproxima-se de 30%, todos acima do limite de 15%. Para as ordens entre 11 e 17, as distorções variam entre 10% e 15%, e para ordens superiores, os valores se aproximam dos limites normativos, mas ainda os superam.

De forma geral, a análise do espectro harmônico para todos os ângulos de disparo confirma que a operação do TRIAC gera distorções significativas na corrente elétrica, especialmente nas ordens harmônicas mais baixas. Embora a redução do ângulo de disparo contribua para a diminuição das distorções, essa estratégia isoladamente não é suficiente para assegurar o atendimento às exigências da norma IEEE 519 (2022). Assim, torna-se evidente a necessidade de implantação de medidas corretivas, como o uso de filtros harmônicos, para possibilitar a conformidade com os padrões de qualidade da energia elétrica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho realizou testes, tanto por meio de simulações quanto experimentais, para avaliar a geração de harmônicos no sistema elétrico de potência, utilizando uma carga não linear composta por uma bancada resistiva com lâmpadas halógenas totalizando 10.000 W e um TRIAC, responsável por introduzir a não linearidade no sistema. A análise de energia elétrica foi realizada por meio do analisador de energia elétrica e foram realizadas as aferições de acordo com a mudança do ângulo de disparo do TRIAC.

Conclui-se que, por meio da análise do espectro harmônico, o efeito das cargas não lineares presentes no sistema elétrico de potência apresenta distorções harmônicas totais de tensão (DHT-V)

que não ultrapassem os valores estabelecidos pelo IEEE 519 (2022) e o módulo 8 do PRODIST, pelo fato de que o sistema apresenta um barramento fortalecido, onde o barramento consegue manter o nível de tensão. Contudo, ao analisar as distorções totais e individuais de corrente (DHT-I e DHTi-I), os dados obtidos ultrapassam os valores limite das normas vigentes, IEEE 519 e PRODIST.

Para a continuidade de estudos e novos trabalhos, há possibilidades de diferentes análises com a bancada não linear conectada ao sistema elétrico de potência, tais como associações com diversos grupos geradores. Ademais, a utilização das cargas resistiva, pode ser utilizada com outras finalidades como uma simulação solar para geração fotovoltaica.

OS AUTORES

Gabriel Ivo de Almeida Carmo

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Engenharia Elétrica – Pibic
gabrielivodealmeida@gmail.com

Alana da Silva Magalhães

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas IV
alana.magalhaes@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ANTUNES, F.; LEÃO, R.; SAMPAIO, R. *Harmônicos em sistemas elétricos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DUGAN, R. C. *et al. Electric power systems quality*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

FURTADO, B. de C. *et al.* Análise da qualidade da energia elétrica a partir da implantação de sistema fotovoltaico. *Revista Cereus*, v. 14, n. 3, p. 82-94, 2022.

GERENT, F. H. *et al. Metodologia de projeto de inversores monofásicos de tensão para cargas não-lineares*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

IEEE. *IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*. IEEE Std 1159-2019. Piscataway: IEEE, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8796486>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IEEE. *IEEE Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems*. IEEE Std 519-2022. Piscataway: IEEE, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9926021>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MAGALHÃES, A. S. *Repotencialização na operação paralela de gerador síncrono com gerador de indução*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

MARTINS, J. S.; COUTO, C.; AFONSO, J. L. *Qualidade de energia elétrica*. In: 3º CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA – CLME 2003. Anais... Maputo, 2003.

OLIVEIRA, H. J. C. A. A. S. D. Análise de energia elétrica em hospital. In: *CONTECC – CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*. Anais [...]. Palmas: CONFEA/CREA, 2019.

POWERSIM Inc. *Software para simulação de circuitos elétricos e eletrônicos*. Disponível em: <https://psim.software.informer.com/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

RIBEIRO, B. R. *Análise de harmônicos em cargas não lineares*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, 2017.

TEIXEIRA, D. B. *Análise das distorções harmônicas: estudo de caso de um sistema industrial*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

Segue o bicho: sistema de monitoramento de animais silvestres

3

Carlos Roberto Silveira Junior
Isaias Guedes de Araújo

Resumo

O Cerrado é classificado como um hotspot mundial com elevados níveis de diversidade e endemismo biológico, mas a rápida e intensa perda de cobertura vegetal, causada por incêndios e pelo desmatamento feito por agricultores, tem levado à perda de espécies nativas, o que torna importantes as medidas de preservação e conservação dessas áreas. Uma dessas medidas é o monitoramento de animais silvestres por meio de uma coleira de rastreamento, o qual possibilita ao pesquisador monitorar espécies nativas e viabiliza tomadas de decisão para preservá-las. No entanto, o equipamento necessário apresenta um custo muito

elevado, o que impede estudos de espécies da região em uma escala maior. Em atenção a essa questão, este projeto teve como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento de animais silvestres menos custoso em relação às soluções disponíveis no mercado. Para isso, foram aplicadas tecnologias de baixo custo e de baixo consumo energético que garantem precisão dos dados coletados, fornecendo informações sobre o animal como velocidade, altitude, latitude e longitude, e tendo como diferencial um software interativo que permite a utilização remota do equipamento sem a necessidade de o pesquisador estar em campo.

Palavras-chave: monitoramento animal; conservação animal; rastreamento; IoT.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é a mais rica savana neotropical, abrigando cerca de 20% a 50% da biodiversidade brasileira e um alto nível de endemismo (Klink; Machado, 2005). Esse bioma foi classificado como um hotspot mundial de diversidade, mas a expansão agrícola, a pecuária e o desmatamento indiscriminado têm levado à perda acelerada de habitat e ao desaparecimento de várias espécies (Klink; Machado, 2005).

Uma das formas de contornar esse problema é conhecendo a fauna dessa região. O monitoramento de animais silvestres permite um estudo de padrões de movimentação, e comportamento dessa espécie, por meio de informações e dados coletados dos animais, o que permite desenvolver novas estratégias eficazes (Cagnacci *et al.*, 2010), para a conservação da biodiversidade do bioma. Para isso, atualmente utiliza-se uma coleira equipada com tecnologia VHF (Very High Frequency)

ou GPS (Global Positioning System), No Cerrado, onde a fragmentação do habitat é uma ameaça crescente, o monitoramento pode ajudar a identificar áreas críticas para a conservação e a entender como os animais estão respondendo às mudanças em seu ambiente (Trovati; Brito, 2009).

No entanto, o custo elevado desses equipamentos representa um obstáculo significativo para a implementação e pesquisa da fauna, em grande escala, por pesquisadores e conservacionistas, principalmente em países em desenvolvimento (Cagnacci *et al.*, 2010; Kays *et al.*, 2015), o que limita o acesso a essa tecnologia, especialmente em projetos de conservação com recursos financeiros restritos.

Diante desse desafio, foi realizada uma pesquisa com o objetivo de desenvolver uma coleira de monitoramento de animais silvestres visando um custo mais acessível, permitindo a implementação em larga escala para monitorar a fauna do cerrado, utilizando a geolocalização, e permitir que a pesquisa do comportamento do animal aconteça de forma remota, sem a necessidade de o pesquisador estar em campo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão descritos os principais componentes de hardware utilizados, destacando suas características, vantagens e limitações, para o desenvolvimento do projeto.

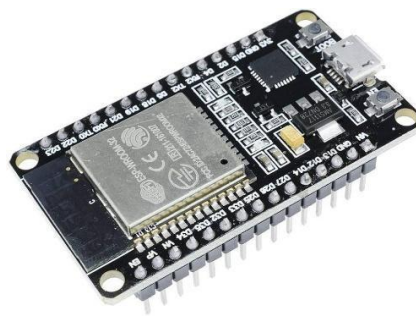
2.1 ESP32

O ESP32 é um microcontrolador desenvolvido pela empresa *Espressif Systems*, ele é conhecido por sua facilidade de implementação e a possibilidade de conectar a redes *Wi-Fi* e *Bluetooth*, sendo muito usado em projetos de IoT (Internet das Coisas), o componente é apresentado na Figura 1. Esse dispositivo possui uma arquitetura com dois núcleos de processamento de 32 bits, tendo uma boa capacidade de processamento de tarefas complexas, além disso ele possui algumas interfaces de comunicação como três portas UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), quatro portas SPI (*Serial Peripheral Interface*), duas portas I2C (*Inter-Integrated Circuit*), além de portas digitais e analógicas (Espressif, 2025).

Para gerenciamento de energia, o ESP32 oferece vários modos de economia de energia, sendo um deles o modo *Deep Sleep*. O principal modo de economia de energia do ESP32 é em que o consumo de energia é reduzido significativamente, permitindo que o dispositivo permaneça em

operação por longos períodos com uma bateria pequena. Nesse modo, o processador e a maioria dos periféricos são desligados, e o consumo de energia pode cair para cerca de 10 μA , dependendo da configuração. Além do *Deep Sleep*, o ESP32 também oferece modos de sono mais leves, como o *Light Sleep*, onde o consumo é reduzido, mas o processador ainda mantém uma parte da sua atividade (Espressif, 2025).

FIGURA 1
ESP32 WROOM-32



Fonte: MercadoLivre.

2.2 GPS NEO M8N

O módulo GPS NEO-M8N desenvolvido pela U-BLOX, é um receptor GPS, que suporta múltiplas constelações de satélites como GLONASS, *Galileo* e *BeiDou*, permitindo ter uma melhor precisão em relação a versões anteriores como o NEO 6M, sendo muito usado em aplicações que requerem uma localização mais precisa e confiável. Além disso, este módulo é capaz de receber sinais de múltiplos satélites simultaneamente, permitindo processar esse sinal e calcular velocidade, altitude e tempo (U-BLOX, 2025).

O GPS NEO-M8N se comunica com o microcontrolador e outros sistemas embarcados através da interface UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), transmitindo dados com a codificação NMEA (*National Marine Electronics Association*) de forma assíncrona. Para a implementação do módulo, é preciso conectar as portas UART ao microcontrolador, permitindo uma comunicação serial. O componente é apresentado na Figura 2.

O módulo possui algumas configurações disponíveis, como o *baud rate* de envio de dados pela porta serial, definir quais constelações de satélite ele deve ou não se conectar, entre outras. A

configuração é realizada através de comandos enviados via Serial do microcontrolador ao módulo ou via um *software* próprio U-CENTER desenvolvido pela empresa U-BLOX (U-BLOX, 2025).

FIGURA 2
GPS NEO M8N U-BLOX



Fonte: MercadoLivre (2024).

2.3 SIM7020E

O módulo SIM7020E é um módulo de comunicação móvel desenvolvido pela SIMCOM; ele foi projetado para aplicações de IoT (*Internet of Things*), permitindo operar em redes LTE-M (LTE Cat M1) e NB-IoT (*Narrowband IoT*), que são redes específicas para a comunicação entre dispositivos IoT. Embora a rede LTE-M ofereça velocidades de transmissão mais rápidas e uma latência menor em comparação com o NB-IoT.

O NB-IoT é uma rede otimizada para dispositivos que requerem baixo consumo de energia e baixa largura de banda. Operando em largura de banda de 180 kHz, essa tecnologia tem uma grande cobertura no território brasileiro, tendo presente em 5.500 municípios e cobrindo 99,8% da população, tendo a TIM e VIVO como uma das principais operadoras que disponibilizam o uso dessa rede no Brasil (Teleco, 2025), esse cenário apresenta uma crescente disponibilidade de conectividade em áreas remotas e rurais em aplicações no agronegócio e no monitoramento ambiental. O componente é apresentado na Figura 3.

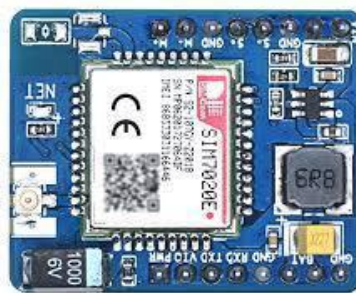
O módulo SIM7020E, possui diferentes modos de economia de energia como o *Deep Sleep* e o modo "*Idle*", o que é ideal para projetos que envolvam bateria e precisam ter uma melhor economia de energia. No modo *Deep Sleep*, o consumo de energia pode ser reduzido para menos de 1 microampere (μA), permitindo que o dispositivo tenha mais autonomia energética. Já no modo

ativo, o módulo tem um consumo considerável, mas, ainda assim, ele foi projetado para ser eficiente em comparação com outros módulos de comunicação móvel (Simcom, 2018).

Para a comunicação, o SIM7020E utiliza comandos AT via as portas UART, permitindo configurar a rede, transmitir e receber dados, e gerenciar o módulo, e principalmente configurar corretamente os parâmetros da rede, como o APN (*Access Point Name*), para garantir a conectividade com as redes, devido às suas características e por ser um módulo versátil, ele é ideal para uma ampla gama de aplicações como monitoramento remoto, rastreamento de ativos, e sensores em ambientes industriais (SIMCOM, 2018).

FIGURA 3

Módulo SIM7020E



Fonte: Elaboração própria (2024).

2.4 PROTOCOLO MQTT

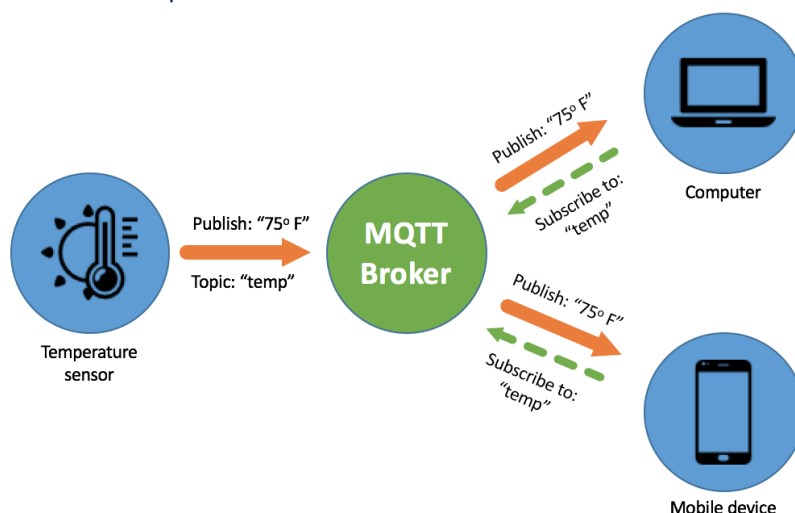
O MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) é um protocolo de comunicação desenvolvido pela IBM juntamente com a OASIS e ISO, projetado para facilitar a troca de mensagens entre dispositivos conectados em redes com largura de banda limitada e condições de conectividade instáveis. O MQTT é amplamente utilizado em diversas aplicações devido à sua eficiência e simplicidade e baixo consumo de dados em relação a outros protocolos.

O protocolo funciona baseado no modelo de publicação e assinatura, em que dispositivos ou aplicativos denominados publicadores enviam mensagens para um tópico específico, em que outro dispositivo ou aplicativo denominado assinante recebe a mensagem enviada. Para isso, eles utilizam um servidor central *broker*, que gerencia essa comunicação, recebendo os dados e distribuindo para o tópico desejado, conforme apresentado na Figura 4.

Esses tópicos permitem uma organização melhor dos dados, como por exemplo “sensor/temperatura” ou “sensor/umidade”, são dois tópicos para finalidade diferente, evitando a bagunça de dados, otimizando o tempo de processamento. Além disso, as mensagens têm três níveis de Qualidade de Serviço (QoS) para garantir a entrega e que os dados sejam confiáveis. O QoS 0 assegura que a mensagem seja entregue no máximo uma vez, sem confirmação, o QoS 1 garante a entrega pelo menos uma vez, com confirmação, e o QoS 2 assegura que a mensagem seja entregue exatamente uma vez, com confirmação dupla.

FIGURA 4

Diagrama de funcionamento do protocolo MQTT



Nota: Esse protocolo ilustra o processo de envio e recebimento de mensagens, respectivamente, através dos comandos *publish* e *subscribe*.

Fonte: ResearchGate (2021).

3 METODOLOGIA

Nesta seção, descreve-se o desenvolvimento do projeto, desde o planejamento e seleção dos componentes até a implementação e validação do protótipo. São apresentados os procedimentos de integração de hardware e software.

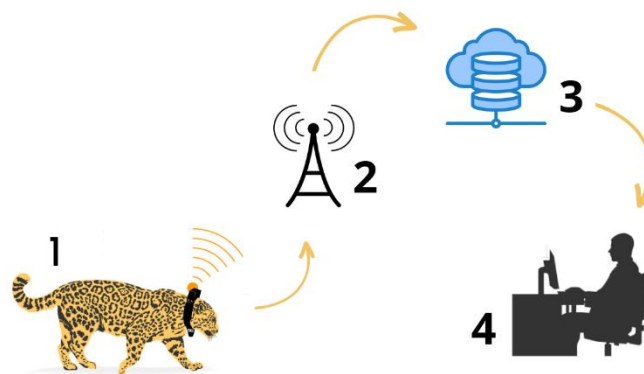
3.1 FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Com o desenvolvimento do protótipo da coleira e do *software*, surge um novo horizonte para os pesquisadores, conforme ilustrado na Figura 5. Ao utilizar a coleira, os dados coletados do animal

são transmitidos, utilizando o protocolo MQTT, e são recebidos por um servidor, responsável por tratar e armazenar em um banco de dados, permitindo acessar os dados através de celulares e computadores usando o *software* próprio desenvolvido.

FIGURA 5

Diagrama de funcionamento do sistema



Nota: O colar de monitoramento do animal (1) envia dados para a antena de celular (2) que por sua vez envia para o servidor tratando os dados e armazenando (3). Os dados podem ser acessados pelo aplicativo ou computador para estudo do comportamento do animal (4).

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2 HARDWARE

Para desenvolver a coleira de rastreamento de animais silvestres, primeiramente foram selecionados componentes que tenham precisão, uma boa eficiência energética e baixo custo em relação ao mercado.

- **Microcontrolador:** devido ao desempenho de processamento e eficiência de energia comparados a outros microcontroladores, optou-se pelo ESP32, ele possui um *clock* de 240 MHz, com arquitetura *dual-core*, e um modo *Deep Sleep* consumindo 10 μ A, tornando-o ideal para a economia de bateria, resultando em um tempo maior de pesquisa.
- **Módulo GPS:** Para o módulo GPS foi selecionado o módulo NEO M8N, a escolha do GPS é fundamental, pois ele deve ter uma alta precisão para se realizar estudo de animais pequenos, o GPS NEO M8N tem uma boa precisão devido a sua capacidade de se conectar a mais satélites em relação a outros GPS, além disso ele compõe um sensor de velocidade horizontal e um de altitude em relação ao mar,

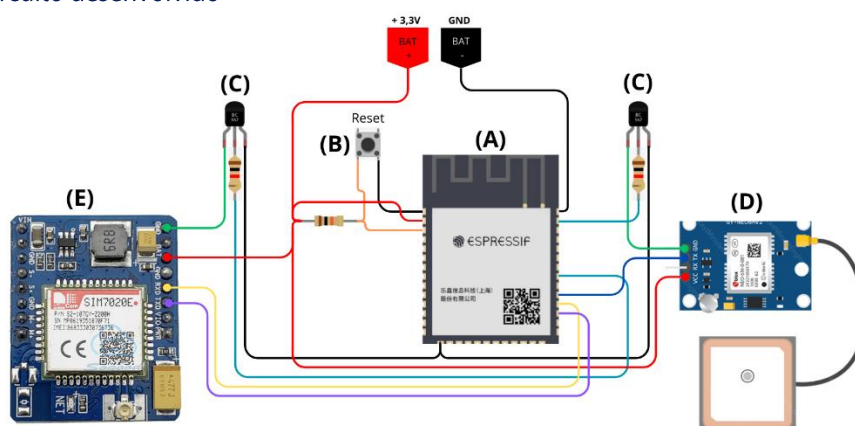
um lado negativo nessa escolha e o consumo de energia, consumindo aproximadamente 45 mA a 50 mA e em modo *sleep* consumido 10 mA, que é um alto consumo para o projeto.

- **Módulo de Comunicação:** Para a comunicação optou-se pelo SIM7020E, ele foi uma escolha crucial, visto que o dispositivo não poderá perder sua conexão, e que caso perca seja por pouco tempo, para isso foi pensado em uma melhor cobertura, o ideal seria uma tecnologia via satélite pois seria uma cobertura de 100% do território brasileiro, mas devido ao preço não seria possível, Optou-se pela rede NB-IoT, tendo a maior cobertura utilizando antenas celulares, O módulo SIM7020E será o responsável pela navegação nessa rede, consumindo 50 mA a 70 mA e no *Deep Sleep* 1 mA a 3 mA.
- **Fonte de Energia:** para o projeto foi escolhida uma bateria célula (18650) de 3800 mAh que possui dimensões pequenas e capacidade alta de armazenamento de energia, permitindo a expectativa de uso da coleira por um bom tempo.

Antes de construir do primeiro protótipo, percebe-se que o SIM7020E e o módulo GPS NEO M8N têm um consumo elevado mesmo em modo *sleep* para essa aplicação, então foram colocar dois transistores NPN (BC547) nesses módulos, sendo acionados pelo ESP32, desprezando o consumo em modo *sleep* dos módulos restando somente o consumo do microcontrolador, consumindo aproximadamente 10 μ A em modo *sleep*. A Figura 6 apresenta o diagrama do circuito desenvolvido e na Figura 7 apresenta o circuito desenvolvido.

FIGURA 6

Diagrama do circuito desenvolvido

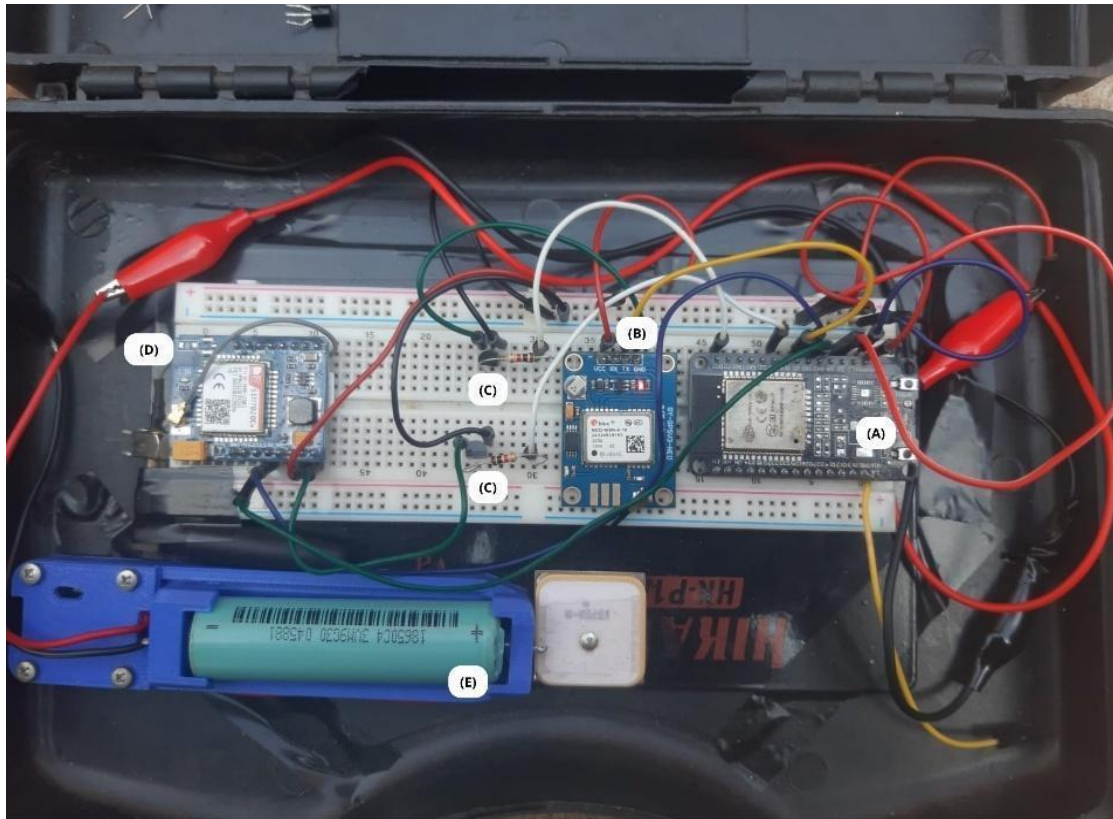


Nota: Na figura, há o controlador ESP32 (A), o botão de Reset (B), os transistores NPN BC547 para acionamento de periféricos (C), sendo o módulo GPS NEO M8N (D), módulo SIM7020E (E).

Fonte: Elaboração própria (2024).

FIGURA 7

Circuito protótipo da coleira desenvolvido



Nota: Na figura, há ESP32 (A), GPS NEO M8N (B), transistor NPN BC547 (C), módulo SIM 7020E (D) e bateria Li-íon 18650 (E).

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.3 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

O desenvolvimento de um software dedicado possibilita ao pesquisador ter acesso detalhado e interativo aos dados coletados. Para isso, foram utilizadas tecnologias e ferramentas que garantem acessibilidade, facilidade de atualização futura e atendimento das necessidades específicas do projeto. Para isso foi realizado um *designer* do *software* na plataforma do Figma, essa etapa de desenvolvimento permitiu ter uma ideia de como seria o produto final, isso facilitou as escolhas das cores, e contrastes, posicionamento de elementos a fim de facilitar o uso do *software*, gerando uma interface mais acessível e amigável ao pesquisador.

Com o *design* pronto, iniciou-se o desenvolvimento do *FrontEnd* utilizando as tecnologias HTML, CSS e JAVASCRIPT. O *FrontEnd* é responsável por criar a interface do usuário (UI) e

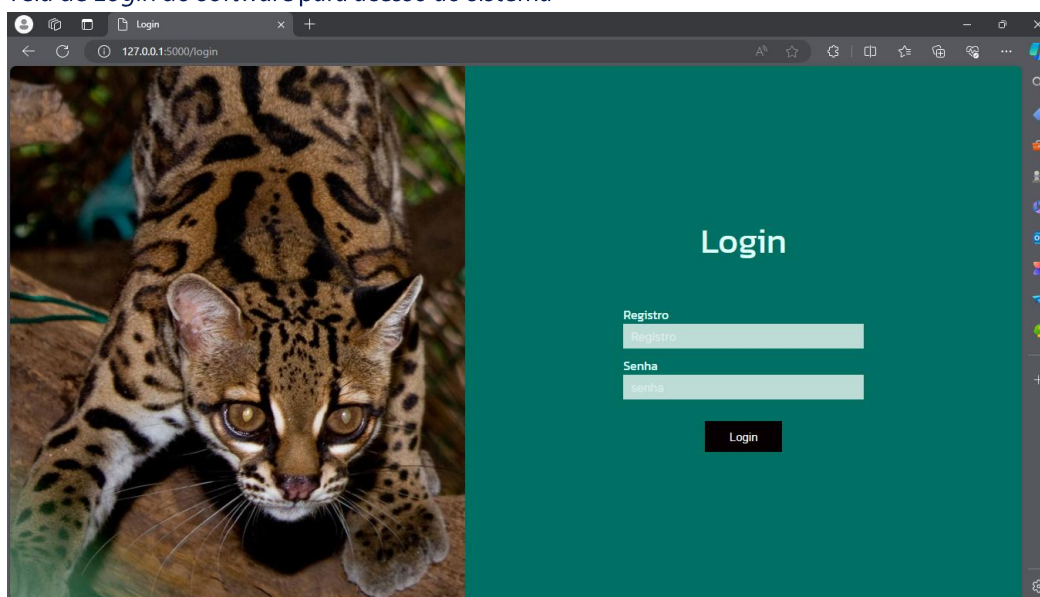
proporcionar uma experiência do usuário (UX) eficaz. Ele organiza os elementos na página e possibilita que o usuário interaja com os dados. Essa interação facilita uma melhor compreensão sobre o comportamento animal, tornando as informações mais acessíveis e intuitivas.

Para o *BackEnd*, optou-se pelo uso do *FrameWork web Flask*; essa tecnologia é altamente flexível, baseada na linguagem de programação Python. Ele foi escolhido devido à sua capacidade de lidar com requisições de maneira eficiente e de se adaptar facilmente às mudanças nos requisitos do projeto, permitindo também atualizações futuras. O *BackEnd* é o responsável pelo recebimento de dados da coleira via MQTT, tratamento e armazenamento no banco de dados, e gerência de toda a lógica de negócios, como, por exemplo, *login* do pesquisador.

Para a visualização geoespacial dos dados do animal, foi utilizado a biblioteca do python *Folium*, essa biblioteca permite a criação de diversos mapas interativos permitindo até a criação mapa térmico através de dados, com essa tecnologia se utilizou para exibir o caminho percorrido pelo animal e exibir os dados de cada ponto coletado, como informação da coleira como nível da bateria, sinal da antena e número de satélites utilizados para calcular a latitude e longitude, e dados do animal como velocidade, altitude em relação ao nível do mar, permitido o pesquisador estudar o comportamento do animal de forma detalhada. A Figura 8 e a Figura 9 são, respectivamente, a tela de *login* do usuário e a tela de registro do animal, e a Figura 10 é uma representação do mapa plotado.

FIGURA 8

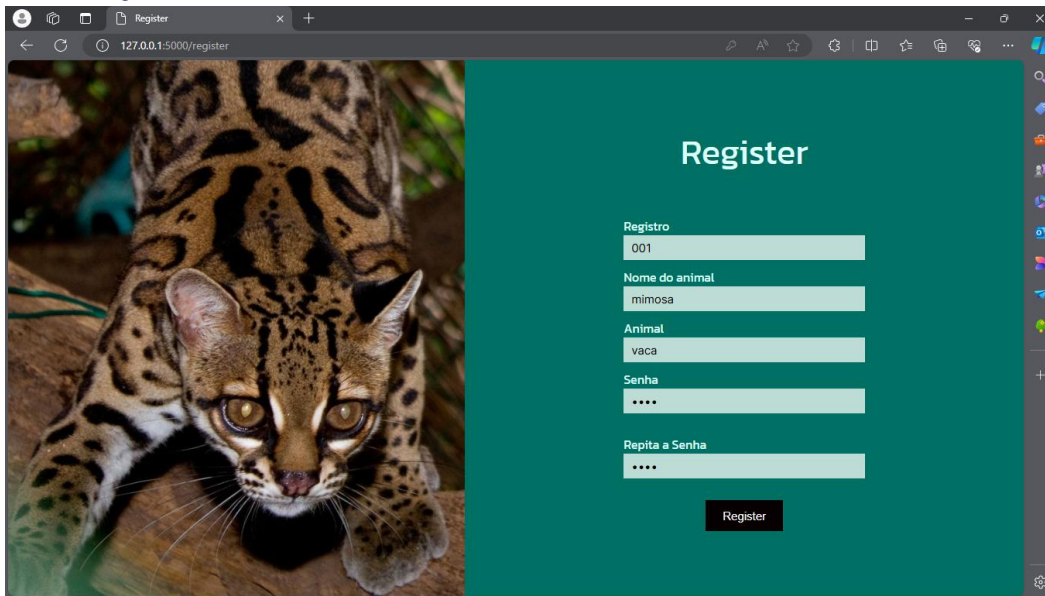
Tela de *Login* do software para acesso ao sistema



Fonte: Elaboração própria (2024).

FIGURA 9

Tela de Registro de dados da coleira e dados do animal

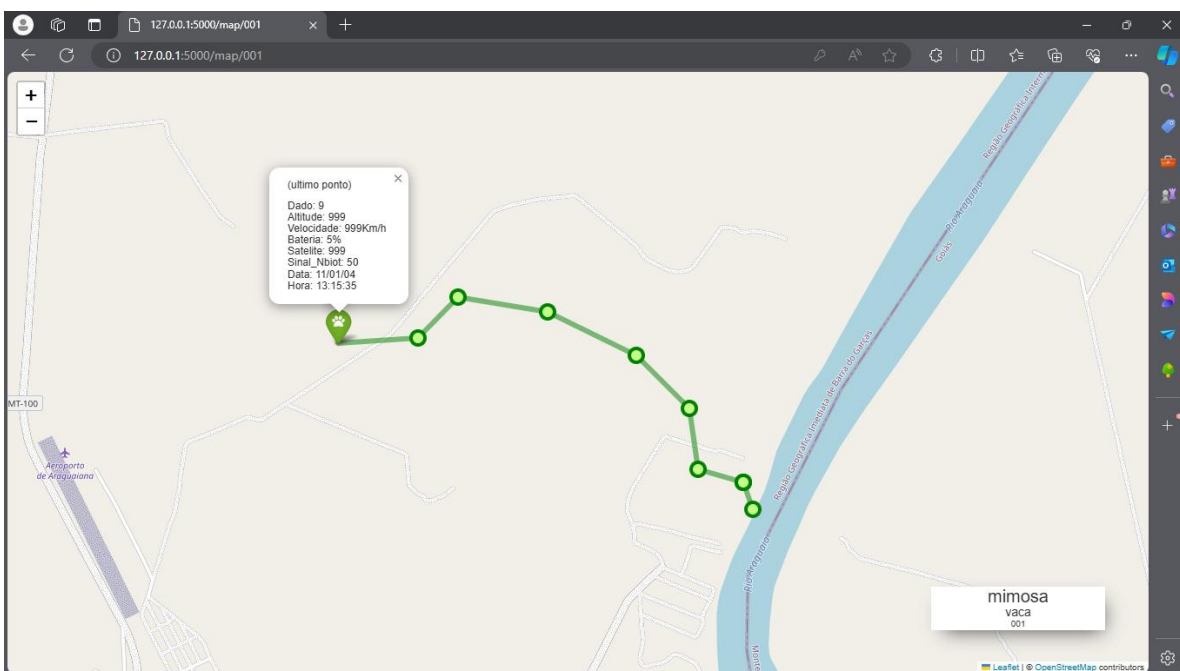


The screenshot shows a web browser window with the URL `127.0.0.1:5000/register`. On the left is a large image of a jaguar. On the right is a green 'Register' form with the following fields:

- Registro**: 001
- Nome do animal**: mimosa
- Animal**: vaca
- Senha**: ****
- Repita a Senha**: ****

A black 'Register' button is at the bottom of the form.

Fonte: Elaboração própria (2024).

FIGURA 10Representação do mapa gerado pelo *software* onde são apresentados dados relacionados à altitude,

velocidade, potência da bateria, número de satélites, velocidade, sinal do módulo celular, data e hora

Fonte: Elaboração própria (2024).

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e testes do protótipo, foram avaliados diferentes lógicas de funcionamento a fim de se ter um melhor desempenho e um menor consumo energético e garantir uma boa precisão e confiabilidade, foi calculada a autonomia da bateria, bem como a eficácia do software no monitoramento remoto.

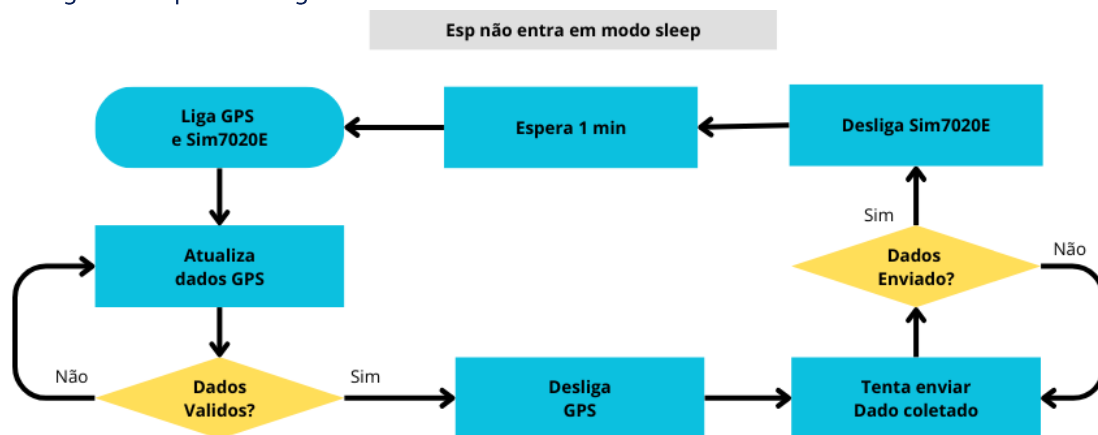
4.1 CONSUMO E LÓGICA DO PROTÓTIPO

Para determinar um melhor consumo de energia, configurou-se a coleira para enviar um dado a cada um minuto e foram definidas três diferentes lógicas a fim de determinar a melhor para a eficiência da coleira, para medir o consumo foi utilizado o módulo INA219. Este módulo é um sensor que permite medir corrente e tensão de forma precisa.

Para a primeira lógica foi seguido o fluxograma da Figura 11 da seguinte maneira: os módulos SIM7020E e o GPS ligam juntos, verificam a validade dos dados recebidos do GPS, se os dados forem válidos, desligam o GPS e tentam enviar os dados. Se o envio for bem-sucedido, ele desliga o SIM7020E. Nesse teste, o ESP32 não entrou em modo *sleep* e somente aguardou um minuto.

FIGURA 11

Fluxograma da primeira lógica



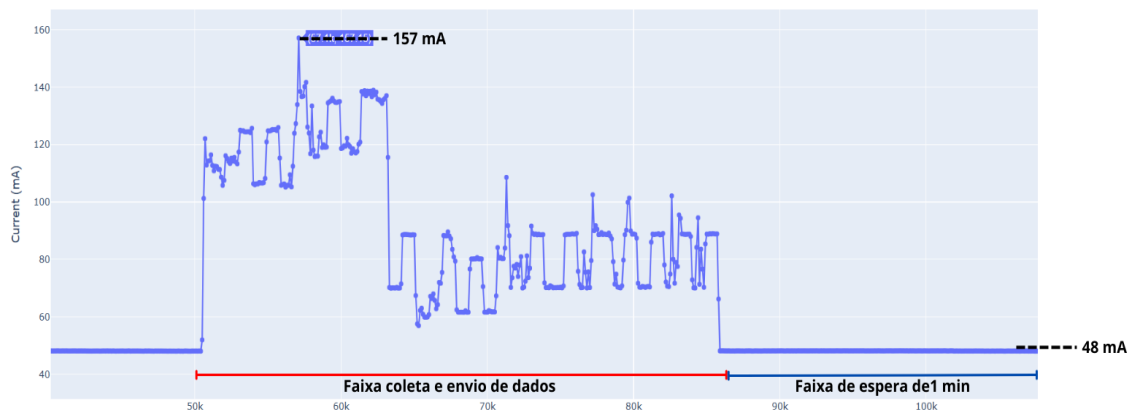
Nota: Os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N estão ligados e o ESP32 não entra em modo *sleep*, somente aguardar um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

O consumo de energia seguindo a primeira lógica foi coletado e plotado no gráfico na Figura 12, percebe-se que o pico de consumo é de 157 mA e enquanto aguarda um minuto para fazer uma nova coleta de dados, o consumo é de 48 mA, sendo inviável para o propósito do projeto.

FIGURA 12

Gráfico de consumo de corrente da primeira lógica



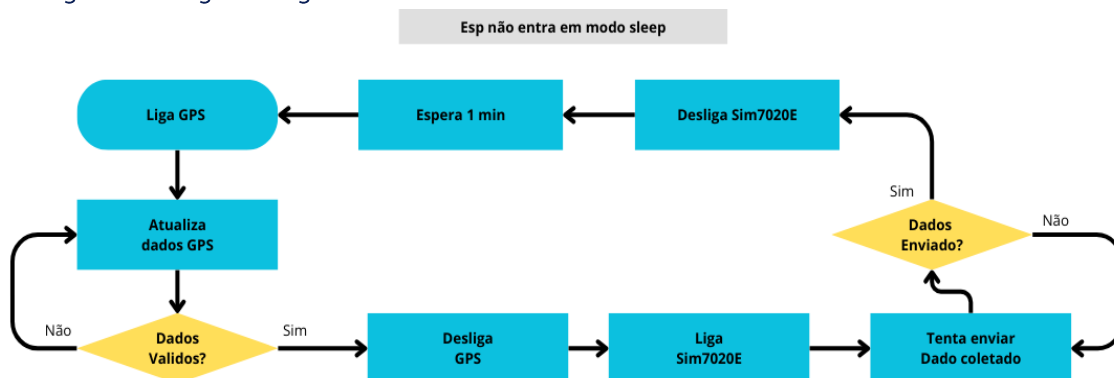
Nota: Os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N estão ligados e o ESP32 não entra em modo *sleep*, somente aguardar um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Para a segunda lógica foi seguido o fluxograma da Figura 13 da seguinte maneira: O módulo GPS liga, verifica a validade dos dados recebidos do GPS, se os dados forem válidos, desliga o GPS, então liga o SIM7020E e tenta enviar os dados coletados, se o envio for bem-sucedido, ele desliga o SIM7020E. O ESP32 ainda não entra em modo *sleep* e aguarda por um minuto.

FIGURA 13

Fluxograma da segunda lógica



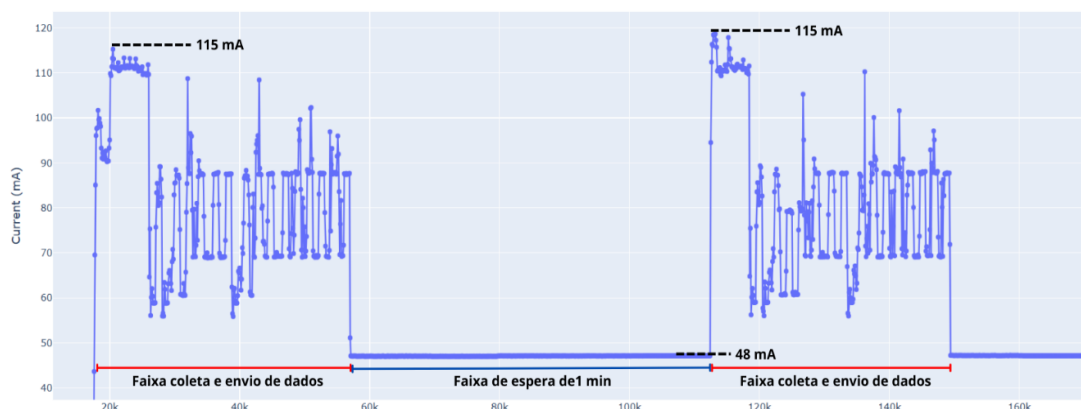
Nota: Ligam-se os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N separados e o ESP32 não entra em modo *sleep*, somente aguardar um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Seguindo a segunda lógica, foi coletado e plotado no gráfico na Figura 14 o consumo de energia da coleira, onde o pico de consumo é de 115 mA e enquanto aguarda um minuto, o consumo é de 48 mA, mesmo com a redução do pico, ainda assim essa lógica se torna inviável para o uso.

FIGURA 14

Gráfico de consumo de corrente da segunda lógica



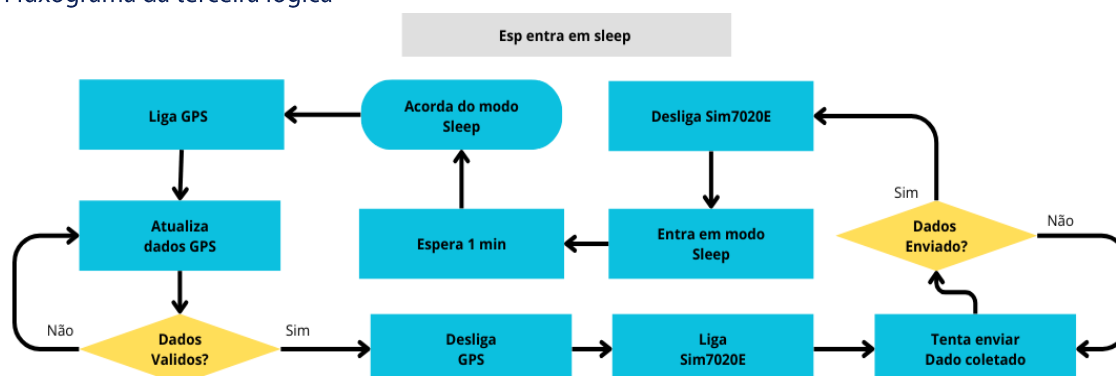
Nota: Ligam-se os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N separados e o ESP 32 não entra em modo sleep somente aguardar um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Para a terceira lógica foi seguido o fluxograma da Figura 15 da seguinte maneira: O ESP32 acorda do modo sleep, e liga o módulo GPS, verifica a validade dos dados recebidos do GPS, se os dados forem válidos, desliga o GPS, então liga o SIM7020E e tenta enviar os dados coletados, se o envio for bem-sucedido, ele desliga o SIM7020E. Então o ESP32 entra em modo *sleep* e aguarda por um minuto.

FIGURA 15

Fluxograma da terceira lógica



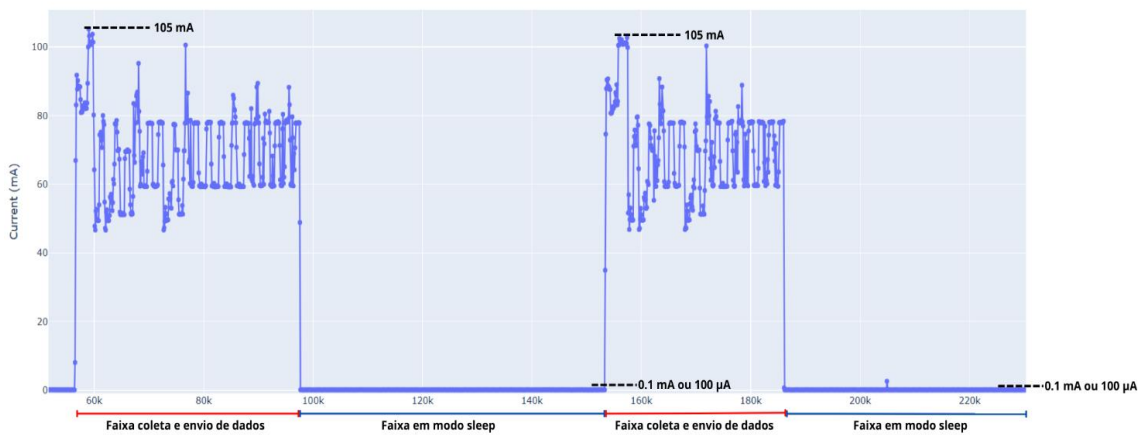
Nota: Ligam-se os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N separados e o ESP32 entra em modo *sleep* e aguarda um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Seguindo a terceira lógica, foi coletado o consumo e plotado na Figura 16, onde o pico de corrente foi de 105 mA e no modo *sleep* o consumo foi de 0,1 mA ou 100 µA, sendo a melhor lógica para se ter uma boa eficiência energética.

FIGURA 16

Gráfico de consumo de corrente da terceira lógica



Nota: Ligam-se os módulos SIM7020E e o GPS NEO M8N separados e o ESP32 entra em modo *sleep* e aguarda um minuto.

Fonte: Elaboração própria (2024).

4.2 AUTONOMIA DA COLEIRA

Para o cálculo da autonomia da coleira utilizou-se a terceira lógica, a fim de ter uma margem de erro, considerou-se o maior valor de pico enquanto a coleira está em funcionamento, ou seja, fora do modo *sleep*, sendo assim, de acordo com a Figura 16. O consumo é estabelecido da seguinte forma: a coleira liga durante um minuto consumindo 110 mA, e depois consome 0,1 mA durante o restante do tempo. Para estabelecer uma função que retornasse a autonomia em horas, foi definida.

$$X = \text{quantidade de dados por hora} \left(\frac{Q}{h} \right)$$

$$Te = \text{tempo gasto para o envio (seg)}$$

Sendo assim, foi calculado o tempo em que a coleira ficará funcionando e o tempo em que a coleira estará em modo *sleep*.

$$T_F = Te \cdot X \quad (1)$$

$T_F = \text{tempo fora do modo sleep (seg)}$

$$T_S = 3600 - Te \cdot X \quad (2)$$

$T_S = \text{tempo no modo sleep (seg)}$

Com os tempos encontrados na Equação 1 e Equação 2, pode-se definir o consumo em miliampere-hora (mAh) para o modo de funcionamento sabendo que o pico de corrente nesse modo de operação é de 110 mA, e o consumo para o modo *sleep* sabendo que o pico nessa faixa de funcionamento é de 0,1 mA.

$$C_F = 110 \cdot \frac{T_F}{3600} = 110 \cdot \frac{T_e \cdot X}{3600} \quad (3)$$

$C_F = \text{consumo em funcionamento fora do modo sleep (mah)}$

$$C_S = 0,1 \cdot \frac{T_s}{3600} = 0,1 \cdot \frac{(3600 - T_e \cdot X)}{3600} \quad (4)$$

$C_S = \text{consumo em modo sleep (mah)}$

Tendo encontrado o consumo em miliampere-hora (mAh) para os dois pontos de operação da coleira, pode-se calcular o consumo total a partir das Equações 3 e 4.

$$C_T = C_F + C_S = \frac{110 \cdot T_e \cdot X + 0,1 \cdot (3600 - T_e \cdot X)}{3600} \quad (5)$$

$C_T = \text{consumo Total do circuito (mah)}$

Com o consumo total definido pela Equação 5, pode-se calcular o tempo dado em horas até que a bateria descarregue.

$$T = \frac{Bat}{C_T} \quad (6)$$

$T = \text{tempo de funcionamento da coleira (horas)}$
 $Bat = \text{capacidade da bateria (mah)}$

Substituindo a Equação 5 na Equação 6, tem-se a seguinte função.

$$T = \frac{Bat \cdot 3600}{110 \cdot T_e \cdot X + 0,1 \cdot (3600 - T_e \cdot X)} \quad (7)$$

Considerando T_e (tempo gasto para o envio) de 60 segundos, e a capacidade de bateria de (Bat) de 3800 mAh. e X (quantidade de dados por hora) de 1 ou seja um dado por hora.

$$T = \frac{3800 \cdot 3600}{110 \cdot 60 \cdot 1 + 0,1 \cdot (3600 - 60 \cdot 1)} \cong 1.968 \text{ horas}$$

$$Dias = \frac{T}{24} = \frac{1968}{24} \cong 82 \text{ Dias} \quad (8)$$

A autonomia estimada do equipamento desenvolvido e de aproximadamente 82 dias, embora satisfatória como prova de conceito, é insuficiente para estudos ambientais de longa duração,

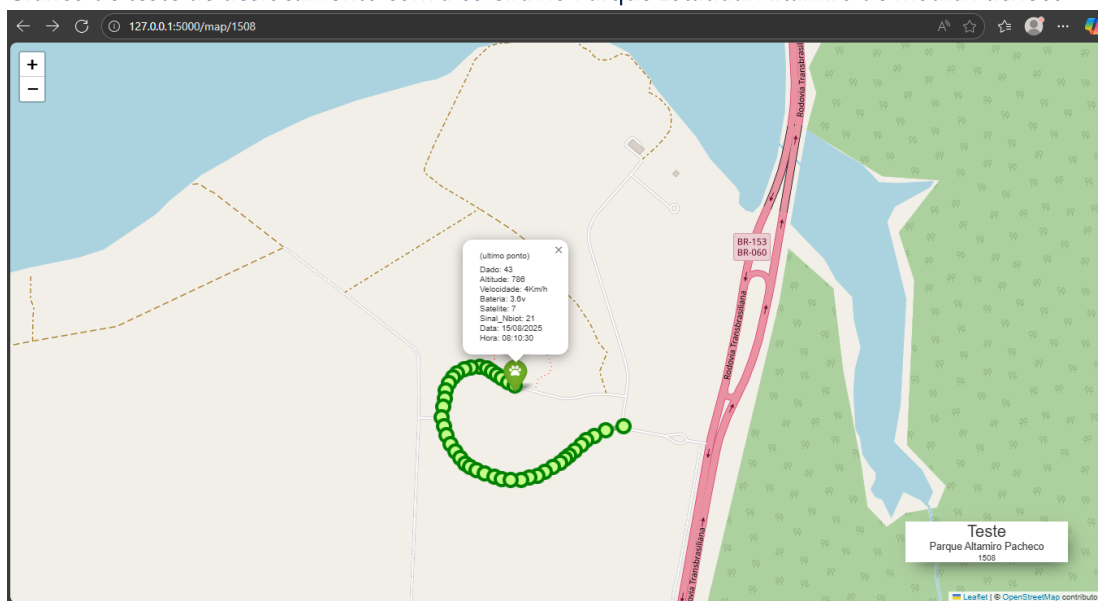
alcançando uma autonomia inferior a soluções presentes no mercado, que buscam autonomia de meses a anos para reduzir a necessidade de recaptura e minimizar o estresse animal (Kays *et al.*, 2015; Cagnacci *et al.*, 2010).

4.3 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE

Para a realização do teste do *software* foi configurada a coleira para enviar dados em um intervalo de 10 segundos, e foi conduzido o teste no Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco, uma unidade de conservação de proteção, como apresentado na Figura 17, pode-se observar um percurso traçado e dados de cada ponto como altitude, velocidade, bateria, quantidade de satélites, e data e hora.

FIGURA 17

Gráfico de teste de deslocamento com a coleira no Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco



Fonte: Elaboração própria (2025).

4.4 CUSTO DA COLEIRA

A coleira foi desenvolvida para ter um baixo custo e eficácia, de acordo com o Quadro 1, o custo total do protótipo foi estimado em R\$ 468,00 e uma mensalidade associada ao uso do chip NB-IoT, custando R\$ 10,00 mensais. Tornando a solução viável para a pesquisa e monitoramento de

animais silvestres, o que permite atualizações futuras. Os custos são relacionados à compra do material realizada no ano de 2024.

QUADRO 1

Custo para produção e comunicação de uma unidade de coleira. Os custos são do ano de 2024

Componentes	Preço / unidade
ESP32	R\$ 46,90
SIM7020E	R\$ 42,90
GPS NEO M8N	R\$ 88,00
BATERIA LI-ION 18650 3.7V 3800 mAh	R\$ 20,00
TRANSISTOR NPN BC547	R\$ 0,17
CHIP NB-IoT	R\$ 20,00
ASSINATURA	R\$ 10,00 / mês
CONSTRUÇÃO DA COLEIRA	R\$ 150,00
MARGEM DE ERRO E IMPOSTOS	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 467,96 e R\$ 10,00 / mês

Fonte: Elaboração própria (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste projeto foi desenvolver uma coleira de rastreamento e monitoramento de animais selvagens, visando superar as limitações financeiras dos sistemas disponíveis no mercado, custando entre R\$2 mil e R\$5 mil. Para isso foram adotadas tecnologias mais acessíveis com configurações de consumo energético consideravelmente baixas, no entanto, com robustez e tempo de uso satisfatório para a aplicação. Sendo assim, o protótipo foi desenvolvido com o custo de R\$467,00 junto a uma mensalidade de R\$10,00, atingindo um custo significativamente mais baixo em relação ao mercado.

A partir dos resultados obtidos, é possível demonstrar que o protótipo da coleira atendeu aos requisitos básicos da proposta, tendo uma boa precisão na localização e uma autonomia até considerável para pesquisas de baixa duração, considerando também a possibilidade de monitorar o animal remotamente sem a necessidade pesquisador estar em campo, além disso, o sistema permite uma melhor adaptação como a escolha de dados enviado por hora otimizando o seu consumo.

Para trabalhos futuros, sugere-se a construção da coleira visando a robustez do design, garantindo maior resistência em ambientes extremos e mantendo boa ergonomia, considerando peso e tamanho, a fim de evitar o estresse do animal. Além disso, recomenda-se a exploração de novas formas de comunicação, visto que estamos limitados à cobertura da rede NB-IoT, como a implementação de comunicação via satélite, bem como a inclusão de armazenamento local, devido

à possibilidade de falta de cobertura, para que o equipamento armazene os dados e evite a perda de informações, enviando-os assim que estiver novamente conectado à rede. Outro ponto importante é a redução do consumo de energia, garantindo maior autonomia do dispositivo, sendo uma possibilidade a troca do microcontrolador ESP32 por um STM32L4, pertencente à família L4, conhecida por seu baixo consumo de energia. Por fim, recomenda-se a implementação de um sistema de recuperação da coleira, evitando o estresse do animal e garantindo sua segurança.

OS AUTORES

Carlos Roberto Silveira Junior

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas IV
carlos.junior@ifg.edu.br

Isaias Guedes de Araújo

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação – Pibiti
isaias.araujo@academico.ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

CAGNACCI, F.; BOITANI, L.; POWELL, R. A.; BOYCE, M. S. Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 365, n. 1550, p. 2157-2162, 2010.

ESPRESSIF. *ESP32 series: datasheet version 5.2*. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf Acesso em: 14 abr. 2025.

GUPTA, A. UART communication. In: GUPTA, A. *The IoT hacker's handbook: a practical guide to hacking the Internet of things*. Berkeley: Apress, 2019. p. 59-80.

ISO. ISO/IEC 20922:2016 *Information technology – Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Version 3.1.1*. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/69466.html>. Acesso em: 5 abr. 2025.

KAYS, R.; CROFOOT, M. C.; JETZ, W.; WIKELSKY M. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science*, v. 348, n. 6240, p. aaa2478, 2015.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

SIM7020E *NB-IoT HAT*. Disponível em: https://www.waveshare.com/wiki/SIM7020E_NB-IoT_HAT. Acesso em: 14 abr. 2025.

SIMCOM. *SIM7020 hardware simcom.* Disponível em:
https://simcom.ee/documents/SIM7020/SIM7020%20Hardware%20Design_V1.02.pdf. Acesso em:
14 abr. 2025.

TELECO. *Cobertura de redes LPWA – NB-IoT no Brasil.* 2025. Disponível em:
https://www.teleco.com.br/lpwa_cobertura.asp?rel_munNB=2. Acesso em: 14 abr. 2025.

TROVATI, R. G.; BRITO, B. A. Nota sobre deslocamento e área de uso de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) translocado no Cerrado brasileiro. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 4, n. 3, p. 144-149, 2009.

UBLOX. *NEO-M8P u-blox M8 high precision GNSS modules.* Disponível em:
https://br.mouser.com/datasheet/2/1025/NEO_M8P_DataSheet_UBX_15016656-3180728.pdf.
Acesso em: 14 abr. 2025.

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS, LETRAS E ARTES



em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



Inserção de mulheres no currículo de diferentes disciplinas da Educação Básica: impactos da invisibilização

4

Cinthia Evangelista de Souza Lima
Anne Beatriz Dias de Andrade
Herick Soares de Santana

Resumo

Atualmente, tem-se discutido intensamente as questões de gênero na academia, bem como a importância de destacar o protagonismo feminino. Na ciência, temos tido significativos avanços, com mulheres ocupando posições de chefias em laboratórios e instituições, e liderando pesquisas e equipes em diversas áreas, mas esse reflexo ainda não é claro na Educação Básica. Considerando essas questões, este artigo objetiva verificar a inserção de mulheres cientistas no cotidiano curricular de diferentes disciplinas do ensino médio. O público-alvo foram os discentes dos terceiros anos dos cursos de ensino médio Integral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Águas Lindas. O estudo foi realizado por meio de um questionário que visou investigar o conhecimento dos discentes acerca de mulheres cientistas e suas contribuições, bem como

preocupações com a invisibilização da mulher. Ao todo, participaram da pesquisa 25 discentes do terceiro ano do ensino médio, dos quais 54% afirmam que a inserção de mulheres cientistas no currículo ocorre de forma contínua, enquanto 46% afirmam que ocorre de forma pontual. A cientista mais lembrada pelos discentes foi Marie Curie, seguida de Ada Lovelace e de Jackeline Goes. Apesar de reconhecerem várias pesquisadoras, muitos respondentes entendem que a instituição precisa avançar na abordagem da temática. Ainda é importante citar as sugestões que apareceram nas entrevistas para que a temática seja devidamente inserida: realização de projetos, criação de oportunidades, integração sem preconceitos, citação com mais frequência, promoção de discussões, inclusão de histórias e aumento da visibilidade.

Palavras-chave: mulheres na ciência; cientistas; história da ciência; currículo da Educação Básica.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, cada área da Ciência teve momentos marcantes e de grandes saltos, que podem ser evidenciados pelos resultados dos trabalhos de Pitágoras, Newton, Einstein, Darwin, Marx, Platão, Mendel, Freud, etc., que se tornaram marcos temporais para múltiplas áreas do conhecimento. É comum a presença massiva de pesquisadores do gênero masculino em listas que destacam grandes descobertas ou publicações históricas. Quando se faz uma busca rápida em plataformas digitais sobre “cientistas mais

importantes da história”, são raros os nomes femininos! Nesse sentido, alguns questionamentos precisam ser feitos: “Por quê tão poucos nomes femininos?”, “Será que não havia mulheres pesquisadoras?”, “Que dificuldades eram impostas para mulheres que queriam pesquisar?”. As respostas são inúmeras, passando pela condição historicamente imposta à mulher de ser subjugada, de cuidar do lar, dos filhos, de realizar trabalhos domésticos ou mesmo de não ter direitos de voz, políticos e de estudos.

Durante o processo histórico, a mulher foi condicionada a papéis domésticos, por imposição da sociedade patriarcal, em que eram atribuídas as funções de reprodução, casamento e cuidados com a família. A imposição de conceitos morais e religiosos limitava a participação da mulher na sociedade, resultando em uma educação regrada e tardia, além das poucas oportunidades no mercado de trabalho (Alves, 2017). Como consequência, a mulher foi “apagada” de grandes áreas da ciência, principalmente das chamadas áreas duras e exatas, nas quais historicamente a presença de homens é maior (Boffi; Oliveira-Silva, 2021; Tatagiba; Custódio, 2022).

É notável a pouca quantidade de mulheres cientistas na história, devido ao domínio masculino em diversos espaços de discussão, seja de discussões científicas ou políticas (Conceição; Teixeira, 2020). Diversas mulheres cientistas tiveram seus nomes apagados da história, além de terem suas pesquisas subtraídas. Os argumentos para essa invisibilização eram de que as áreas da ciência eram feitas exclusivamente para os homens, devido ao seu princípio da racionalidade. Além disso, as mulheres ainda eram estigmatizadas ou acusadas de não cumprir seus papéis com o lar, cuidando de suas obrigações domésticas (Ibarra; Ramos, 2021).

Ao transpor esse contexto para o século XXI, percebemos que ainda precisamos vencer inúmeras barreiras referentes à invisibilização das mulheres em diferentes áreas da ciência, às diferentes condições de trabalho, de salários e de reconhecimento do trabalho reprodutivo e doméstico como essencial para o funcionamento de nossa sociedade (Cabreira, 2020; Leite, 2023). Na ciência, temos tido significativos avanços, com mulheres ocupando posições de chefias em laboratórios, instituições, liderando pesquisas e equipes em diversas áreas (Carvalho; Casagrande, 2011; Santos, 2024), mas esse reflexo ainda não é claro na Educação Básica, de forma que tanto os livros didáticos, os sites de pesquisa ou mesmo os recursos oferecidos para as instituições não dão visibilidade a uma gama gigantesca de trabalhos liderados por mulheres. A consequência disso é que há uma clara falta de visibilidade e divulgação de importantes pesquisas chefiadas por mulheres, inclusive com invisibilidade nos livros didáticos (Fernandes; Costa, 2024).

Os pesos dos estereótipos relacionados a gênero foram responsáveis por moldar o mundo do trabalho, visto que, desde o início as mulheres eram ligadas a profissões que valorizassem a sensibilidade e cuidado, enquanto, para os homens, eram valorizadas profissões relacionadas ao senso racional e lógico, contribuindo para uma separação de gênero, colocando a mulher em uma posição subalterna relacionada ao homem. Logo, provocando diversos problemas de hierarquização e segregação de gênero, em que a mulher aparece em constante desvantagem (Ibarra; Ramos, 2021). As consequências

dessas questões são inúmeras, causando discrepâncias salariais, preconceitos por parte da sociedade, rejeição de mulheres que são mães e ainda de barreiras dentro da própria casa, que fazem com que a mulher não consiga avançar nos estudos (Teixeira, 2008; Loch; Torres; Costa, 2021; Iwamoto, 2022).

No Brasil, até o início da década de 40, as mulheres continuavam sendo classificadas como o sexo frágil e inferior, mas no decorrer dos anos o histórico de luta e a busca por reconhecimento dos direitos têm garantido a ocupação das mulheres em novos espaços, seja no mundo do trabalho, seja nas Universidades ou em locais que eram dominados exclusivamente por homens (Conceição; Teixeira, 2020). É importante destacar aqui o aumento expressivo de mulheres nas áreas exatas, nas chamadas STEM (do inglês, Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), em cursos de pós-graduação e ocupando posições-chave na academia (Tonini; Araujo, 2019).

Uma questão que precisamos refletir é como está a inserção e visibilidade da mulher nos currículos escolares, principalmente na Educação Básica. Encontramos muitas abordagens apenas na teoria, mas falta praticidade e sugestões de como incluir o estudo feminino na formação dos discentes. É necessário que os currículos abordem o estudo de gênero, a fim de preparar os profissionais da educação para que possam enfrentar atitudes discriminatórias, bem como estar preparados para lidar com os desafios presentes em sala de aula (Duarte; Finco, 2024).

O fato de os educadores não dominarem a problemática de gênero contribui para a continuidade de velhas crenças impregnadas de ideologias desvalorizadas do papel da mulher na “história”, o que se encontra nos currículos ou na forma como esses são apresentados, trazendo uma visão masculina do universo (Whitaker, 1989, p. 96).

Dessa forma, é esperado que os docentes, assim como os discentes, busquem compreender a importância desse estudo para sua evolução pessoal e social, notando a necessidade de um ensino mais equitativo (Fontana; Proença; Batista, 2022).

Considerando essa questão, precisamos encontrar caminhos e formas de inserir os trabalhos femininos no cotidiano escolar e fazer com que essas questões ultrapassem momentos pontuais, datas comemorativas ou iniciativas individuais. A luta é para que essas discussões sejam projetos institucionais e coletivizados. Para isso, entendemos a necessidade de duas ações principais: (i) garantir que essas questões estejam nos currículos dos cursos de formação de professores e nas propostas de formação continuadas e (ii) garantir que a temática esteja nas propostas pedagógicas de cada instituição de ensino. Não é fácil ter essas garantias ou mesmo saber em quais instituições as propostas existem, mas um caminho é entender, pela ótica dos alunos, se a temática tem sido abordada em sala de aula e como têm sido essas experiências. É nesse sentido que esse artigo busca fornecer informações e avançar na compreensão da inserção de pesquisadoras no cotidiano escolar.

Assim, este artigo tem por preocupação principal verificar, pela ótica dos discentes, essa inserção de mulheres cientistas no cotidiano curricular de diferentes disciplinas do ensino médio,

especificamente investigando as seguintes questões: (i) analisar em quais disciplinas da educação básica há maior inserção de mulheres cientistas; (ii) verificar se os discentes têm consciência da importância dessas pesquisadoras para a área estudada e (iii) identificar quais mulheres cientistas os discentes conseguem listar e em quais situações eles tiveram contato com suas pesquisas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Águas Lindas. O município de Águas Lindas de Goiás faz limite com o Distrito Federal, a leste o município faz fronteira com Cocalzinho de Goiás, ao passo que, ao norte e ao sul, os municípios limítrofes são, respectivamente, Padre Bernardo e Santo Antônio do Descoberto. Desde o momento em que foi criada, a evolução demográfica do município de Águas Lindas de Goiás foi consideravelmente alta. No período intercensitário (2000-2010), a população residente cresceu 50,71%, atingindo atualmente mais de 200 mil habitantes. O município apresenta-se em uma situação de expansão territorial desordenada (sem infraestrutura urbana e com apenas 19% de rede de esgoto) e em crescimento demográfico amplo e acelerado. Considerando o censo do IBGE (2023), os dados educacionais de Águas Lindas de Goiás são preocupantes, pois, apesar da taxa de escolarização entre 6 e 14 anos de idade ser superior a 96%, o município possui índices muito baixos no IDEB (posições 210 e 203 de 246 para anos iniciais e finais do ensino fundamental dentro do estado de Goiás).

2.2 PÚBLICO-ALVO

A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo descritivo, quantitativo e comparativo, utilizando questionários que foram aplicados a discentes dos terceiros anos dos três cursos de ensino médio Integral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Águas Lindas. O estudo foi realizado apenas com alunos de 3º ano, pois é a série na qual os discentes acumulam a bagagem de conhecimentos do ensino médio, bem como o momento no qual eles estão amadurecidos a ponto de participar com mais qualidade da pesquisa.

2.3 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa, via Plataforma Brasil: CAAE: 77782124.0.0000.8082, tendo iniciado somente após a aprovação. Todos os participantes

assinaram e entregaram os Termos de Consentimento, bem como autorização dos responsáveis para os menores de idade.

2.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário com questões abertas, conforme descrito abaixo, disponibilizado de forma impressa aos discentes durante o horário de aulas. Destaca-se que não havia perguntas obrigatórias e que os participantes não puderam dialogar entre si enquanto respondiam o questionário. Seguem as perguntas realizadas:

1. Idade
2. Raça/cor
3. Identidade de gênero
4. Orientação sexual
5. Curso
6. Você acha importante a valorização dos estudos de mulheres cientistas? Por quê?
7. Quais mulheres cientistas você consegue citar?
8. Você consegue citar um trabalho importante realizado por uma mulher cientista?
9. Em quais disciplinas você mais teve acesso ao estudo de mulheres cientistas?
10. Esse acesso foi pontual (sendo tratado apenas em datas comemorativas) ou contínuo?
11. Como você enxerga o papel das mulheres na ciência?
12. Como você acha que as instituições de ensino podem melhorar a inserção de mulheres cientistas no currículo?
13. Você acha que atualmente a sua instituição de ensino tem desempenhado um bom papel em apresentar o estudo e trabalho de mulheres nas diferentes disciplinas? Por que?
14. Você acha que mostrar o trabalho de mulheres cientistas nas escolas encoraja outras mulheres/meninas a seguir na área da ciência?
15. Quais os principais desafios que você acredita que são enfrentados pelas mulheres na carreira acadêmica e/ou científica?
16. Você gostaria de fazer algum comentário adicional que possa colaborar com a pesquisa?

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Os questionários foram aplicados presencialmente, durante o horário das aulas de biologia. Os discentes não tiveram um tempo mínimo para responder, de forma que o tempo de resposta variou entre 15 e 25 minutos. Após a aplicação, os dados foram tabulados em planilhas, nas quais todas as respostas foram integralmente digitalizadas. Destaca-se que, conforme explicitado ao Comitê de Ética, não havia obrigatoriedade em responder todas as questões e que a última questão se referia a comentários adicionais, sendo respondida por 10 participantes. Após a tabulação, os dados foram analisados utilizando estatística descritiva e gráficos. Ainda, foram construídas duas nuvens de palavras com as respostas referentes à importância das mulheres da ciência, bem como

os principais desafios enfrentados, a fim de visualizar de forma didática a visão dos participantes com relação a essas temáticas. As nuvens de palavras foram construídas por meio do software R (R Core Team, 2022), utilizando os pacotes wordcloud (Fellows, 2018) e wordcloud2 (Lang; Chien, 2018).

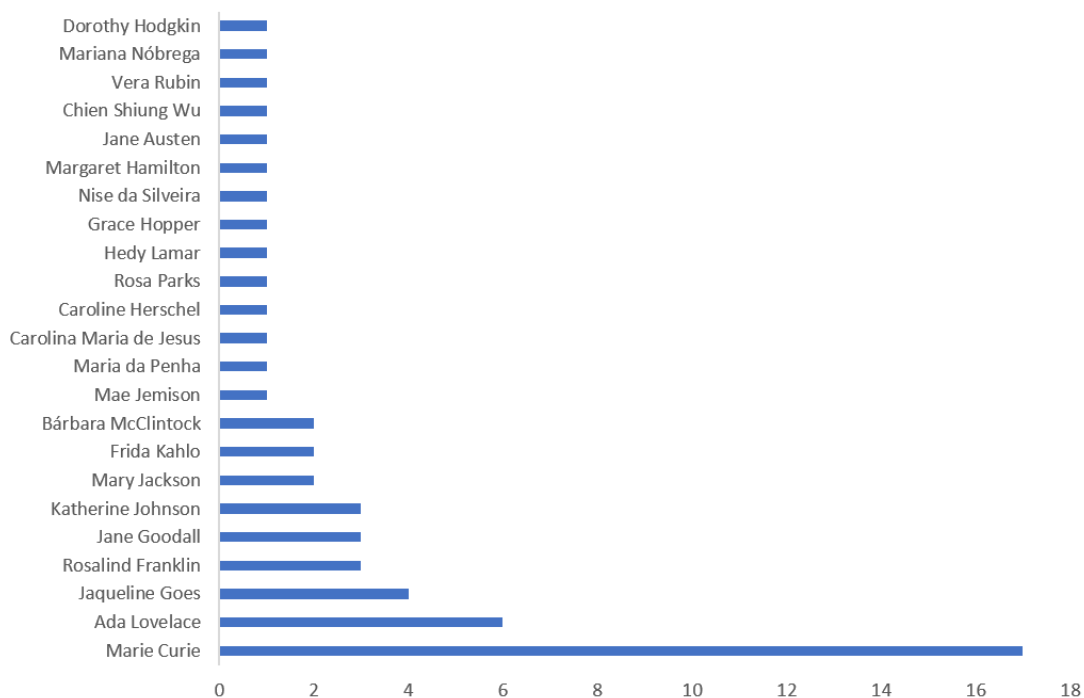
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, participaram da pesquisa 25 discentes do terceiro ano do ensino médio, sendo que 76% foram do curso de Análises Clínicas, 20% do curso de Meio Ambiente e 4% do curso Vigilância em Saúde. Considerando a questão sobre a raça/cor e a identidade de gênero, 72% se identificaram como negro ou pardo e 28% como branca, enquanto 64% das participantes foram mulheres cisgênero e 36% homens cisgênero. Considerando a taxa de respostas, apenas um discente deixou de responder à questão 7 e outro à questão 10.

Em relação à continuidade de entrada da temática “Mulheres na Ciência” no currículo escolar, 54% afirma que ocorre de forma contínua, enquanto 46% afirma que ocorre de forma pontual. A cientista mais lembrada pelos discentes foi Marie Curie (17 vezes), seguida da Ada Lovelace (6 vezes) e da Jackeline Goes (4 vezes) (Gráfico 1).

GRÁFICO 1

Cientistas que foram lembradas pelos entrevistados de terem sido estudadas ou citadas em sala de aula

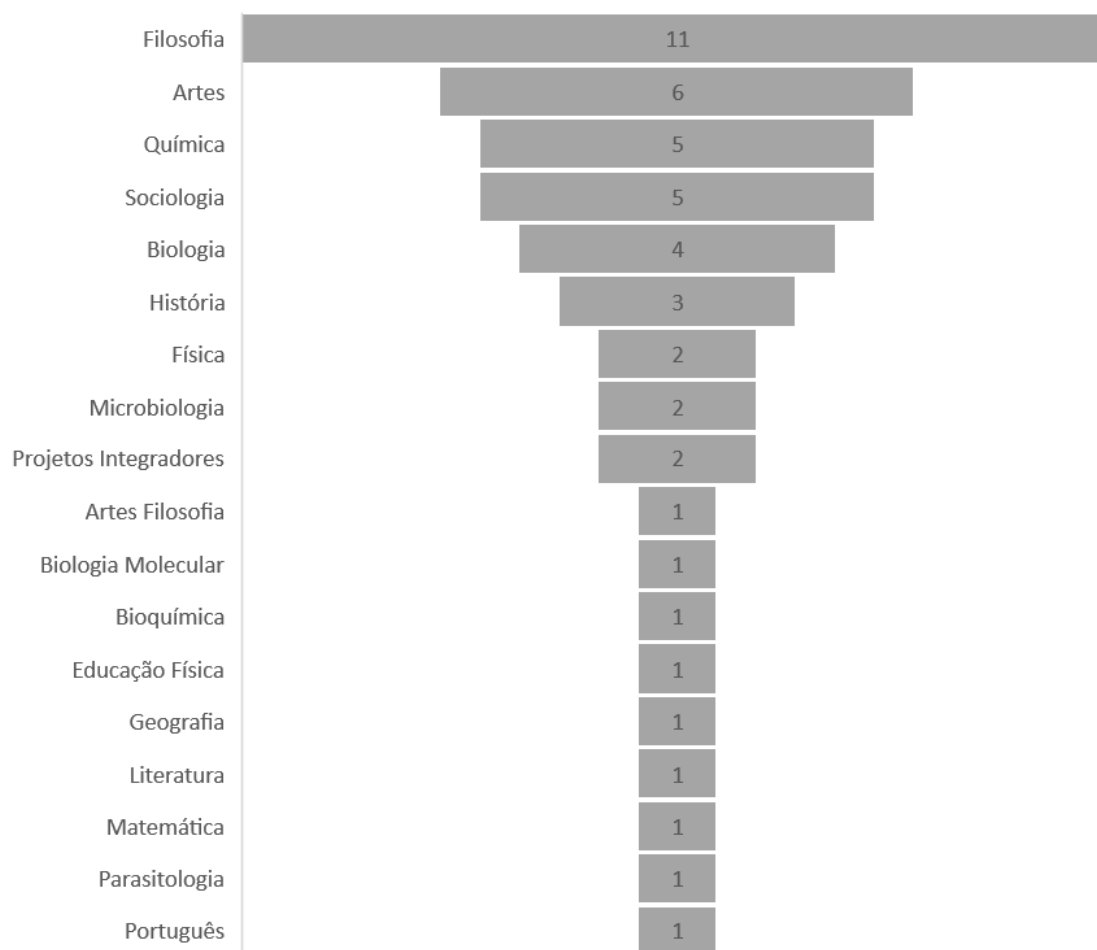


Fonte: Elaboração própria (2024).

A disciplina mais citada com relação à temática foi Filosofia, seguida de Artes, Química, Sociologia e Biologia (Gráfico 2).

GRÁFICO 2

Disciplinas nas quais os discentes citaram ter estudado mulheres cientistas



Fonte: Elaboração própria (2024).

Quando os entrevistados foram questionados sobre a valorização dos estudos de mulheres cientistas, ficou evidente que a maioria tem uma clara percepção de que ainda temos muitos desafios a vencer. As respostas demonstram que os(as) discentes entendem que a situação atual é resultado de um processo histórico de apagamento e que são necessárias ações para valorizar os estudos das mulheres cientistas. As falas a seguir resumem de forma bastante completa a opinião dos(as) entrevistados(as):

"A valorização dos estudos de mulheres cientistas é fundamental para inspirar novas gerações, promover a equidade de gênero e enriquecer a pesquisa com diversas perspectivas."

"Sim, é preciso trazer à memória a importância da mulher na ciência e inspirar a nova geração de mulheres cientistas."

“Sim, por mais dura que seja, a verdade é que ainda estamos em uma sociedade extremamente machista, que desvaloriza feitos científicos feitos por mulheres.”

“Sim, tendo em vista o apagamento dos nomes das mulheres na história da ciência, é extremamente importante dar o devido reconhecimento às mulheres cientistas.”

“É extremamente importante valorizar os estudos científicos das mulheres para inspirar as futuras gerações, trazer novas perspectivas, promover a equidade de gênero e reconhecer conquistas frequentemente ignoradas.”

“Sim, pois as mulheres por muitas vezes na sociedade foram invisibilizadas, tiveram seus trabalhos apagados, eram colocados nomes masculinos para disfarçar o fato de que eram mulheres que tinham escrito.”

“Sim. No contexto histórico da nossa sociedade, nós mulheres somos altamente excluídas e diminuídas na ciência, a quebra deste tabu, além de inspirar meninas e promover a equidade de gênero, também proporciona um maior desempenho e impacto social e científico.”

Complementarmente à questão anterior, os(as) entrevistados(as) tiveram a oportunidade de citar trabalhos realizados/desenvolvidos por mulheres cientistas. Cinco discentes não conseguiram ou não lembraram de nenhum trabalho. O restante dos discentes citou as seguintes contribuições nas quais mulheres tiveram um papel protagonista: descoberta da radioatividade (incluindo a descoberta dos elementos Polônio e Rádio), estrutura do DNA, exploração espacial, engenharia aeroespacial e aplicações da computação na NASA, mapeamento do genoma do vírus causador da COVID-19, desenvolvimento do primeiro algoritmo e primeiro registro de um buraco negro.

A fim de sistematizar a opinião das(os) entrevistados sobre o papel das mulheres na ciência, foram retiradas as palavras-chave de cada resposta a fim de criar uma nuvem de palavras (Figura 1). As palavras que mais apareceram foram: importante, fundamental, revolucionário, contribuição, necessário e essencial.

FIGURA 1

Nuvem de palavras que resume a importância das mulheres na ciência, a partir das respostas dos questionários

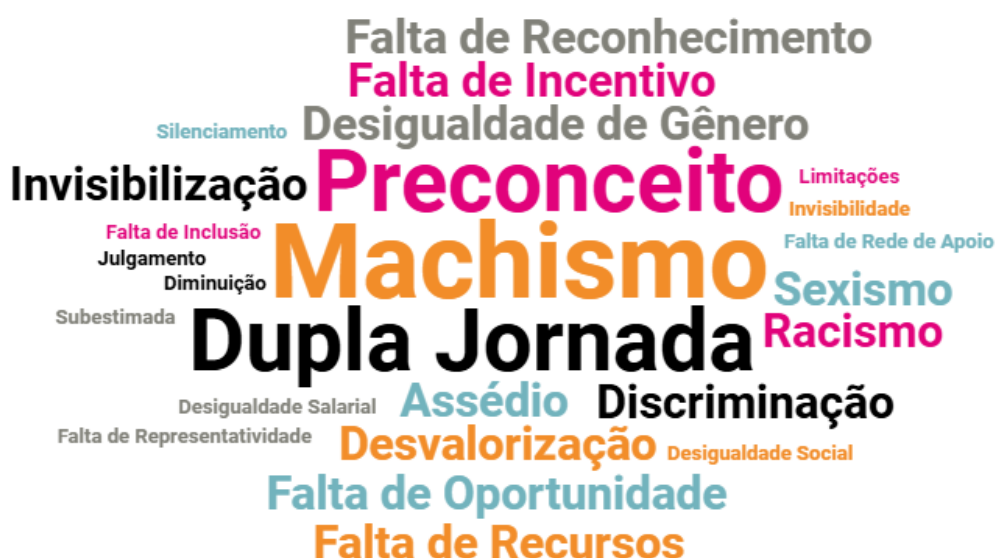


Fonte: Elaboração própria (2024).

A mesma estratégia de construção de nuvens de palavras foi realizada com relação aos desafios enfrentados pelas mulheres, de forma que as palavras que se destacaram foram: preconceito, machismo, dupla jornada, falta de reconhecimento, desigualdade de gênero, falta de incentivo, discriminação, assédio, desvalorização, falta de recursos e oportunidade (Figura 2).

FIGURA 2

Nuvem de palavras que resume os desafios enfrentados por mulheres cientistas, a partir das respostas dos questionários



Fonte: Elaboração própria (2024).

Apesar de reconhecerem várias pesquisadoras, bem como as disciplinas, muitos respondentes entendem que a instituição precisa avançar na abordagem da temática. Por exemplo, um(a) entrevistado(a) afirma: “Não tanto, porque embora tenha algumas matérias que tenham contribuições das mulheres na ciência esses assuntos não são muito citados, são mais citados em eventos, datas comemorativas e etc.”, já outra “Acho que poderia ser melhor, atualmente há mais mulheres atuando como cientistas até mesmo no Brasil, sendo mais fácil de citá-las em sala, mas mesmo assim não são citadas. Ainda é importante citar as sugestões que apareceram nas entrevistas para que a temática seja devidamente inserida: realização de projetos, criação de oportunidades, integrar sem preconceitos, citar com mais frequência, promoção de discussões, inclusão de histórias, aumento da visibilidade e mais exposição das temáticas nos eventos.

4 DISCUSSÃO

A compreensão de como alunos da fase final da Educação Básica enxergam a inserção, o papel e a representatividade da mulher nas diversas áreas da ciência é complexa. Neste trabalho, foi realizado um pequeno recorte que representa a proximidade da temática com o cotidiano dos discentes, seja diretamente nas aulas, seja nas outras facetas do currículo escolar. Considerando a bagagem que um discente do 3º ano do ensino médio possui, seria esperado que esse discente pudesse relacionar pesquisadoras às suas pesquisas, bem como tecer relações sobre o quanto a invisibilização histórica da mulher traz prejuízos à sociedade como um todo (Lima; Soares, 2022). Contudo, a forma e o contexto nos quais os currículos, as concepções pedagógicas e as formações docentes se constituíram, somados à misoginia e segregação existentes na sociedade, justificam a dificuldade dos discentes em tecer tais relações.

Para que qualquer temática seja efetivamente trabalhada ou discutida dentro de um contexto escolar, é necessário que haja um planejamento adequado, com metas, objetivos e clareza nas metodologias utilizadas. Isso significa que temáticas densas, como a discussão de gênero na ciência, não podem ser trabalhadas apenas de forma pontual ou em datas comemorativas, uma vez que possuem discussões amplas que percorrem várias camadas da sociedade. Durante as entrevistas, 46% dos discentes afirmaram que esta temática é trabalhada de forma pontual no currículo, não havendo continuidade ou mesmo aprofundamento nas discussões. Essa resposta pode ser reflexo de várias questões, como a falta de inserção da temática no planejamento escolar, lacunas no currículo ao discutir a temática e até dificuldade dos docentes em discutir tais temas. Aqui, novamente justifica-se a importância de uma base sólida de conhecimentos, bem como de aperfeiçoamento por parte dos profissionais para trabalhar questões de gênero. Nesse sentido, a dificuldade é ainda maior devido à sensibilidade do tema, pois toca em questões de invisibilidade histórica, assédio, falta de reconhecimento, negação e diminuição do papel feminino na ciência, empoderamento feminino e luta por isonomia em todos os espaços da sociedade (Tassini *et al.*, 2022; Silva, 2024).

Nesse sentido, cabe discutir o quanto as escolas, a comunidade escolar, professores(as), equipe técnica e gestores estão preparados(as) para adentrar na temática de forma adequada. A necessidade de inserir tais questões na formação inicial e continuada dos atores da comunidade escolar se faz necessária (Fortunato; Porto, 2022; Guarany; Cardoso, 2022; Duarte; Finco, 2024), pois profissionais preparados possuem mais segurança em trabalhar temas sensíveis, bem como possuem mais condições de pensar metodologias adequadas para cada etapa da educação escolar. Assim, ao apontar os profissionais da educação como fundamentais para atacar o viés de gênero na

ciência, faz-se necessário aprofundar na importância da formação continuada a fim de que esses profissionais possam adquirir conhecimento suficiente para abordar essas temáticas no contexto escolar (Bento *et al.*, 2023; Coutinho; Rotta, 2023).

Outro ponto relevante é como as unidades escolares pensam seu currículo, ou mesmo o currículo oculto (Araujo, 2018). Garantir, durante o planejamento escolar, que a discussão de gênero na Ciência esteja entremeada no currículo é romper com as amarras históricas da invisibilização, é valorizar os trabalhos de milhares de mulheres, constituindo um passo essencial a fim de que as novas gerações sejam empoderadas para atuar de forma justa e tenham condições de conquistar espaços que outrora lhes foram negados não por incapacidade, mas pelo simples fato de ser mulher.

As disciplinas mais citadas com relação à temática foram Filosofia, Artes, Química, Sociologia e Biologia, refletindo inclusive na pesquisadora mais lembrada pelos discentes, Marie Curie. O gráfico 2 traz uma preocupação importante que dialoga diretamente com o currículo escolar, visto que a discussão de gênero na Ciência não é responsabilidade de uma área específica, mas um tema transversal, com discussões abertas a qualquer área do conhecimento e com impactos diretos na forma como a sociedade visualiza o papel feminino na história da ciência e produção de conhecimentos. Aqui, novamente aparece a importância da formação continuada e do devido preparo dos(as) docentes de todas as áreas do conhecimento, pois não existe absolutamente nenhuma área em que não seja possível abrir discussões sobre a inserção de mulheres na ciência. Ainda, discutir a temática não implica em deixar de ministrar conteúdos essenciais, ou mesmo ministrar aulas extras, estender o currículo, etc., significa que ao ministrar os conteúdos ou mesmo discutir a produção do conhecimento, sejam feitas as devidas considerações tanto históricas quanto atuais sobre a participação feminina, levando experiências e práticas para dentro de sala de aula (Santana; Walczak; Silva, 2021). Destaca-se também que os livros didáticos ou materiais didáticos necessitam ser repensados a fim de representar melhor as questões aqui postas (Fernandes; Costa, 2024), deixando de perpetuar os estereótipos historicamente postos.

Apesar das dificuldades relatadas acima, a maioria dos discentes que participou da pesquisa reconhece os desafios impostos às mulheres, bem como a importância de se dialogar mais sobre o assunto, dando visibilidade, encorajando as futuras gerações e reparando as injustiças históricas. Tal reconhecimento aparece nas respostas dos(as) discentes que fazem apelos por mais eventos, por isonomia, por reconhecimento às mulheres, bem como a importância de nomear tantas pessoas que foram silenciadas e invisibilizadas.

Esses mesmos discentes possuem uma visão extremamente ampla dos desafios enfrentados pelas mulheres ao longo da história e atualmente, fato comprovado na nuvem de palavras exposta na imagem 4, na qual pode-se destacar os termos machismo, preconceito, dupla jornada, sexismo,

racismo, assédio, desvalorização, falta de reconhecimento e incentivo, dentre outros. Esse conjunto de palavras reflete as injustiças diárias sofridas pelas mulheres, bem como as diferentes barreiras e camadas da sociedade que precisam ser acessadas para que as mesmas consigam estar em condições de igualdade na sociedade. Tais desafios e barreiras são amplamente documentados na literatura (Lima; Soares, 2022; Tassini *et al.*, 2022; Barros; Alves, 2023; Virgínio *et al.*, 2024), tanto em forma de denúncias, como propostas para repensarmos o modelo de sociedade que queremos e que ensinamos ou perpetuamos em sala de aula.

5 CONCLUSÃO

Ao analisar os dados apresentados na pesquisa, vemos uma dualidade importante no ensino sobre mulheres cientistas. Por um lado, observa-se que um grupo de estudantes reporta acesso ao estudo contínuo de mulheres cientistas em várias disciplinas, sendo elas das áreas de humanas, biológicas e exatas. Os estudantes demonstram a capacidade de citar nomes e feitos dessas cientistas, concluindo, portanto, que o currículo acadêmico pode estar promovendo uma maior visibilidade para as cientistas, o que é um ponto positivo. Por outro lado, existe uma falta de conhecimento em uma parcela considerável dos estudantes, destacando uma falha no sistema educacional, muitos alunos não conseguem mencionar nenhum nome e afirma que essas mulheres não são mencionadas durante as aulas e em nenhuma disciplina. Vemos que existe uma ausência de referências às mulheres cientistas ao longo do ano, limitando sua menção apenas em datas comemorativas relacionadas ao gênero feminino, demonstrando que esse aprendizado é apenas pontual.

Tal disparidade revela uma urgente necessidade de uma abordagem curricular mais inclusiva, não apenas celebrando as conquistas femininas em momentos específicos, mas que esteja presente de forma mais constante nas aulas, enriquecendo o conhecimento dos alunos e desafiando estereótipos de gênero na ciência. É necessária uma educação que valorize a igualdade e a contribuição de todos os gêneros, assim promovendo um ambiente mais equitativo e representativo.

A ausência de menção a determinadas cientistas por parte dos discentes não implica, necessariamente, a não abordagem do conteúdo em sala de aula ou o desconhecimento dos docentes sobre tais autoras. É crucial considerar que a materialização do currículo escolar é um processo complexo, permeado por escolhas pedagógicas, desafios didáticos, barreiras estruturais e condições de trabalho docente. Dessa forma, a sub-representação de outras pesquisadoras nas respostas dos discentes pode estar associada a um ou mais desses fatores, o que demanda que a análise dos dados seja conduzida à luz do contexto específico em que a pesquisa foi realizada.

Finalmente, garantir uma participação que seja igualitária nos diferentes espaços, inclusive no contexto escolar, possui um significado profundo que está vinculado a compreender a realidade feminina a partir de leituras e vivências femininas, bem como incluir pontos de vista e horizontes de discussão que foram silenciados ao longo da história, impedindo que tantas mulheres pudessem expor suas pesquisas e afastando as atuais gerações que áreas que eram ditas masculinas. Entende-se que o aumento da presença feminina incorre em decisões colaborativas, coletivas, trabalhos inclusivos, bem como aumento da criatividade.

OS AUTORES

Cinthia Evangelista de Souza Lima

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/ Técnico Integrado em Meio Ambiente – Pibic-EM
limacinthia007@gmail.com

Anne Beatriz Dias de Andrade

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Técnico Integrado em Análises Clínicas – Pibic-EM
dias.b@academico.ifg.edu.br

Herick Soares de Santana

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Departamento de Áreas Acadêmicas
herick.santana@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ALVES, D. M. A mulher na ciência: desafios e perspectivas. *Criar Educação – Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação – UNESCO*, v. 6, n. 2, 2017.

ARAUJO, V. P. C. O conceito de currículo oculto e a formação docente. *Revista de Estudos Aplicados em Educação*, v. 3, n. 6, p. 29-39, 2018.

BARROS, A. S. X.; ALVES, T. P. A participação das mulheres em posições de destaques a carreira científica. *Revista Cadernos de Educação*, n. 67, p. 1-23, 2023.

BENTO, A. S.; SOARES, A. C.; PASTORIZA, B. S.; SANGIOGO, F. A. Do silêncio à discussão sobre gênero em um espaço de formação continuada de docentes de ciências e matemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 28, n. 1, p. 190-212, 2023.

BOFFI, L. C.; OLIVEIRA-SILVA, L. C. Enfrentando as estatísticas: estratégias para permanência de mulheres em STEM. *Revista Interinstitucional de Psicologia*, v. 14, n. 5, 2021.

CABREIRA, P. P. Trabalho doméstico e reprodutivo na esfera capitalista: mulheres, exploração e segregação social. *Revista Historiar*, v. 12, n. 22, p. 1-18, 2020.

CARVALHO, M. G.; CASAGRANDE, L. S. Mulheres e ciência: desafios e conquistas. *Revista Inter. Interdisc. INTERthesis*, v. 8, n. 2, p. 20-35, 2011.

CONCEIÇÃO, J. M.; TEIXEIRA, M. R. F. A produção científica sobre as mulheres na ciência brasileira. *Editora Unijuí*, v. 35, n. 112, p. 280-299, 2020.

COUTINHO, M. B. D.; ROTTA, J. C. G. Relação de gênero e formação de professores de ciências no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 14., 2023, Caldas Novas. *Anais [...]*. Campina Grande: Realize, 2023. p. 1-12.

DUARTE, A. R.; FINCO, D. Desafios da inserção de gênero na formação inicial a partir das experiências de professoras acadêmicas feministas. *Mediações*, v. 29, n. 2, p. 1-20, 2024.

FELLOWS, I. *Wordcloud: Word Clouds_*: R package version 2.6. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>. Acesso em: 11 set. 2024.

FERNANDES, H. L.; COSTA, A. F. Mulheres cientistas nos livros didáticos de ciências do Brasil no século XXI. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 24, p. 1-26, 2024.

FONTANA, M.; PROENÇA, A. O.; BATISTA, I. L. Mulheres na ciência: discussões de planos de aula elaborados por docentes em Ciências Biológicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7., 2021, João Pessoa. *Anais [...]*. Campina Grande: Realize, 2021.

FORTUNATO, I.; PORTO, M. R. S. Gênero e formação docente: uma revisão (as)istemática da literatura. *Temas em Educação e Saúde*, v. 18, n. 0, p. 1-14, 2022.

GUARANY, A. L. A.; CARDOSO, L. R. Formação de professores, gênero e sexualidade na produção acadêmica brasileira. *Acta Scientiarum Education*, v. 44, p. 1-13, 2022.

IBARRA, A. C. R.; RAMOS, N. B.; OLIVEIRA, M. Z. Desafios das mulheres na carreira científica no Brasil: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, v. 22, n. 1, p. 17-28, 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Águas Lindas de Goiás: panorama*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aguas-lindas-de-goias/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2025.

IWAMOTO, H. M. Mulheres nas STEM: um estudo brasileiro no *Diário Oficial da União*. *Caderno de Pesquisa*, v. 52, n. e09301, 2022.

LANG, D.; CHIEN, G. *Wordcloud2: Create Word Cloud by 'htmlwidget'*: R package version 0.2.1. 2018. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud2>. Acesso em: 11 set. 2024.

LEITE, M. O trabalho de cuidado e a reprodução social: entre o amor, o abuso e a precariedade. *Contemporânea*, v. 13, n. 1, p. 11-32, 2023.

LIMA, A. L. P.; SOARES, M. H. F. B. E a parte da história que não é contada? Reflexões feministas sobre a história da ciência. *Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 10, n. 3, p. 1-22, 2022.

LOCH, R. M. B.; TORRES, K. B. V.; COSTA, C. R. Mulher, esposa e mãe na ciência e tecnologia. *Revista Estudos Feministas*, v. 29, n. 1, e61470, 2022.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 11 set. 2024.

SANTANA, E. B.; WALCZAK, A. T.; SILVA, F. F. Mulheres cientistas: um varal de histórias e protagonismos. *Revista Diversidade e Educação*, v. 9, n. 2, p. 757-771, 2021.

SANTOS, A. C. N. N. Mulheres na liderança e inovação: rompendo barreiras e construindo futuros. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 12, p. 1-14, 2024.

SILVA, A. N. S. Mulheres na Ciência: desafios, avanços e perspectivas. In: CHAGAS, A. C. C. S.; MOREIRA, A. L. P.; TORRES, C. I. O.; ARAÚJO, J. F.; ROCHA, L. H. S.; SILVA, M. J. C.; COSTA, T. P. P. *A questão do gênero no fazer ciência: palavras de jovens mulheres cientistas*. Atena Editora, Ponta Grossa, PR, p. 11-15, 2024.

TASSINI, S. C. V.; ADAMI, L. N. G.; SIMIONATO, N. M.; ANDERSEN, M. L. Descobrimos nossas cientistas: desafios da carreira. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Brasília, v. 18, n. especial, p. 1-29, 2022.

TATAGIBA, L. F.; CUSTÓDIO, S. Cientistas Brasileiras em Movimento. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 38, n. 7, 2022.

TEIXEIRA, M. O. Desigualdades salariais entre homens e mulheres a partir de uma abordagem de economistas femininas. *Revista Gênero*, v. 9, n. 1, p. 31-45, 2008.

TONINI, A. M.; ARAÚJO, M. T. A participação das mulheres nas áreas de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 38, n. 3, p. 118-125, 2019.

VIRGÍNIO, F.; ALMEIDA, L. R.; ANDRADE, G. R.; ARAÚJO, O. G. S.; CARVALHO, M. M.; DIAS-SILVA, F.; DIELE-VIEGAS, L.; FREITAS, C. G.; OLIVEIRA, E. C.; PAREJA-MEJÍA, D.; PRASERES, V. S. S.; SANTANA, P. C.; SLOBODIAN, V.; SOUSA, M. E. Mulheres na ciência: uma intersecção de vivências. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 26, p. 1-16, 2024.

WHITAKER, D. *Mulher e Homem: o mito da desigualdade*. São Paulo: Moderna, 1989.

Adaptações de experimentos com materiais de baixo custo para aulas de química no ensino médio

5

Carlos Rangel Neves Otto
Sophia Silva Galvão

Resumo

A aprendizagem de Química no ensino médio pode ser desafiadora, considerando a necessidade de abstração para compreender conteúdos mais complexos e o distanciamento dos temas tratados em sala de aula da realidade dos estudantes. Nessa perspectiva, a metodologia de ensino tradicional cria lacunas no processo de aprendizagem, o que evidencia a necessidade de abordagens alternativas. Dessa forma, a experimentação surge como um recurso pedagógico eficaz; entretanto, a falta de infraestrutura na maioria das escolas brasileiras torna necessária a adaptação desses experimentos, garantindo seu acesso democrático. Com esse objetivo, este trabalho desenvolveu três adaptações de experimentos utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Foram analisados os temas abordados

no ensino médio e os experimentos que os ilustram, selecionando os seguintes tópicos: funções inorgânicas e indicadores de potencial hidrogeniônico (pH); separação de misturas e cromatografia, e reações químicas e oxidação. Os experimentos convencionais foram inicialmente testados em laboratório e, em seguida, foram formuladas adaptações, respectivamente, para indicadores de pH com antocianinas, cromatografia em papel e oxidação com água sanitária. Essas versões foram comparadas com os experimentos tradicionais, a fim de analisar possíveis perdas conceituais ou outras limitações. Por fim, os resultados foram apresentados a estudantes do primeiro ano do ensino médio, para avaliar o engajamento e a compreensão dos alunos.

Palavras-chave: Química; adaptações; experimentos; educação.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *Educação brasileira em 2022 – a voz de adolescentes*, produzido pelo Unicef, dois milhões de crianças e adolescentes entre 11 e 19 anos não frequentam a escola no Brasil. Os dados indicam que o segundo, quinto e oitavo motivos mais recorrentes para a evasão escolar são, respectivamente: “por não conseguir acompanhar as explicações ou atividades passadas pelos professores” (30%), “porque sente que a escola é desinteressante” (27%) e “porque sente que a escola é pouco útil” (18%).

Esses números evidenciam as lacunas na formação dos estudantes brasileiros, inclusive no ensino médio. As dificuldades decorrem, em grande parte, da forma como os conteúdos são abordados em sala de aula e da precariedade da infraestrutura das escolas públicas. Ambos os fatores, em conjunto, tornam necessária uma reavaliação da educação, especialmente no ensino de Ciências e, mais especificamente, no ensino de Química, que exige um alto nível de abstração para a compreensão de temas complexos.

Apesar desses desafios, a metodologia predominante nas escolas brasileiras continua sendo tradicionalista, baseada principalmente no uso de livros e textos sem demonstrações práticas. Esse método tende a dificultar ainda mais a aprendizagem, como apontado por Araújo *et al.* (2016, p. 35).

Estudos científicos apontam que o Ensino em Química, na sua grande maioria, é tradicionalista concentrando-se na repetição de nomes, fórmulas e cálculos, o que gera no aluno desconcentração e falta de motivação, levando-os a questionar o porquê de estar estudando determinados conteúdos (Araújo *et al.*, 2016, p. 35).

A utilização desse modelo de ensino pode afastar o aluno do conhecimento, fazendo com que ele perceba os conteúdos como algo dissociado de sua realidade cotidiana. Essa problemática, da falta de absorção real dos tópicos estudados, é abordada por Quadros *et al.* (2011, p. 171): “Muito já se disse sobre o trabalho do professor e o quanto ele se resume à transferência de conhecimento do livro didático para o caderno do aluno. Nesse caso, o conhecimento não passaria pela cabeça do professor nem do aluno.”

Tendo em vista, também, que a educação tem um papel social e é importante por proporcionar melhor qualidade de vida aos estudantes, além de uma gama de oportunidades, até mesmo financeiras, seria benéfico uma maior acessibilidade e compreensibilidade, para que possa cumprir com seu papel – e não o de uma forma tradicionalista baseada na memorização e na cópia de conceitos, como abordado por Lutfi (2005, p. 63):

Muitas vezes nos perguntam se não seria suficiente para aprender química aquela prática que apresenta o conhecimento já organizado, em forma de blocos ou módulos, numa complexidade crescente, com ênfase nas regras de nomenclatura, na fixação de fórmulas pela resolução de exercícios numéricos e na memorização de alguns conceitos. A química assim ensinada cumpre a função que é exigida da escola em uma sociedade de classes: legitimar as desigualdades sociais, através do desempenho escolar diferenciado.

Essa visão de que o assunto estudado é desnecessário, que só deve ser aprendido para alguma atividade avaliativa e depois não terá mais utilidade, prejudica um processo mais coeso de aprendizagem. Portanto, existem duas problemáticas majoritárias para o ensino de Química a nível médio: a abordagem tradicionalista e o afastamento das Ciências.

Quanto ao distanciamento da Ciência, compreende-se que essa questão ocorre, sobretudo, porque os alunos não reconhecem que os conteúdos abordados fazem parte do seu cotidiano. Essa discussão é tratada por Santana *et al.* (2018, p. 11): “Outros pontos negativos apontados pelos professores dizem respeito aos conteúdos: que eles se encontram dissociados da vida cotidiana e que a falta de espaço para as experimentações muitas vezes inibe a associação com a realidade dos alunos.”

Nesse contexto, surge a necessidade de mudanças e a possibilidade da incorporação da experimentação no ensino de Química. Essa metodologia tem sido amplamente defendida por diversos autores, pois se baseia no pressuposto de que aproxima o conhecimento teórico da realidade do estudante, permitindo que ele relacione os conteúdos abordados em sala de aula aos fenômenos do seu dia a dia. A relevância dessa abordagem é destacada por Santos *et al.* (2020, p. 182):

a utilização de estratégias baseadas em atividades práticas/experimentais, no lúdico e na demonstração tem sido uma alternativa didática eficiente para o processo de ensino-aprendizagem, visto que oferecem uma visão prática do que é estudado teoricamente.

O uso de uma metodologia que demonstre e contextualize os conteúdos ministrados é um dos pilares fundamentais para a construção do conhecimento em Ciências como um todo, e também em Química. Ao relacionar os conteúdos abordados com situações do cotidiano, os estudantes conseguem atribuir sentido ao que aprendem, reconhecendo a aplicabilidade da Química em diferentes esferas da vida social, ambiental e tecnológica. Segundo Moreira (2006, p. 4): “Sabemos que a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio”.

Os experimentos têm a capacidade de tornar os conteúdos, antes restritos ao papel e distantes da realidade dos alunos, mais concretos e visuais. Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem se torna mais atrativo, instigante e significativo, promovendo a compreensão efetiva dos conceitos científicos e do modo como os fenômenos ocorrem, conforme abordado por Rego (2011, p. 1).

Os experimentos facilitam a compreensão da natureza da ciência e dos seus conceitos, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não científicas. Além disso, contribuem para despertar o interesse pela ciência (Guimarães, 2009 e SBQ, 2010 *apud* Rego, 2011, p. 1).

Entretanto, a implementação da experimentação no Brasil enfrenta outro obstáculo: a falta de infraestrutura. A porcentagem de escolas que possuem laboratórios de Ciências é baixa; portanto, torna-se difícil realizar experimentos, como discutido por Schneider, Frantz e Alves (2020, p. 4).

Os laboratórios de ciências existem em apenas 19% das escolas brasileiras que ofertam os anos finais do ensino fundamental e o ensino médio (parâmetro definido no PQR utilizado para esse estudo). Esse é o espaço mais ausente nas escolas. Em metade dos estados, no máximo 15% das escolas têm um laboratório de ciências (Schneider; Frantz; Alves, 2020, p. 4).

Analisando esse fator pela visão dos professores, como foi evidenciado por Quadros *et al.* (2011), que entrevistaram professores do ensino médio de escolas públicas do Estado de Minas Gerais. Dentre as informações coletadas, estava “Situações que facilitariam o trabalho dos professores”, e o maior percentual de respostas foi para “Mais infraestrutura”, com 25% dos profissionais da educação entrevistados.

Na perspectiva de que o processo de aprendizagem precisa ser mudado, para que gere um maior engajamento e contextualização, deixando de ser uma simples transferência de dados como ofertada pelo ensino tradicional, como descrito por Rocha e Vasconcelos (2016, p. 1).

Comumente, tal ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano, mesmo a química estando presente na realidade. (Rocha; Vasconcelos, 2016, p.1)

Também, de acordo com Gonçalves e Goi (2021, p. 146), necessita-se da “existência de propostas de ensino que promovam reflexões, tomada de decisões e aprendizagem de conhecimento elaborado”, a experimentação pode ser se tornar uma boa metodologia. Mas, como as escolas têm diversos problemas de infraestrutura, principalmente de laboratórios, surge a proposta de adaptações para essas práticas experimentais.

Essa solução, de usar a experimentação mas com recursos adaptados pode encaixar muito bem na realidade de diversos estudantes como abordado por Silva *et al.* (2024, p.1)

falta de recursos práticos muitas vezes dificulta essa abordagem, especialmente na área da química, onde experimentos interessantes e acessíveis são escassos, tendo em vista que a experimentação, quando inserida com atividades focadas e adaptadas para a realidade do aluno, podem atribuir eficácia dentro do processo de ensino-aprendizagem (Galiazzi; Gonçalves, 2004 *apud* Silva *et al.*, 2024, p. 1).

Levando em conta também a falta de recursos econômicos, as adaptações devem ser feitas com materiais de baixo custo e fácil acesso, como demonstrado por Nunes (2022, p. 9): “Como alternativa, resta o desenvolvimento de atividades em outros espaços, a adaptação dos reagentes em falta para outros materiais de mais fácil acesso”. Um dos aspectos a serem considerados para o uso dos laboratórios é a necessidade de cuidados com a segurança dos usuários devido ao uso de substâncias, materiais e equipamentos que requerem cautela e experiência na sua utilização. Deste modo, o acesso a esses procedimentos experimentais não seria restrito aos laboratórios, mas teria

seu acesso democratizado e ampliado, desde que feitas as devidas adaptações que não representem riscos à segurança.

Ademais, a escolha de insumos que não apresentam riscos físicos para os alunos possibilita que eles mesmos realizem os experimentos e que possam repeti-los em outros ambientes, como em suas casas, tornando-os protagonistas de seu processo de aprendizagem. A importância dessa ação na aprendizagem é tratada por Volkweiss (2019, p. 4): “O protagonismo do estudante é fundamental para a construção do conhecimento durante sua formação.”

A escolha desses materiais também proporciona um ganho secundário, pois, por serem de fácil acesso, estão inseridos na realidade do aluno, de tal forma que aproximam a Química e seus fenômenos do cotidiano, tornando o processo de aprendizagem mais instigante e atuando nos problemas da falta de interesse e da percepção de “falta de utilidade” dos conteúdos.

Bem como a adoção de experimentos com materiais alternativos e de baixo custo também tem uma dimensão social importante, pois promove a equidade no acesso ao ensino de qualidade. Em um país marcado por profundas desigualdades regionais e estruturais, o uso de recursos acessíveis permite que todos os estudantes, independentemente do contexto escolar, possam vivenciar o método científico. Dessa forma, amplia-se a possibilidade de formação científica para populações historicamente excluídas do pleno exercício do direito à educação.

Também, ao permitir que os alunos realizem experimentos práticos – especialmente aqueles com materiais simples – as escolas não estão apenas transmitindo conhecimentos, mas também incentivando o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais profundas, como o pensamento crítico e a criatividade. Essas características tendem a tirar o estudante do papel de usuário da ciência e colocá-lo como responsável pelos processos, agente de mudança e solucionador de problemas.

Desta forma, e analisando os conteúdos de Química que são estudados no ensino médio, foram selecionados três temas que estão presentes nos currículos do primeiro e segundo ano do ensino médio: funções inorgânicas, separação de misturas e reações químicas, bem como experimentos convencionais nos laboratórios que os exemplificassem, para servirem de comparativos para as adaptações.

As funções inorgânicas estudadas no trabalho foram ácido e base, analisadas por meio do potencial hidrogeniônico, levando em conta que substâncias com pH menor que sete são ácidas e, maior que sete, básicas. Este conteúdo, por necessitar de uma abstração para ser entendido, quando dissociado da realidade, gera a necessidade de mostrá-lo por meio da experimentação, como ressaltado por Antunes *et al.* (2009, p. 238): “Dentro desse contexto, a realização de experiências para demonstrar, na prática, o que é o pH pode ser uma maneira para estimular a motivação dos alunos

a aprender tal parte do assunto significativamente”. Algumas formas eficientes de aferir pH em laboratórios são o uso de fitas indicadoras ou pHmetros, instrumentos com um alto nível de precisão.

Para o conteúdo de separações de misturas, foi escolhido o processo de cromatografia, mais precisamente, para a forma convencional, a cromatografia de coluna, que é um processo eficaz para a separação de corantes em fase líquida. Esse processo ocorre pelo comportamento polar ou apolar das moléculas. Paloschi *et al.* (1988, p. 35) ressaltam a importância e as aplicações da cromatografia:

Entre os métodos modernos de análise, a cromatografia ocupa um lugar de destaque devido a sua eficiência para efetuar a separação, a identificação e a quantificação das espécies químicas, isoladamente ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise, como por exemplo a espectrofotometria ou a espectrometria de massas.

Em relação às reações químicas, foi trabalhada a oxidação, com alguns reagentes em laboratório, podemos acelerar esse processo em porções de ferro, a perda de elétrons desses compostos leva ao efeito visual da ferrugem, e demonstra o assunto. A necessidade de uma abordagem visual é exposta por Oliva *et al.* (2020, p. 30), que conceitua a dificuldade dos estudantes de compreender esse conceito e se relacionar com ele.

Os conceitos de oxidação e redução são fonte de diversas dificuldades para os estudantes. Por exemplo, em alguns casos a oxidação está relacionada ao ganho de alguma coisa, e em outros, à perda. Essa oposição ao mesmo processo leva os estudantes a memorizarem regras, distanciando-se da exploração das razões para isso. (Oliva *et al.*, 2020, p. 30)

Com esses experimentos, busca-se, além de demonstrar os conteúdos, engajar os estudantes e integrar a química ao seu cotidiano, pela visualização desses fenômenos. Esse olhar mais atento e mais científico pode ser a base para uma aprendizagem sólida e melhora do desempenho. Baratieri *et al.* (2008, p. 24) realizaram pesquisas de opinião sobre a experimentação no ensino médio com estudantes desse nível e alcançaram respostas satisfatórias. “Nos depoimentos a seguir destacam-se as relações do ver e fazer com o aprender: “Já nas aulas de laboratório não funciona assim, aprendemos, vemos, conhecemos sobre o assunto que está sendo discutido.” – “E vendo e fazendo experimentos, se aprende muito mais fácil.” Sendo esse o resultado esperado.

Portanto, o trabalho tem os objetivos de fomentar a aproximação dos estudantes com a ciência, de modo a integrá-la em seu cotidiano, tornando os conteúdos de Química mais simples e instigantes. Com o intuito de garantir um bom desempenho dos alunos e um engajamento maior nas aulas, busca-se construir uma base de conhecimento mais sólida e coesa.

2 METODOLOGIA

Os experimentos propostos foram realizados nos laboratórios de Química do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Aparecida de Goiânia. Os procedimentos foram divididos em duas etapas: primeiramente, com a realização dos experimentos convencionais já utilizados para o ensino e, posteriormente, com as adaptações correspondentes a cada um dos três conteúdos selecionados.

2.1 FUNÇÕES INORGÂNICAS

Referente às funções inorgânicas, para os experimentos convencionais foram utilizados dois métodos: a fita indicadora de pH e o pHmetro. Esses dois instrumentos conseguem identificar o pH da solução estudada, e o pHmetro ainda tem a precisão de duas casas decimais. As soluções estudadas nesse experimento foram solução tampão de pH 3 e solução tampão de pH 7. Essa classificação de solução se caracteriza por ter um pH praticamente inalterável, como o nosso sangue. Portanto, é muito utilizada no laboratório e serve até mesmo para calibrar os pHmetros pelo seu nível de exatidão.

Para a adaptação, foram estudadas as antocianinas presentes em alguns alimentos de coloração roxa. Quando imersas em soluções ácidas ou básicas, as antocianinas mudam de cor, revelando o caráter da solução. A possibilidade de serem usadas como indicadores naturais de pH é estudada por Guimarães, Alves e Filho (2012 *apud* Arruda, 2019, p. 88): “Essa propriedade de exibirem cores diferentes, dependendo do pH do meio em que estão presentes, torna possível o seu emprego como indicadores naturais de pH em vários estudos”.

Assim, foram escolhidos amora, jabuticaba, uva vitória e repolho roxo. Os métodos de extração foram diferentes. No caso das frutas, primeiramente foram levemente aquecidos 90 ml de álcool 70% e pesadas 30 g de cada uma das frutas. Elas ficaram submersas no álcool e, após 24 horas, foram filtradas com o auxílio de papel-filtro ou filtro de café. Esse indicador foi adicionado a soluções básicas e ácidas, como água com bicarbonato de sódio e vinagre de cozinha. No caso da verdura, o repolho roxo foi macerado com água, sendo um processo mais simples do que para as frutas.

2.2 SEPARAÇÃO DE MISTURAS

No caso da cromatografia, foi escolhida a variação da cromatografia de coluna. Dessa forma, foi necessário o uso de algumas vidrarias e reagentes mais específicos. Primeiramente, foram feitas as soluções dos corantes que seriam separados. Em uma balança analítica, pesaram-se 0,250 g dos corantes alaranjados de metila e azul de metileno, e preparou-se solução no balão volumétrico de

25 ml à base de álcool 96°. Esse processo resultou em concentração de 1% ou aproximadamente $0,03 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Misturaram-se 2 ml de cada uma das soluções, obtendo uma coloração verde, e 1 ml dessa nova solução foi depositado em uma coluna cromatográfica que continha 4 g de sílica gel. O álcool 96° foi o eluente do processo, e assim se realizou a separação.

No caso da adaptação, a coluna cromatográfica foi substituída pelo papel, e os corantes, pela tinta de caneta. O papel-filtro (filtro de café), o papel sulfite e o papel toalha foram cortados em retângulos de 6 cm de altura por 3,5 cm de largura. A uma distância de aproximadamente 1,5 cm da base, foram desenhados três círculos com canetas rosa, vermelha e azul. Esses retângulos foram colocados em copos com aproximadamente um dedo de álcool 46%, 70% e 96%, para realizar a separação dos diferentes corantes presentes na tinta da caneta.

2.3 EVIDÊNCIA DE REAÇÃO QUÍMICA

Por fim, a oxidação em laboratório necessitou de dois tubos de ensaio e sulfato de cobre (CuSO_4). Com uma pipeta Pasteur, foram adicionadas 40 gotas de sulfato nos dois tubos de ensaio. Entretanto, em um deles também foram colocados 4 ml de água destilada, medidos em uma proveta de 5 ml, para que pudessem ser estudados os efeitos da concentração do reagente no processo de oxidação. Uma pequena esfera de palha de aço foi adicionada em cada um dos tubos, e observou-se o processo.

No experimento adaptado, em vez de sulfato de cobre, foi utilizado hipoclorito de sódio (NaOCl), ou seja, água sanitária comum. Repetindo o processo, em um recipiente, depositou-se uma pequena quantidade de água sanitária, um pequeno pedaço de palha de aço com os fios desembaraçados, e observou-se a oxidação.

2.4 ANÁLISES E COMPARAÇÕES

Os experimentos convencionais e adaptados foram comparados de acordo com alguns critérios. O primeiro critério foi se as adaptações realmente exemplificariam os conteúdos selecionados, se haveria alguma perda nesse processo e se ela seria aceitável, e se elas seriam seguras, pois, por estarem fora do ambiente laboratorial, não poderiam exigir cuidados adicionais de segurança, como itens de proteção individual ou coletiva, necessitando não apresentarem nenhum risco para a integridade física de alunos e professores.

Outras variáveis importantes para a análise foram se os experimentos adaptados teriam a mesma eficiência dos convencionais, se aconteceriam na mesma velocidade e alcançariam os resultados esperados. A sazonalidade, principalmente dos materiais como frutas e legumes, também foi considerada, de modo a analisar se os experimentos só poderiam ser realizados em algumas épocas do ano e como aumentar esse tempo, com materiais disponíveis durante todas as estações.

Pelo fato de as adaptações não terem um caráter analítico, esperava-se uma perda de precisão dos métodos, fator que também seria analisado, de modo a identificar se, mesmo menos precisos, seriam pertinentes para ilustrar os conteúdos ou processos químicos estudados.

Nos testes, todos os experimentos foram filmados e fotografados, com o intuito de arquivar e analisar mais minuciosamente todas as suas características, também quais seriam as variações das adaptações mais pertinentes e como elas se comportariam com o passar do tempo. Esses critérios de comparação são demonstrados no Quadro 1.

QUADRO 1

Critérios de comparação entre experimentos convencionais e adaptados

Crítérios de Avaliação	Descrição	Observações nas adaptações
Exemplificação dos conteúdos	Verificar se a adaptação representa corretamente os fenômenos e conceitos selecionados.	Eventuais perdas devem ser avaliadas quanto à relevância para a compreensão.
Segurança	Garantir que o experimento adaptado não ofereça risco físico a alunos e professores, dispensando o uso de equipamentos de proteção coletiva ou individual.	Essencial para execução fora de laboratórios.
Eficiência e velocidade da reação	Comparar se os resultados obtidos e o tempo de execução são equivalentes aos experimentos convencionais.	Diferenças significativas devem ser registradas, para avaliação da necessidade de alterações.
Sazonalidade dos materiais	Identificar se os materiais (frutas e legumes) estão disponíveis o ano todo.	Substituições podem ampliar a possibilidade de aplicação.
Precisão dos métodos	Avaliar perdas de precisão e se estas impactam negativamente a aprendizagem.	Os experimentos adaptados não têm caráter analítico, mas devem ser pertinentes.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Para o fim de observar a interação dos estudantes com as experiências, organizou-se uma demonstração dos experimentos convencionais e adaptados no laboratório de Química. Foi examinado o engajamento, a compreensão dos alunos e se os procedimentos funcionam em um contexto prático.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 FUNÇÕES INORGÂNICAS

No experimento das funções inorgânicas, as fitas indicadoras e o pHmetro demonstraram sua eficiência ao aferir o pH das soluções tampão, principalmente o segundo, pelo seu alto nível de precisão. O processo para utilizá-lo demanda alguns conhecimentos técnicos e cuidados, pois

o eletrodo em sua ponta, parte que realiza a medição, é muito sensível. Ademais, o pHmetro é um instrumento caro e necessita estar constantemente calibrado, o que indica também a necessidade de soluções tamponadas. Esses custos adicionais inviabilizam o acesso de muitos estudantes a esse instrumento.

Por contarem com frutas, os experimentos adaptados estão sujeitos a alguns fatores, como a sazonalidade e a falta de homogeneidade entre os reagentes. Sendo assim, somente a amora e a jabuticaba mostraram-se eficientes para indicar o caráter ácido e básico. A uva não alcançou o mesmo resultado, pois as soluções ácidas deveriam apresentar coloração vermelha e as básicas, coloração azul. Isso só foi possível com o indicador de amora, que demonstrou cores intensas; o de jabuticaba apresentou cores mais pálidas; e, por fim, o indicador de uva não apresentou mudanças consideráveis nas cores.

Por conta da sazonalidade das frutas e do fato de serem indicadores à base de álcool, fator que reduz a gama de soluções nas quais podem ser testadas, o repolho roxo se torna o indicador ideal. Seu processo de extração é mais simples, e a água permite que seja testado em qualquer solução. Desde o primeiro teste, demonstrou eficiência, apresentando uma coloração rosa intensa em soluções ácidas e azul em soluções básicas. Os resultados dos experimentos convencionais e adaptados estão demonstrados na Figura 1.

É importante ressaltar que o uso de repolho roxo é amplamente difundido para o ensino de química e tem seus resultados, principalmente para indicar pH, comprovados por diversos pesquisadores, como abordado por Cunha e Lima (2022, p. 296):

sugestões de atividades e uso dessa planta têm acompanhado os professores de Química (especialmente do Ensino Básico) e pesquisadores na área de Ensino de Química. Aqueles que acompanham a área de Ensino têm presenciado que o “repolho roxo” entrou no Ensino de Química com grande força e se mostra como algo já consolidado para identificação de soluções ácidas e básicas, seja na forma de indicador, seja para a construção de uma escala de pH.

Em relação à comparação entre os custos gerados pelos dois experimentos, desconsiderando-se a infraestrutura laboratorial e considerando apenas o valor de equipamentos como o pHmetro, a fita indicadora e reagentes como as soluções tampão de pH 3 e 7 (na forma convencional), em comparação com os materiais utilizados na adaptação – repolho roxo, vinagre e bicarbonato de sódio – observou-se que o custo da adaptação foi cerca de 80 vezes inferior ao da metodologia tradicional.

FIGURA 1

Aferição do pH em solução tampão pH 3 (A) e indicador de pH repolho roxo em vinagre e bicarbonato de sódio (B)



Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2 SEPARAÇÃO DE MISTURAS

No experimento de cromatografia de coluna, é possível explorar uma ampla gama de conteúdos, como concentração de soluções e o processo de preparo dessas soluções. A atividade envolve o uso de diversas vidrarias, como coluna cromatográfica, pipeta volumétrica, balões volumétricos, entre outras.

Durante o experimento, os corantes alaranjados de metila e azul de metileno foram completamente separados devido à diferença de polaridade entre suas moléculas. O alaranjado de metila, sendo polar, interagiu com o álcool (utilizado como eluente), descendo pela coluna e sendo coletado em um béquer. Por outro lado, o azul de metileno, uma molécula apolar, não apresentou interação significativa com o álcool, permanecendo aderido à sílica em gel presente na coluna.

Na adaptação com papel, os fenômenos de capilaridade, polaridade, adesão e coesão foram os principais responsáveis pela separação. Os microtubos presentes no papel conduziram a subida da tinta, enquanto a coesão entre as moléculas do corante e a adesão ao papel, combinadas à interação das regiões polares dos corantes com o álcool, permitiram a separação. Essa versão adaptada possibilitou o trabalho com um conjunto mais amplo de conceitos físico-químicos.

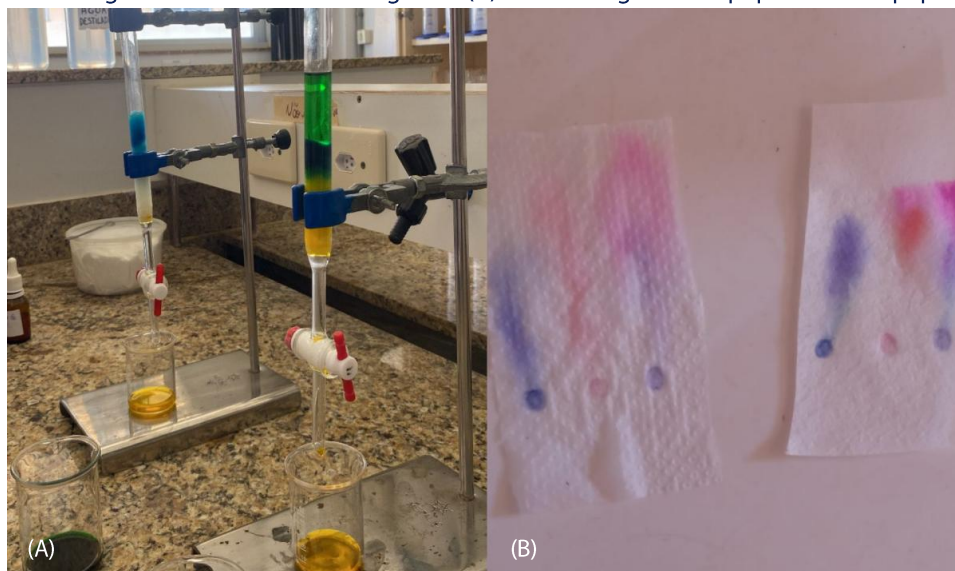
A escolha do tipo de papel mostrou-se determinante para o sucesso da atividade. O papel toalha, por ser excessivamente poroso e fino, absorveu rapidamente o álcool, comprometendo a separação e a visualização dos pigmentos. O papel sulfite, por sua vez, apresentou baixa porosidade e maior espessura, dificultando a migração dos corantes. O papel filtro apresentou um equilíbrio ideal entre porosidade e espessura, proporcionando uma separação visível e eficaz.

Outro fator crítico foi a concentração de etanol no álcool utilizado. O álcool 46%, com maior teor de água, encharcou o papel, prejudicando o processo. Já o álcool 96%, por ser mais volátil, evaporou rapidamente, dificultando a separação completa dos pigmentos. Assim, o álcool 70% revelou-se o mais adequado para a experimentação. Com essa combinação ideal de materiais, foi possível observar que a caneta azul continha pigmentos de tonalidades azul claro e azul escuro; a vermelha, pigmentos alaranjados e rosados; e a rosa, tons de azul, roxo e rosa.

Embora a cromatografia em papel não permita a quantificação dos componentes presentes na mistura – algo possível na cromatografia de coluna –, a visualização da separação torna o processo altamente relevante para fins didáticos. A comparação entre os resultados obtidos com os dois métodos é apresentada na Figura 2.

FIGURA 2

Cromatografia via coluna cromatográfica (A) e cromatografia em papel toalha e papel filtro (B)



Fonte: Elaboração própria (2024).

A adaptação, cromatografia em papel, também tem outras aplicações e pode ser amplamente utilizada para análises químicas e para o ensino de ciências, justamente por seu caráter simples e de baixo custo; suas aplicações são mostradas por Ribeiro e Nunes (2008 *apud* Silva; Oliveira, 2017, p.163).

Existem diferentes modalidades de cromatografia que podem ser classificadas de acordo com o mecanismo de separação envolvido e os diversos tipos de fases utilizadas. Uma dessas modalidades é a cromatografia em papel, que é um método simples para análise de amostras em quantidades pequenas. Pode ser utilizada para a separação e identificação de açúcares, antibióticos hidrossolúveis, aminoácidos, pigmentos e íons metálicos.

Em relação ao investimento financeiro, desconsiderando a infraestrutura do laboratório e o gerenciamento de resíduos – pois, para descartar os corantes utilizados no experimento de laboratório, são necessários cuidados adicionais para não prejudicar o meio ambiente –, e

relacionando somente os reagentes sílica gel e os corantes alaranjado de metila e azul de metileno, em comparação com o álcool 70%, canetas coloridas e papel filtro, entende-se que o experimento convencional é aproximadamente 20 vezes mais caro.

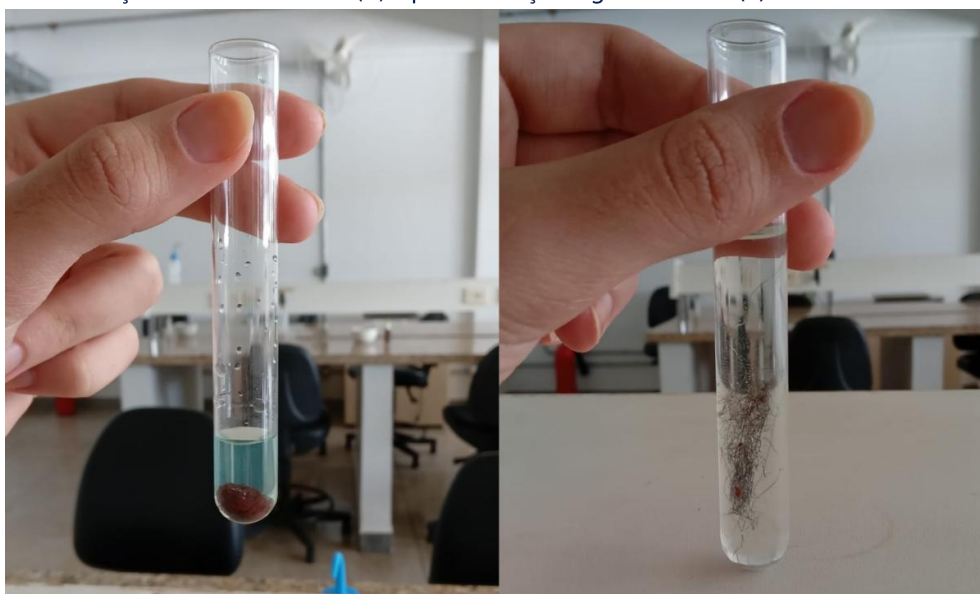
3.3 EVIDÊNCIA DE REAÇÃO QUÍMICA

No experimento convencional de oxidação, foram realizadas duas versões para comparação em termos de eficiência e rapidez: uma versão mais concentrada e outra menos. Observou-se que a solução mais concentrada de sulfato de cobre, ou seja, sem diluição em água, oxidou mais rapidamente a mesma quantidade de palha de aço. Um fator interessante a ser observado foi como a concentração dos reagentes altera o resultado. Houve uma relação gradativa entre a rapidez e a quantidade de ferrugem formada em cada palha de aço. No sulfato de cobre puro a 0,1 M, a reação foi mais rápida e eficiente, seguida pelo sulfato de cobre diluído em 4 mL de água.

Na adaptação com água sanitária (NaOCl) comercial, que contém diversos outros componentes além do hipoclorito de sódio – composto que produz a reação nesse experimento – e cuja concentração não é altamente confiável, a oxidação ocorreu de forma mais lenta. Assim, é possível adaptar o experimento, mas com algumas perdas na eficiência do método, como a redução da velocidade da reação e da quantidade de material oxidado, fator que ressalta a necessidade da avaliação do docente se o experimento é relevante para suas aulas. O resultado dos dois experimentos é demonstrado na Figura 3, na qual é possível observar como a palha de aço em água sanitária oxidou menos.

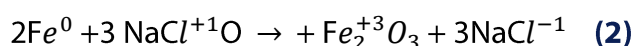
FIGURA 3

Palha de aço e sulfato de cobre (A) e palha de aço e água sanitária (B)



Fonte: Elaboração própria (2024).

Além da explicação do conceito de oxidação, esse experimento também permite abordar as equações de oxirredução. Tanto no experimento convencional quanto no adaptado, há essa característica. Na oxidação com sulfato de cobre (CuSO_4), a palha de aço, composta por ferro (Fe), perde elétrons, caracterizando-se como agente redutor, enquanto o cobre (Cu) atua como agente oxidante, conforme Equação 1. Já na adaptação, o ferro também perde elétrons, mas, nesse caso, para o cloro (Cl), que tem número de oxidação +1 no hipoclorito de sódio (NaOCl), conforme Equação 2.



Tratando sobre o preço dos experimentos e comparando somente os reagentes sulfato de cobre (em solução) e a água sanitária comercial, temos uma economia de aproximadamente 10 vezes, desconsiderando os custos adicionais que demandam o procedimento em laboratório.

3.4 DEMONSTRAÇÃO

Para a conclusão do trabalho, foi realizada uma demonstração para estudantes do ensino médio dos experimentos convencionais e adaptados no laboratório de química. Além disso, foi apresentada uma breve explicação teórica sobre os conteúdos abordados.

Na demonstração, foi possível observar o fascínio e o engajamento dos estudantes ao participarem das atividades experimentais. Como os conteúdos abordados estavam sendo trabalhados paralelamente em sala de aula pelos respectivos professores, os alunos foram muito participativos, apresentaram dúvidas e auxiliaram nos processos, promovendo um diálogo entre colegas.

Além disso, o diálogo facilitou a identificação dos fatores que diferenciam um tipo de experimento do outro, bem como os ganhos e perdas em cada abordagem. No estudo das funções inorgânicas, cromatografia e oxidação, houve perdas em precisão, eficiência e pureza dos reagentes. No entanto, as características fundamentais desses temas foram preservadas. Na cromatografia, por exemplo, a adaptação permitiu a introdução de novos conceitos, como capilaridade, adesão e coesão molecular. Dessa forma, mesmo que os experimentos adaptados não sejam procedimentos analíticos precisos, eles se mostraram eficazes para fins didáticos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que o ensino tradicional de química pode gerar lacunas na aprendizagem, tornando necessário buscar metodologias alternativas, como a demonstração por meio de experimentos. Nesse contexto, a falta de infraestrutura pode ser mitigada com a adaptação de experimentos para materiais de baixo custo e fácil acesso.

Com esse objetivo, foram desenvolvidas adaptações para as práticas experimentais de aferição de pH, separação de corantes via coluna cromatográfica e oxidação por sulfato de cobre. Para isso, utilizaram-se indicadores naturais à base de frutas e vegetais, separação de tinta de caneta com papel e álcool, e oxidação por água sanitária.

Ao adaptar os experimentos, observamos algumas perdas em precisão, eficiência, rapidez e pureza dos reagentes. Essas limitações foram especialmente notáveis na aferição de pH, que permitiu apenas identificar o caráter ácido ou básico da solução, sem fornecer um valor preciso de pH, e na oxidação, onde o processo utilizando água sanitária foi mais lento em comparação ao método convencional.

No entanto, como os experimentos não tinham caráter analítico, os resultados alcançados foram satisfatórios. Além de exemplificar os conteúdos propostos, as adaptações permitiram a introdução de novos conceitos, como a observação dos fenômenos de capilaridade, adesão e coesão na separação de tintas no papel.

Dessa forma, a implementação de práticas experimentais adaptadas nas escolas se mostra uma alternativa viável ao ensino tradicional de química. Essa abordagem não apenas contribui para a construção de uma base de conhecimento mais sólida, mas também estabelece uma conexão com o cotidiano dos alunos, tornando o aprendizado mais acessível e engajador. Assim, é possível estimular o interesse dos estudantes e melhorar seu desempenho na disciplina.

Ademais, a utilização de materiais do cotidiano no processo de ensino-aprendizagem contribui significativamente para a assimilação de conteúdos que, muitas vezes, se apresentam de forma abstrata aos estudantes. Essa abordagem favorece uma maior aproximação com os conceitos científicos trabalhados, ao permitir sua visualização em situações práticas, realistas e facilmente reproduzíveis. Além disso, promove o desenvolvimento do pensamento crítico e estimula a criatividade dos discentes, incentivando-os não apenas a compreender os fundamentos teóricos, mas também a elaborar e executar suas próprias investigações experimentais.

OS AUTORES

Carlos Rangel Neves Otto

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas

carlos.otto@ifg.edu.br

Sophia Silva Galvão

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Técnico Integrado em Química – Pibic-EM

sophia.silva@academico.ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M. *et al.* pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no ensino médio. *Química Nova Escola*, v. 31, n. 4, p. 283-287, 2009.

ARAÚJO, N. V. *et al.* As Contribuições do PIBID no ensino de Química: atividades alternativas a partir da confecção de ferramentas pedagógicas provenientes de materiais de baixo-custo. *Conexões – Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 4, p. 35-41, 2016.

ARRUDA, M. R. E. Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 10, n. 3, p.87-100, 2019.

BARATIERI, S. M. *et al.* Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 3, p. 19-33, 2008.

CUNHA, M. B., LIMA, F. O. A saga do repolho roxo no ensino de Química. *Química Nova Escola*, v. 43, n. 3, p. 295-304, 2022.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 6, n.1, p. 136-152, 2021.

LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados*. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. 317 p.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

NUNES, I. P. As aulas práticas de química nas escolas públicas brasileiras: existência e condições de uso dos laboratórios. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 8., 2022, João Pessoa. *Anais [...]*. Campina Grande: Realize, 2022. p. 1-10.

OLIVA, C. R. D. *et al.* Explorando os conceitos de oxidação e redução a partir de algumas características da história da ciência. *Química Nova Escola*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 30-36, 2020.

OLIVEIRA, G. A., SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. *Química Nova Escola*, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017.

PALOSCHI R.; ZENI, M.; RIVEROS, R. Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia. *Química Nova Escola*, n. 7, p. 35-36, 1988.

QUADROS, A. L. *et al.* Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do ensino médio. *Educar em Revista*, n. 40, p. 159-176, 2011.

REGO, P. P. A. *et al.* Experimentos de baixo custo como agente facilitador de aprendizagem em química. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA*, 51., 2011, São Luís. *Trabalhos aprovados e apresentados [...]*. São Luís: CBQ, 2011. p. 1.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 18., 2016, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. p. 1-6.

SANTANA, S. L. C.; FOLMER, V.; PESSANO, E. F. C. *Laboratórios escolares de ciências: guia prático*. Curitiba: Appris, 2018.

SANTOS, L. P.; MENEZES, J. A. experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, Santos, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SCHNEIDER, G.; FRANTZ, M. G.; ALVES, T. Infraestrutura das escolas públicas no Brasil: desigualdades e desafios para o financiamento da educação Básica. *Revista Educação Básica em Foco*, v. 1, n. 3, p. 1-13, 2020.

SILVA, F. D. *et al.* Tornando a ciência acessível: experimentos de baixo custo e grande impacto. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA*, 63., 2024, Salvador. *Trabalhos aprovados e apresentados [...]*. Salvador: CBQ, 2024. p. 1-6.

VOLKWEISS, A. *et al.* Protagonismo e participação do estudante: desafios e possibilidades. *Educação por Escrito*, v. 10, n. 1, p. 1-24, 2019.

UNICEF ((Fundo das Nações Unidas para a Infância). Educação brasileira em 2022 a voz de adolescentes. São Paulo: IPEC, 2022. Disponível em:
<https://www.unicef.org/brazil/relatorios/educacao-brasileira-em-2022-a-voz-de-adolescentes>. Acesso em: 15 set. 2025.

Autorregulação da aprendizagem de língua inglesa por estudantes do IFG

6

Yasmin Mickaelle de Oliveira Moura
Lorena de Araujo Arantes
Liberato Silva dos Santos
Mabel Pettersen Prudente

Resumo

Esta pesquisa objetivou investigar as práticas de autorregulação da aprendizagem de língua inglesa empregadas por duas estudantes de iniciação científica do IFG. Autorregulação da aprendizagem designa o grau em que os aprendizes participam de modo ativo em sua própria aprendizagem, mobilizando processos metacognitivos, motivacionais e comportamentais. Este estudo justificou-se pela necessidade de preencher uma lacuna de conhecimento institucional sobre essas práticas, bem como de fomentar discussões que possibilitem desenvolver propostas de suporte didático-pedagógico a elas que beneficiem os demais estudantes do IFG. Foi desenvolvida uma investigação exploratória com o uso de metodologia autoetnográfica, na qual o objeto da pesquisa é o próprio pesquisador. Orientadas por um professor pesquisador, as estudantes observaram a si mesmas como sujeitos de pesquisa enquanto se apropriavam

dos conceitos e práticas de autorregulação da aprendizagem por meio da experimentação direta. Neste processo, produziram roteiros de aprendizagem de língua inglesa, estabeleceram metas de aprendizagem e construíram narrativas autobiográficas registrando o que aprenderam, como e com que grau de sucesso. Os resultados indicam que as estudantes gradualmente mudaram o modo como percebem, exploram e experimentam sua aprendizagem de língua inglesa. Elas aprenderam a: estabelecer metas de aprendizagem; escolher conteúdos, materiais e tarefas de aprendizagem; ajustar o planejamento e execução das ações de aprendizagem; autoavaliar seu desempenho e adotar estratégias automotivadoras e de resiliência para lidar com a frustração. Esses resultados indicam que a autorregulação da aprendizagem pode ser incorporada às práticas de sala de aula, beneficiando outros estudantes.

Palavras-chave: biletamentos; autorregulação da aprendizagem; autoavaliação.

1 INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa, que vem sendo desenvolvido em etapas desde 2021, nasceu de conversas informais que um dos professores pesquisadores teve em sala de aula com alguns de seus alunos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio no câmpus Goiânia do Instituto Federal de Goiás (IFG). Nessas conversas, os estudantes comentavam entre si sobre como buscavam materiais instrucionais em língua inglesa para aprender conteúdos das disciplinas técnicas e

profissionalizantes de seus cursos sempre que os materiais disponíveis em língua portuguesa se mostravam insuficientes. Essa informação motivou o pesquisador a elaborar, em 2021, um projeto de pesquisa para investigar este fenômeno que, na área da linguística aplicada, é conhecido como práticas de bilinguismo.

Bilinguismo (Hornberger, 2003; Rojo, 2017; Soares, 2005) é o termo que designa processos e práticas sociais de compreensão, uso, reprodução e produção de conteúdos multimodais e multissemióticos em duas ou mais línguas. Pessoas bilingues, sejam bilíngues ou multilíngues, estão em contínuo desenvolvimento (Bialystok, 2001), o que significa que é natural encontrarmos indivíduos com diferentes graus de bilinguismo. No que se refere à proficiência linguística, também é perfeitamente normal que pessoas bilingues sejam altamente proficientes em uma língua e possuam nível intermediário ou básico de proficiência na(s) outra(s) língua(s) que utilizam. É, também, normal que estas pessoas tenham uma ou mais habilidades (por exemplo, a fala e a escuta) mais desenvolvidas que as outras (por exemplo, a leitura e a escrita) em cada uma das línguas que utilizam.

Um fenômeno percebido no processo contínuo de análise de dados que caracteriza esta pesquisa e que foi investigado recentemente é apresentado neste artigo. Trata-se da descoberta de que os estudantes identificados neste estudo como bilingues, independentemente de seu grau de bilinguismo, compartilham uma característica em comum, que pode ser caracterizada como uma mentalidade e um comportamento autônomo e automotivado de aquisição, aprendizagem e uso da língua inglesa. Essa mentalidade e comportamento são indicativos de práticas de autorregulação da aprendizagem (Zimmerman, 1986). A descoberta desta característica comum entre os participantes bilingues deste estudo levou a equipe investigativa a empreender uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório para buscar entender o fenômeno da autorregulação da aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Autorregulação da aprendizagem é o termo que designa “o grau em que os aprendizes são metacognitiva, motivacional e comportamentalmente participantes ativos no seu próprio processo de aprendizagem” (Zimmerman, 2008, p. 167 *apud* Zimmerman, 1986). Este conceito (e campo de estudos) emergiu nas décadas de 1970 e 1980, buscando “responder à questão de como os aprendizes se tornam mestres de seus próprios processos de aprendizagem” (Zimmerman, 2008, p. 166, tradução própria). Com o objetivo de responder a essa questão, os pesquisadores dessa área de investigação voltam seus olhares para as autocrenças (ou seja, as crenças que os aprendizes têm sobre si mesmos) e para os processos proativos e autodirecionados que os aprendizes empregam

“para transformar suas habilidades mentais, tais como a aptidão verbal, em uma habilidade de desempenho acadêmico” (p. 186, tradução própria).

De acordo com Zimmerman (1986), a autorregulação da aprendizagem precisa ser compreendida sob três aspectos: o metacognitivo, o motivacional e o comportamental. O aspecto metacognitivo da autorregulação da aprendizagem diz respeito à capacidade dos aprendizes de planejar, organizar, autoinstruir-se (ou seja, ensinar a si mesmos), automonitorar-se e autoavaliar-se nos vários estágios de seu próprio processo de aprendizagem. O aspecto motivacional diz respeito à capacidade dos aprendizes de perceber a si mesmos como competentes, eficazes e autônomos. Já o aspecto comportamental diz respeito à capacidade dos aprendizes de selecionar, estruturar e criar ambientes que otimizam a sua própria aprendizagem.

Esta área de pesquisa tem sido bastante fértil no contexto brasileiro, incluindo estudos que, especificamente, investigam a autorregulação da aprendizagem em contextos de ensino-aprendizagem de línguas. Em seu ensaio com apontamentos teóricos sobre a autorregulação da aprendizagem em língua estrangeira, Punhagui e Souza (2012) destacam o papel da autoavaliação (que é um componente do aspecto metacognitivo da autorregulação) como “elemento estratégico para a promoção de (...) maior responsabilidade para com a aprendizagem (...), levando à possibilidade de planejar ações de remediação e aperfeiçoamento pelo próprio aluno” (Punhagui; Souza, 2012b, p. 199). Segundo as autoras, o desenvolvimento da capacidade de autoavaliar-se promove a autonomia e a independência dos aprendizes, o que faz com que eles “adquiram técnicas mais duráveis de aprendizagem e que, ao saírem da escola, continuem aprendendo a língua independentemente” (Punhagui; Souza, 2012b, p. 200).

Para além dos apontamentos teóricos, pesquisas que buscam estabelecer um diálogo entre a teoria e a prática da autorregulação da aprendizagem em contextos de ensino-aprendizagem de línguas também têm sido realizadas por pesquisadores brasileiros. Em sua investigação sobre possíveis ganhos de aprendizagem advindos da adoção de estratégias de autorregulação entre aprendizes de francês língua estrangeira (FLE), as pesquisadoras Quintans e Silva (2018) relatam a construção e aprimoramento de um material didático (MD) que “visa subsidiar a ação de professores no processo de inserção de estratégias autorregulatórias durante a aprendizagem de FLE” (Quintans; Silva, 2018, p. 2) em uma escola pública federal brasileira, a saber, o Colégio Pedro II (CPII). O MD, que as autoras chamam de estória-ferramenta, narra as aventuras de uma estudante (fictícia) de 12 anos de idade que, ao começar a estudar francês no sexto ano do ensino fundamental no CPII, aprende, com alguns colegas de sala, a autorregular a sua aprendizagem de FLE. No processo, a personagem muda sua postura diante do FLE, deixa de aprender por obrigação e aprende a aprender francês. Essa mudança é conquistada quando a aprendiz passa a utilizar o modelo PLEA (planejamento, execução e avaliação), um protocolo de aprendizagem autorregulada desenvolvido por Rosário (2004) em Portugal e utilizado também no Brasil (Polydoro; Azzi, 2009).

Mais recentemente, as pesquisadoras Oliveira, Santos e Silva (2020) relataram o planejamento e aplicação de uma sequência didática criada com alunos da disciplina língua inglesa no Curso Técnico em Eventos de um câmpus do Instituto Federal Fluminense. Dentre os resultados obtidos, as pesquisadoras destacaram “que os alunos, pela observação, foram, gradativamente, internalizando não somente conteúdos, mas também processos, aprendendo a aprender” (Oliveira; Santos; Silva, 2020, p. 70). Em termos de conteúdo, estes aprendizes foram capazes de “apropriar-se de um vocabulário novo, em inglês, mas, principalmente, conseguir trabalhar esse vocabulário, de modo que a organização de cada etapa do processo alcançasse uma aprendizagem a ser constatada por eles mesmos” (Oliveira; Santos; Silva, 2020, p. 69).

Com base no referencial teórico apresentado nesta seção, a equipe de pesquisa deste projeto identificou a necessidade de realizar uma investigação em caráter experimental e exploratório das estratégias de autorregulação em um contexto de ensino-aprendizagem de língua inglesa. Para isso, as duas estudantes pesquisadoras que atuam no projeto solicitaram e obtiveram permissão dos professores pesquisadores para observarem a si mesmas como sujeitos de pesquisa, para que pudessem conhecer a autorregulação da aprendizagem por meio da experimentação direta. Desta forma, esta investigação foi orientada pela seguinte questão de pesquisa: (1) Que aspectos metacognitivos, motivacionais e comportamentais foram mobilizados pelas estudantes pesquisadoras em suas experiências de aprendizagem autorregulada de língua inglesa? O processo de investigação dessa questão de pesquisa será detalhado na próxima seção.

3 METODOLOGIA

Este estudo utilizou a metodologia de pesquisa qualitativa conhecida como autoetnografia, na qual “o próprio pesquisador é o objeto da pesquisa” (Paiva, 2019, p. 331). Sob esta orientação metodológica, o conhecimento é construído subjetivamente mediante o “contato direto do pesquisador com a situação pesquisada” (Paiva, 2019, p. 329-330). Este tipo de pesquisa é conduzido “pela observação participante, pelo diálogo entre pesquisador e pesquisado e por meio da análise de documentos” (Paiva, 2019, p. 330).

3.1 PARTICIPANTES

A Estudante Pesquisadora 1 e a Estudante Pesquisadora 2 (doravante, EP1 e EP2) foram as participantes desta pesquisa. Ambas apresentam perfis distintos em vários aspectos, incluindo o nível de escolarização, o nível de proficiência em língua inglesa, as crenças sobre si mesmas e os

aspectos metacognitivos, motivacionais e comportamentais que elas mobilizaram em suas experiências de aprendizagem autorreguladas de língua inglesa. Há um ponto comum entre as duas, no entanto: o pouco tempo disponível que elas tinham para se dedicarem a aprender inglês, devido a vários compromissos assumidos por elas dentro e fora da escola. Em seu conjunto, pode-se dizer que os perfis de EP1 e EP2 são representativos de um grande contingente de estudantes brasileiros com perfis similares.

EP1 é estudante de um curso técnico integrado ao ensino médio em uma instituição pública federal de ensino. Pela manhã, ela tem aulas das disciplinas do curso; à tarde, frequenta as monitorias (que, para ela, funcionam como aulas de reforço) das disciplinas de Eletricidade, Física e Matemática; além disso, também à tarde, faz aulas de AcroYoga, ofertadas na escola. No que se refere à língua inglesa, está no nível básico 1 (nível A1 do QECR¹).

EP2 é estudante de um curso de Licenciatura em Letras – Língua Portuguesa na mesma instituição pública federal de ensino que sua colega de pesquisa. Pela manhã, trabalha como professora de inglês em duas escolas particulares, ministrando aulas para alunos do 5º ao 9º anos do Ensino Fundamental; à tarde, tem aulas das disciplinas do curso de Letras – Português. No que se refere à língua inglesa, EP2 está no nível intermediário 1 (nível B1 do QECR), informação que ela obteve após fazer um teste on-line de proficiência no site BBC Learning English. É importante informar, ainda, que EP2 aprendeu inglês de maneira autodidata, utilizando aplicativos e outros recursos digitais disponíveis na Internet.

3.2 FASES, PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Na fase inicial desta investigação, EP1 e EP2 participaram, com os professores orientadores da pesquisa, de sessões de leitura e discussão dos textos apresentados no referencial teórico sobre autorregulação da aprendizagem (Punhagui; Souza, 2012a, 2012b; Quintans; Silva, 2019; Oliveira *et al.*, 2020). No aspecto teórico, os textos auxiliaram as estudantes pesquisadoras a conhecerem os conceitos básicos da autorregulação da aprendizagem. No aspecto prático, as estudantes discutiram a possibilidade de utilizarem algumas das estratégias de aprendizagem autorregulada relatadas no referencial teórico como ponto de partida para criarem suas próprias experiências individuais de

¹ QECR = Quadro Europeu Comum de Referência para as Línguas. Para mais informações, acesse <https://ccec.puc-rio.br/ipel/N%C3%ADveis%20do%20Marco%20Comum%20Europeu.pdf>

aprendizagem. Assim, cada uma das alunas pesquisadoras definiu, de maneira autônoma, suas próprias metas individualizadas de aprendizagem autorregulada de língua inglesa.

Em seguida, elas escolheram os conteúdos que queriam aprender, os recursos que iriam acessar e as estratégias de aprendizagem que desejavam utilizar. A partir daí, passaram à parte prática da aprendizagem, na qual destinaram momentos específicos a cada semana para aprenderem língua inglesa.

O principal instrumento de coleta de dados utilizado neste estudo foi a narrativa autobiográfica (Romero; Casais, 2019). Mais especificamente, os dados foram coletados por meio da produção escrita, pelas estudantes pesquisadoras, de anotações pessoais, individualizadas, de suas experiências de aprendizagem autorregulada de língua inglesa. As estudantes pesquisadoras foram orientadas a fazer anotações ao final de cada sessão ou de um conjunto de sessões de aprendizagem autorregulada de língua inglesa, para registrarem o que haviam estudado, como haviam estudado e os resultados que haviam obtido. Essas anotações foram compartilhadas com os professores orientadores em reuniões ora semanais, ora quinzenais, nas quais as alunas eram estimuladas a refletirem sobre seus êxitos de aprendizagem, as dificuldades encontradas e os ajustes que elas julgavam necessários para melhorarem suas experiências de aprendizagem.

Por fim, a pedido dos professores orientadores, as alunas pesquisadoras transformaram suas anotações em relatos individualizados de aprendizagem autorregulada de língua inglesa. A construção dos relatos foi mediada por conversas entre as alunas pesquisadoras e os professores orientadores, num processo de revisão textual dialogada, no qual os professores auxiliaram as alunas a transformar anotações em escrita acadêmica. A revisão dialogada dos relatos serviu a dois propósitos: (1) mediar a análise e reflexão sobre os dados coletados, à medida que as estudantes pesquisadoras explicavam, para os professores orientadores, ora verbalmente, ora por escrito, como haviam organizado suas experiências de aprendizagem autorregulada de língua inglesa; e (2) mediar o processo de transformar relatos pessoais em escrita acadêmica, com o grau de detalhamento necessário para que leitores externos pudessem compreender como se deu o processo de aprendizagem autorregulada de língua inglesa das alunas pesquisadoras. Estes relatos serão discutidos na próxima seção deste artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentamos as respostas para a pergunta de pesquisa deste estudo, a saber: quais aspectos metacognitivos, motivacionais e comportamentais foram mobilizados pelas estudantes pesquisadoras em suas experiências de aprendizagem autorregulada de língua inglesa?

4.1 ASPECTO METACOGNITIVO

O aspecto metacognitivo da aprendizagem autorregulada refere-se a como os aprendizes planejam e organizam a própria aprendizagem, como instruem (ensinam) a si mesmos e como monitoram e avaliam a si mesmos nos vários estágios de seu processo de aprendizagem (Zimmerman, 1986). Este foi o aspecto descrito de maneira mais extensa e com o maior nível de detalhamento pelas estudantes pesquisadoras.

4.1.1 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO

No que diz respeito ao planejamento e à organização da aprendizagem, EP1 estipulou, para si mesma, as metas de: (1) aprender a cantar a canção *We Are The World*; (2) ler pequenos textos em inglês; (3) aprender a pronunciar novas frases; e (4) ler textos em inglês em voz alta, para praticar a oralidade e a pronúncia. Para atingir essas metas, EP1 reservou, inicialmente, 30 minutos diários de estudo.

EP2, por sua vez, estipulou, para si mesma, as metas de: (1) estudar de cinco a 10 minutos de gramática no site <https://www.bbc.co>; (2) utilizar seu dispositivo leitor de livros digitais *Kindle* para ler, durante 15 a 20 minutos, um trecho de um capítulo do livro *Harry Potter and the Philosopher's Stone*; (3) ler, em voz alta, os trechos correspondentes aos últimos cinco minutos² de leitura; e (4) escrever em inglês, em um diário de leitura, seus pensamentos e sentimentos a respeito dos trechos lidos. Para atingir essas metas, EP2 reservou, inicialmente, 30 minutos semanais de estudo da língua inglesa.

4.1.2 AUTOINSTRUÇÃO E AUTOMONITORAMENTO

No que se refere à autoinstrução e automonitoramento, EP1 utilizou diferentes estratégias e recursos. Ela fez uso do aplicativo Google Tradutor para aprender o significado das palavras e

² O dispositivo Kindle registra o tempo que uma pessoa leva para ler cada página de um texto no dispositivo e, com isso, fornece estimativas do tempo restante para o término da leitura.

expressões da canção *We Are The World*. Para praticar a pronúncia, cantou, frequentemente, a canção em voz alta. Após várias semanas de trabalho árduo, EP1 aprendeu o significado e a pronúncia da canção, mas sofreu um efeito adverso quando chegou a um ponto de saturação mental no qual não queria mais ouvir a canção que tanto havia desejado aprender. Segundo EP1,

No primeiro mês, passei vários dias focada nessa música e consegui estudar inglês por pelo menos 30 minutos por dia. Mas só consegui fazer isso porque a escola em que eu estudo entrou em greve. No segundo mês da greve, porém, comecei a ficar preocupada com a falta de definição sobre quando as aulas iriam retornar. Comecei a ficar ansiosa, perdi o foco nos estudos e comecei a achar exaustivo o cronograma que criei para estudar inglês e os conteúdos que tinha escolhido estudar. Depois de ficar várias semanas focada na aprendizagem da música *We Are The World*, cheguei em um ponto em que eu não aguentava mais nem ouvir o nome da música. [...] Mesmo assim, eu continuei praticando a música por mais alguns dias e, no decorrer das semanas seguintes, consegui aprender a cantá-la. (EP1, relato pessoal).

Isso fez EP1 perceber que o que ela de fato ansiava não era exatamente aprender a cantar uma canção específica, mas, sim, tornar-se capaz de falar inglês, como ela mesma relata.

Apesar de ter tido sucesso em alcançar a minha primeira meta, senti que estava me prendendo muito a uma coisa só e estava perdendo as oportunidades de conhecer mais sobre o inglês. Eu continuava insatisfeita e sentia que aprender a música não era a única coisa que eu queria para mim. Na verdade, o que eu ansiava era ser capaz de falar em inglês e não apenas cantar essa música em específico. Sendo assim, passei a escutar outras músicas e a assistir vídeos em inglês no reels do Instagram para experimentar mais coisas no lugar de focar apenas em uma música. Essas experimentações me fizeram ver que eu queria muito mais. Foi aí que eu li um livro sobre autorregulação da aprendizagem, recomendado pelo meu professor orientador do PIBIC. (EP1, relato pessoal).

O livro “E aí, Chloé?” (Quintans e Silva, 2017) relata a evolução de Chloé, uma estudante fictícia, brasileira, de 12 anos de idade, em sua rotina escolar de aprendizagem de francês no sexto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. Chloé supera as dificuldades iniciais e aprende a aprender francês quando, por sugestão de um colega de sala, passa, gradativamente, a utilizar o modelo PLEA (planejamento, execução e avaliação), um protocolo de aprendizagem autorregulada desenvolvido por Rosário (2004) em Portugal e utilizado por Polydoro e Azzi (2009) no contexto brasileiro de ensino-aprendizagem. De acordo com seu relato, a leitura do livro foi uma experiência transformadora para EP1:

Depois de ler este livro, eu repensei os meus métodos de estudo. O livro retratou muito bem o processo da autorregulação! É um processo de transição, o que não é nada fácil! Exige mudanças que mexem totalmente com a nossa rotina e forma de viver. No início, pode ser cansativo implementar a autorregulação da aprendizagem, mas, ao longo dessa jornada, vamos visualizando a nossa evolução, o que é extremamente gratificante. Apesar de parecer simples, o livro foi, para mim,

surpreendente e esclarecedor, porque me fez repensar a rota de autorregulação que eu estava seguindo. Percebi que muitas vezes focamos em aprender, mas não sabemos a forma para aprender; e na autorregulação, devemos criar uma rotina de estudos personalizada e produtiva, ou seja, não é a quantidade de tempo, mas a qualidade do tempo investido na aprendizagem. A partir daí, eu comecei a refletir se a forma como eu estava estudando estava sendo adequada. Sempre podemos melhorar e eu fui começando a observar mais atentamente a forma como eu estudava. (EP1, relato pessoal).

O contato com a teoria e a prática da autorregulação da aprendizagem levou EP1 a trilhar novos caminhos para aprender inglês. Dentre as estratégias que adotou para si mesma, EP1 aprendeu a diversificar os conteúdos, recursos e estratégias de aprendizagem, para, segundo ela mesma, sair da rotina. Ela passou a escutar outras músicas e a assistir a vídeos em inglês no *reels*³ do Instagram; e começou a ver vídeos com diálogos em inglês e a assistir a todas as séries de que gosta, como *Law and Order: SVU*, *FBI*; e *Chicago Med*. Um aspecto importante para EP1 foi sua mudança de percepção quanto à forma mais eficaz de aumentar seu vocabulário em língua inglesa. Ela parou de tentar aprender novas palavras e expressões de maneira isolada e fora de contexto e passou a aprendê-las de maneira contextualizada:

Como eu queria aprender mais, fui tentando reformular os passos que eu estava seguindo, analisando o que melhorava ou não a minha aprendizagem. Por exemplo, eu tentava aprender palavras fora de contexto, o que apenas me mostrou o quanto é importante aprender palavras dentro de um contexto, principalmente quando se está aprendendo um idioma novo. Percebi que palavras isoladas podem ter outro sentido de quando estão dentro de uma frase. Por exemplo, "greatest" foi uma das palavras que mais me chamaram a atenção, pois nunca tinha ouvido. Então, fui pesquisar no Google Tradutor. A palavra separada foi traduzida como "o melhor", mas, quando digitei a frase toda, que era "The greatest gift of all", o Google traduziu como "O maior presente de todos" e assim aprendi que greatest, nessa frase, significa maior e não melhor. Além das palavras que não conhecia, eu também tive dificuldade em conseguir ouvir as palavras de uma forma mais clara, dependendo da pessoa que estava cantando ou falando. Estranhei um pouco, então eu passei a procurar vídeos em que o áudio tivesse uma qualidade melhor. (EP1, relato pessoal).

EP1 afirma que, com as mudanças que implementou em sua estratégia de aprendizagem autorregulada, ela passou a ver, mais nitidamente, a própria evolução e produtividade na sua aprendizagem de inglês. De acordo com EP1,

A partir daí, passei a ver a minha evolução e produtividade, o que me deixou menos entediada, já que não ficava estudando a mesma coisa toda hora. Durante este processo, eu sempre ficava procurando novas formas de aprendizagem para incluir coisas diferentes para não cair na rotina. Nesse percurso, encontrei um site chamado Jogos para Aprender Inglês, que me despertou a curiosidade. Apesar de sua simplicidade, este site tem bastante conteúdo sobre gramática, pronomes, números e nomes de objetos e animais ou lugares. Como se trata de um jogo que tem figuras, o conteúdo fica mais fácil e se torna mais simples e compreensível. Fui fazendo novas descobertas que, para mim, foram um grande avanço. Por exemplo,

³ *Reels* é um recurso do Instagram para criar e compartilhar vídeos curtos com até 90 segundos de duração.

aprendi que, em alguns sotaques da língua inglesa, quando a letra R está no final de uma palavra, ela não é pronunciada. Por exemplo, o R da palavra war quando pronunciada com sotaque britânico. (EP1, relato pessoal).

Essa mudança de mentalidade e de estratégia levou EP1 a conseguir cumprir suas demais metas de aprendizagem, como ela mesma relata:

Para conseguir cumprir minha segunda meta de aprendizagem (ler pequenos textos em inglês), eu preferi ler textos com um diálogo mais simples; e eu pesquisava, no Google Tradutor, as palavras que eu não entendia, para saber o significado e a forma correta de pronunciar. Durante todo este processo, tentei manter em mente que meu foco era aprender coisas novas em inglês, desde uma palavra até uma frase. A minha terceira meta (aprender a pronunciar novas frases) era mais simples. Como já conseguia ler pequenos textos em inglês, eu conseguia pronunciar algumas palavras que estava vendo pela primeira vez e foi surpreendente! Quanto mais eu aprendia a estudar, mais eu aprendia o conteúdo. Minha visão mudou totalmente sobre o que era aprender. Vai muito além de passar horas lendo ou escrevendo, é algo individual: o que funciona para mim talvez não funcione para a outra pessoa, porque cada pessoa tem uma forma de aprender e de evoluir! Posso dizer que essa foi a meta que mais tive facilidade em cumprir. Quando percebi, eu já estava cumprindo a minha quarta meta (ler textos em inglês em voz alta) de maneira espontânea e natural, a ponto de eu querer compartilhar o que eu estava aprendendo com as pessoas ao meu redor. (EP1, relato pessoal).

O mais importante foi que EP1 aprendeu a aprender inglês. A estudante afirma que este processo a fez evoluir como pessoa, no sentido de que ela conseguiu romper com um medo que bloqueava sua aprendizagem de inglês.

EP2 também utilizou diferentes estratégias e recursos de autoinstrução e automonitoramento, como ela mesma relata:

Na primeira semana eu cumpri todo o cronograma de estudo. Antes de começar a estudar gramática no site da BBC, decidi fazer o teste de nível B1 disponibilizado no mesmo site. Tive que responder a 15 perguntas e acertei 12, por isso decidi fazer os módulos do nível B1. Depois comecei a leitura do livro Harry Potter and the Philosopher's Stone. Decidi ler esse livro em específico pois pensei que seria, para mim, uma leitura mais fluida, tanto por ser uma saga que eu aprecio desde a minha adolescência, quanto pelo fato de eu já ter lido a saga em português. Isso me deu um motivo a mais para ler o livro em inglês, porque acho que eu desistiria de ler um livro que não achasse estimulante. (EP2, relato pessoal).

Segundo a estudante, sua escolha pelo dispositivo Kindle para realizar a leitura do livro da série Harry Potter possibilitou que ela gerenciasse seu tempo de leitura, como ela mesma relatou: "No Kindle, é possível marcar o tempo de leitura e estimar quanto tempo falta para finalizar a leitura de um capítulo. Com isso, eu separava os últimos 5 minutos para ler em voz alta e praticar o meu speaking" (EP2, relato pessoal). Sua decisão de ler trechos do livro em voz alta para praticar a oralidade em língua inglesa tem uma razão específica, como ela mesma relata: "Sou um pouco

travada nessa habilidade [de falar inglês], pois há palavras que não consigo pronunciar bem, devido a uma dificuldade fonoaudiológica que tive na infância” (EP2).

Após alguns dias seguindo o cronograma e as quatro metas de aprendizagem que ela mesma havia estabelecido, EP2 acrescentou uma quinta meta: realizar sprints⁴ de leitura com o livro *Harry Potter and the Philosopher’s Stone*. A estudante acrescentou, ainda, uma sexta meta: melhorar a compreensão oral⁵ em inglês. Para isso, ela passou a ouvir mais canções em inglês, algumas escolhidas para seu estudo pessoal e outras para serem usadas com seus alunos. Como ela mesma relata,

No meu trabalho, gosto bastante de passar músicas para meus alunos e desde que comecei a fazer o projeto percebi que a música pode ser uma ferramenta muito produtiva para o estudo, além de proporcionar uma quebra no ritmo rígido de estudos da escola onde trabalho. Então, pesquisei mais músicas, tanto para o meu projeto de aprendizagem autorregulada, quanto para aplicar em sala. Com isso, usei as músicas *Don’t Stop Believin’*, da banda Journey; *Think Out Loud*, do cantor Ed Sheeran; *Believer*, da banda Imagine Dragons; e *More Than Words*, da banda Extreme. Também procurei games ou sites de aprendizagem de inglês que fossem mais acessíveis para meus alunos que, na maioria, sabem pouco inglês. Encontrei um site bastante interativo e divertido, chamado *Games to Learn English*. Testei vários dos jogos disponíveis no site e escolhi alguns para os meus alunos responderem como tarefa de casa. Vários alunos me disseram que gostaram muito da plataforma e que, além dos jogos que eu havia pedido, muitos jogaram outros jogos disponíveis no site, para aprenderem mais inglês. (EP2, relato pessoal).

Além disso, a escolha por utilizar música em seu processo de aprendizagem autorregulada auxiliou EP2 a identificar, em si mesma, a necessidade de dedicar mais tempo à prática de escuta em língua inglesa, como ela mesma relatou:

Além disso, ouvi e pesquisei uma música chamada *“O Children”*, da banda Nick Cave & The Bad Seeds, que é uma música que toca no filme *Harry Potter e as Relíquias da Morte, parte 1*. No início da música eu estava ouvindo uma palavra, mas entendendo outra, que tem um sentido pejorativo; eu não conseguia acreditar que poderia estar numa música que passou nesse filme; então, precisei pesquisar a letra da música. A partir desse mal-entendido que eu tive, resolvi me dedicar mais ao *listening*. (EP2, relato pessoal).

Os bons resultados fizeram com que EP2 buscasse aumentar o nível de dificuldade das tarefas que havia proposto a si mesma. Para isso, ela acrescentou uma sétima meta à sua lista: ouvir uma

⁴ O termo sprint é utilizado pela estudante como uma analogia aos treinos de sprint feitos por atletas de corrida.

⁵ O termo compreensão oral refere-se à escuta, enquanto o termo produção oral refere-se à fala.

versão em audiolivro da série *Harry Potter*. Após cumprir esta meta, ela acrescentou a oitava: ouvir a versão em audiolivro de *The Hobbit*.⁶ Como ela mesma explica,

nesse momento dos estudos, eu já não me sentia mais satisfeita, pois já estava “me acostumando” com o nível de dificuldade das tarefas que eu havia proposto a mim mesma. Senti que precisava de mais. Acredito que quanto mais a minha evolução na aprendizagem de inglês ficava perceptível, mais eu desejava ir além. Nesse momento, decidi mudar totalmente as minhas metas e aumentar o nível de dificuldade. Acrescentei o audiobook do livro *Harry Potter and the Philosopher’s Stone*, que eu encontrei em um canal no Youtube, que achei super legal e interessante, chamado Inglês Essencial. Nele, o narrador interpreta vários personagens, modificando a voz, o que auxilia bastante nessa minha primeira experiência com audiolivro em inglês. Quando finalizei o livro, decidi começar a ouvir outro audiobook em inglês, *The Hobbit*, e foi outra experiência maravilhosa. Fiquei encantada com a escuta e me percebi muito engajada e feliz, porque eu conseguia acompanhar e compreender de forma mais fácil do que no primeiro audiolivro (EP2, relato pessoal).

Os resultados satisfatórios com a escuta dos audiolivros levaram EP2 a estipular sua nona meta de aprendizagem autorregulada: escutar a primeira temporada de um *podcast* de *true crime* (relatos de crimes reais) chamado *Serial*.⁷

Após a escuta do segundo audiolivro, decidi aumentar o grau de dificuldade mais uma vez e encontrei um podcast de true crime (relatos de crimes reais) em inglês para ouvir. Com uma pesquisa rápida no Google, encontrei um podcast que me atraiu bastante, chamado *Serial*, apresentado por Sara Koenig. Esse podcast é dividido em 4 temporadas, sendo que escutei a primeira. Na primeira temporada, a apresentadora relata um caso de uma pessoa que foi presa, mas que poderia ser inocente, porque a investigação policial do caso foi muito superficial. (EP2, relato pessoal).

Durante todo o relato de EP2, é interessante observar como a estudante soube calcular e regular o grau crescente de dificuldade das tarefas e metas definidas por ela mesma para melhorar suas habilidades e competências em língua inglesa.

4.1.3 AUTOAVALIAÇÃO

Com respeito à avaliação da própria aprendizagem, EP1 estipulou que iria se autoavaliar com base em quatro níveis de desempenho: “(1) ruim (não aprendi nada); (2) insuficiente (aprendi, só que abaixo do esperado); (3) ótimo (aprendi o esperado); e (4) excelente (aprendi acima do esperado)” (EP1). Para se avaliar nesses quatro níveis, ela buscou identificar marcos de progresso em seu desenvolvimento e registrou as estratégias e atividades que ela considerou produtivas e não

⁶ Ambos os audiolivros estão disponíveis em: <https://www.youtube.com/c/Ingl%C3%AAsEssencial>

⁷ Disponível em: <https://youtu.be/nMSxiHuDa00?si=MVBTAf9ZIJ4I7fUJ>

produtivas. Esses critérios e marcas de progresso foram gradativamente desenvolvidos e refinados em conversas com os professores orientadores desta pesquisa, que ensinaram EP1 a criar uma rubrica avaliativa simplificada, como mostra o Quadro 1.

QUADRO 1

Rubrica avaliativa da estudante pesquisadora EP1

Meta de aprendizagem	Níveis de desempenho			
	1. Ruim (não aprendi nada)	2. Insuficiente (aprendi, só que abaixo do esperado)	3. Ótimo (aprendi o esperado)	4. Excelente (aprendi acima do esperado)
1. Aprender a cantar a canção <i>We Are The World</i>				
2. Ler pequenos textos em inglês				
3. Aprender a pronunciar novas frases				
4. Ler textos em inglês em voz alta, para praticar a oralidade e a pronúncia				

Fonte: Elaboração própria (2024).

EP2, por sua vez, optou por autoavaliar-se com base no grau em que conseguiu ou não cumprir as metas de aprendizagem por ela estipuladas:

Ao longo de todas essas etapas de estudo, eu fiz minha autoavaliação com base na minha capacidade de compreender o que eu ouvia nos audiobooks, no podcast e, principalmente, nos filmes e séries que eu assistia. Me avaliei positivamente quando eu percebia que não precisava mais de legendas. Já na gramática, consegui perceber que até mesmo as minhas aulas e explicações melhoraram bastante. Acredito que irei continuar com a autorregulação, porque não consegui atingir a meta de escrita, já que comecei, mas não dei seguimento à escrita em inglês no meu Diário de Leitura. (EP2, relato pessoal).

A única autoavaliação negativa feita por EP2 foi a de não ter conseguido atingir a meta de escrita no diário de leitura, que ela começou, mas interrompeu no meio do caminho, como ela mesma relatou: “Quanto ao Diário de Leitura, que eu escrevi em inglês, foi um pouco mais complicado, porque eu me perdia na construção da frase e precisava pesquisar como estruturar a frase que eu queria” (EP2, relato pessoal).

4.2 ASPECTO MOTIVACIONAL

O aspecto motivacional da aprendizagem autorregulada diz respeito à autopercepção que os participantes têm ou não têm de si mesmos como aprendizes competentes, autoeficazes e autônomos (Zimmerman, 1986). As estudantes pesquisadoras foram breves na maneira como descreveram seu percurso neste aspecto.

EP1 afirma que rompeu medos e bloqueios e ganhou confiança em si mesma como aprendiz de inglês, como ela mesma relata,

Durante esse processo, ganhei mais confiança em tentar falar em inglês e descobri que, na verdade, eu já sabia várias coisas, mas ficava presa no discurso do “não sei nada em inglês”. Mas vi que não era bem assim e que eu conseguia, sim, aprender inglês. [...] Para isso, eu precisaria ser paciente comigo mesma, respeitar meu tempo, subir um degrau por vez e observar qual seria o melhor método para que meus estudos fossem produtivos. (EP1, relato pessoal).

EP2 encarou a frustração de se descobrir uma leitora lenta em inglês e mudou de estratégia para melhorar sua velocidade de leitura, com ela mesma relata:

Mantive esse cronograma de estudos por alguns dias, mas percebi que leio muito mais devagar em inglês, o que foi motivo de frustração. Foi nesse momento que decidi acrescentar uma nova meta e atividade: fazer sprints de leitura com o livro *Harry Potter and the Philosopher’s Stone*. O sprint de leitura é uma analogia aos treinos de sprint realizados por atletas de corrida, quando os atletas correm em sua velocidade máxima por um período de tempo curto. No meu sprint de leitura, dediquei 30 minutos para ler, sem interrupção e sem distrações, um trecho do livro, o que fez acelerar um pouco a minha leitura. (EP2, relato pessoal).

A estudante também venceu a dificuldade inicial de compreender sotaques diferentes enquanto escutava uma série no formato podcast. Como relatou EP2,

Foi difícil entender algumas partes do podcast, principalmente quando a apresentadora fazia entrevistas com várias pessoas com sotaques diferentes; isso foi um baque para mim e eu tive que escutar a mesma parte no mínimo duas vezes para conseguir acompanhar. Porém, a partir do 3º episódio eu já consegui acompanhar tranquilamente. (EP2, relato pessoal).

Em seu processo de desenvolvimento como aprendizes autorreguladas, tanto EP1 quanto EP2 superaram momentos de frustração ao desenvolver sua autoeficácia, autonomia e autopercepção como aprendizes competentes de língua inglesa.

4.3 ASPECTO COMPORTAMENTAL

O aspecto comportamental diz respeito à capacidade dos aprendizes de selecionar, estruturar e criar ambientes que otimizam a sua própria aprendizagem (Zimmerman, 1986). Assim como ocorrido quanto ao aspecto motivacional, as estudantes pesquisadoras foram breves na maneira como descreveram seu percurso no aspecto comportamental. EP1 afirma que mudou sua visão sobre aprendizagem, tanto de língua inglesa, quanto de outras disciplinas:

Eu passei a conversar mais sobre a autorregulação e o quanto estava me ajudando a me organizar tanto em aprender o inglês quanto na minha vida escolar, na organização, na maneira de estudar e na forma de ver as dificuldades. Passei a substituir o “não consigo” para “o que eu preciso fazer para conseguir”. Este processo não foi apenas um avanço na minha aprendizagem de língua inglesa, mas uma evolução para mim como pessoa. Foi uma quebra de um medo que, por muito tempo, me bloqueou de aprender inglês, achando que fosse impossível. (EP1, relato pessoal).

Em linhas gerais, EP1 e EP2 aprenderam a escolher conteúdos e materiais, adotaram novas estratégias, criaram ambientes e blocos de tempo para o estudo e aprenderam a fazer ajustes que favorecessem a sua aprendizagem de línguas. Para além do aprender a aprender, as estudantes pesquisadoras passaram, também, por um processo de amadurecimento como aprendizes, como pode ser verificado por seus relatos pessoais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados obtidos não sejam generalizáveis devido ao número reduzido de participantes, esta pesquisa aponta para a relevância do estudo das práticas de autorregulação da aprendizagem de línguas, em geral, e de língua inglesa, em particular. Os relatos individualizados produzidos pelas estudantes pesquisadoras revelaram mudanças graduais no modo como elas percebem, exploram e experimentam sua aprendizagem de língua inglesa.

As mudanças observadas incluem práticas e processos desenvolvidos por iniciativa das próprias estudantes, incluindo: o estabelecimento de metas individualizadas de aprendizagem de língua inglesa; a escolha de conteúdos, materiais e tarefas de aprendizagem; a realização de reajustes e readequações no planejamento e execução das ações de aprendizagem; a averiguação do progresso da aprendizagem por meio de práticas de autoavaliação; e a adoção de estratégias automotivadoras para lidar com sentimentos de frustração, exercitar a própria resiliência e reconhecer o próprio sucesso na superação de obstáculos em seus processos de aprendizagem. Estes resultados apontam a possibilidade de que as práticas de autorregulação da aprendizagem possam ser incorporadas às práticas de sala de aula, de

modo a promover processos significativos de aprendizagem de língua inglesa para um maior número de estudantes.

Desta forma, espera-se que este estudo contribua para fomentar discussões e ações que promovam o aprimoramento de práticas de autorregulação da aprendizagem de línguas e o desenvolvimento acadêmico dos estudantes, em consonância com a proposta de educação omnilateral e politécnica defendida na rede federal de educação profissional e tecnológica.

OS AUTORES

Yasmin Mickaelle de Oliveira Moura

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Técnico Integrado em Telecomunicações – Pibic-EM
yasmin.moura@academico.ifg.edu.br

Lorena de Araujo Arantes

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Licenciatura em Letras – Língua Portuguesa – Pibic
lorena.arantes@academico.ifg.edu.br

Liberato Silva dos Santos

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas I
liberato.santos@ifg.edu.br

Mabel Pettersen Prudente

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/Departamento de Áreas Acadêmicas
mabel.prudente@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

BIALYSTOK, E. *Bilingualism in development: language, literacy, and cognition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

HORNBERGER, N. (ed.). *Continua of biliteracy: an ecological framework for educational policy, research, and practice in multilingual settings*. Bristol: Multilingual Matters & Channel View Publications, 2003.

OLIVEIRA, A. G.; SANTOS, D. P.; SILVA, J. A. F. Autorregulação da aprendizagem de língua estrangeira no Curso Técnico em Eventos: uma experiência formadora. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, v. 4, n. 3, p. 50-77, 2020.

PAIVA, R. C. Contando histórias para pesquisar: autoetnografia e implicações para o estudo de ensino-aprendizagem de línguas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 7, n. 15, p. 326-355, 2019.

POLYDORO, S. A. J.; AZZI, R. G. Autorregulação da aprendizagem na perspectiva da teoria sociocognitiva: introduzindo modelos de investigação e intervenção. *Psicologia da Educação*, v. 29, 2009.

PUNHAGUI, G. C.; SOUZA, N. A. de. Autorregulação na aprendizagem de língua inglesa: ações e processos por meio de instrumentos autoavaliativos. *In: FÓRUM DE PROFESSORES DE DIDÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ*, 1., 2012, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba, 2012a.

PUNHAGUI, G. C.; SOUZA, N. A. de. A autoavaliação para a autorregulação da aprendizagem em língua estrangeira: apontamentos. *Cadernos de Educação*, v. 42, n. 11, 2012b.

QUINTANS, V. P. A.; SILVA, K. R. X. P. da. *E aí, Chloé?* Uma estória para você aprender a aprender o francês na escola. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2017.

QUINTANS, V. P. A.; SILVA, K. R. X. P. da. E aí, Chloé? Uma estória-ferramenta para aprender a aprender o francês no 6º ano fundamentada na autorregulação da aprendizagem. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO, CIDADANIA E EXCLUSÃO (CEDUCE)*, 6., 2018, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: UERJ, 2018.

ROJO, R. Entre plataformas, ODAs e protótipos: novos multiletramentos em tempos de WEB2. *ESpecialist*, v. 38, n. 1, 2017.

ROMERO, T. R. de S.; CASAIS, A. A. S. Construção identitária no processo de aprendizagem de língua e cultura em autobiografia de imigrante. *DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada*, v. 35, n. 4, 2019.

ROSÁRIO, P. *Testas o Lusitano*. Porto: Porto Editora, 2004.

SOARES, M. B.; BATISTA, A. A. G. *Alfabetização e letramento*. Belo Horizonte: Ceale/FaE/UFMG, 2005.

ZIMMERMAN, B. J. Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses?. *Contemporary Educational Psychology*, v. 11, n. 4, p. 307-313, 1986.

ZIMMERMAN, B. J. Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, v. 45, n. 1, p. 166-183, 2008.

O Diretório dos Índios e a reorganização do trabalho indígena no reformismo ilustrado pombalino

7

Gabrielly de Bastos Leão
Paulo Miguel Moreira da Fonseca

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos do Diretório dos Índios como uma ferramenta de assimilação indígena e de modernização reformista, uma política implementada pelo Estado português sob o chamado “consulado pombalino”, do primeiro-ministro Marquês de Pombal em 1757. A finalidade do Diretório era integrar os indígenas à sociedade colonial de maneira controlada pelo governo real. Por meio de um alvará régio, o Diretório visava reorganizar o trabalho indígena, afastando os jesuítas da administração das aldeias e prometendo maior liberdade para as populações indígenas. A metodologia adotada para a pesquisa envolve a análise crítica de documentos históricos e da própria fonte, o Diretório dos Índios, com o amparo da bibliografia relacionada, no contexto da política reformista portuguesa, buscando compreender seus

efeitos na vida dos indígenas e sua inserção na estrutura colonial. Os resultados indicam que, apesar da promessa de liberdade, a prática do Diretório resultou em novas formas de exploração e subordinação dos indígenas. Embora a reorganização do trabalho tenha alterado a gestão das aldeias, ela contribuiu para a erosão das culturas indígenas, forçando a adaptação dos povos nativos à lógica do Estado colonial. O estudo também revela a resistência ativa dos indígenas, que, mesmo diante das imposições do Diretório, procuraram preservar suas tradições e sua autonomia. Conclui-se que o Diretório dos Índios, ao fortalecer o controle colonial, não apenas consolidou a exploração, mas também acelerou o processo de apagamento da cultura dos povos indígenas e ampliou o poder do Estado colonial sobre essas populações.

Palavras-chave: Brasil Colonial; Diretório dos Índios; reformismo pombalino.

1 INTRODUÇÃO

Partindo do contexto das reformas ilustradas do século XVIII, em que Portugal buscava modernizar suas estruturas administrativas e econômicas sob uma lógica de racionalização do poder, este trabalho propõe analisar o Diretório dos Índios (1757–1798) como um instrumento central dessa política reformista. Inserido nas transformações promovidas pelo reformismo ilustrado português, o Diretório representou não apenas uma tentativa de disciplinar e integrar as populações indígenas à ordem colonial, mas também um mecanismo de reorganização econômica e

administrativa voltado à exploração mais eficiente dos recursos da colônia. O objetivo principal desta pesquisa é compreender como se deu a aplicação prática do Diretório dos Índios e de que forma ele atuou como uma ferramenta econômica e política de centralização do poder, contribuindo para a consolidação da racionalidade administrativa do Estado português. Busca-se, assim, discutir as implicações desse instrumento normativo na conformação das relações coloniais e na incorporação forçada dos povos indígenas ao sistema produtivo imperial.

O estudo adota um método historiográfico de caráter analítico e interpretativo, fundamentado na leitura crítica de fontes primárias e secundárias. A fonte central de análise é o próprio *Diretório dos Índios (1757)*, examinado em diálogo com a historiografia que analisa o reformismo ilustrado português (Novais, 1989; Kantor, 2014; Villalta, 1999). Essa abordagem busca identificar as estratégias discursivas e normativas presentes no documento, interpretando-as à luz do contexto político-administrativo do período pombalino. A metodologia empregada envolve a análise documental e o estudo comparativo entre as prescrições do Diretório e as práticas efetivas de administração colonial registradas pela historiografia recente. Procedeu-se à leitura integral da fonte e à organização temática de seus dispositivos, com ênfase em aspectos relacionados à gestão econômica, à política de trabalho indígena e à racionalização do território. A partir desse procedimento, pretende-se evidenciar o papel do Diretório como expressão de um projeto de modernização, que articulava a disciplina social à eficiência econômica e à expansão do controle metropolitano sobre as populações coloniais.

2 O DIRETÓRIO ENQUANTO FERRAMENTA DAS REFORMAS ILUSTRADAS

O século XVIII em Portugal foi caracterizado por um intenso processo de transformações estruturais, no qual a racionalização administrativa assumiu papel central. Inserida em um movimento mais amplo de modernização europeia, tal racionalização atendeu a demandas internas do império, marcadas pela necessidade de maior eficiência na gestão colonial, essa centralização do poder foi impulsionada, sobretudo, pela expansão da atividade mineradora em regiões como Minas Gerais, que exigia controle mais rigoroso da arrecadação e da distribuição das riquezas. Paralelamente, a definição das fronteiras ocidentais em relação aos domínios espanhóis impôs desafios de natureza política e militar, demandando respostas administrativas mais coordenadas. Nesse contexto, as reformas empreendidas visaram não apenas aprimorar os mecanismos de governo, mas também assegurar a integridade territorial e a estabilidade econômica do Império Português.

As reformas implementadas refletiam uma tentativa consciente de aplicar o conceito de "razão de Estado", um princípio que enfatizava a necessidade de adotar medidas práticas e racionalizadas para garantir a estabilidade e a eficiência do governo, mesmo que isso implicasse mudanças significativas nas estruturas administrativas existentes (Ribeiro, 2010). Esse conceito, promovido pelo Império Português, visava assegurar o fortalecimento e a integração das estruturas administrativas e políticas da colônia, permitindo uma governança que não só reagisse às necessidades imediatas, mas que também previsse desafios futuros. A implementação desse princípio permitiu um controle mais assertivo e coordenado sobre os vastos e diversificados territórios ultramarinos, promovendo um modelo de administração que buscava equilibrar a autoridade central com as especificidades locais (Ribeiro, 2010).

Para uma compreensão mais aprofundada desse processo, é essencial examinar a figura principal que, embora não tenha sido o pioneiro das políticas ilustradas, assumiu um papel central no processo de continuidade dessas. Sebastião José de Carvalho e Melo, amplamente reconhecido na historiografia como o Marquês de Pombal, exerceu um papel crucial e decisivo na implementação de uma série de transformações políticas e estruturais que ficaram conhecidas como reformas pombalinas. Essas reformas representaram um marco significativo na tentativa de modernização do Estado português, refletindo a influência das ideias ilustradas que permeavam a Europa naquele período. Entre as diversas propostas oriundas das políticas ilustradas que Pombal buscou implementar, destacou-se o Diretório dos Índios. Este alvará teve como objetivo estabelecer diretrizes claras e abrangentes sobre a educação e o tratamento dos povos indígenas nas colônias portuguesas. A implementação desse documento foi particularmente relevante, pois sinalizou uma mudança paradigmática na administração colonial, uma vez que as ordens religiosas, que tradicionalmente desempenharam um papel central na educação e na integração dos indígenas, deixariam de ser responsáveis por esse processo em prol de agentes régios ligados diretamente ao Conselho Ultramarino (Almeida, 1997).

O Diretório tinha como objetivo não apenas regular as práticas educacionais, mas também promover de forma abrangente a assimilação cultural e social dos povos indígenas na sociedade portuguesa. Essa iniciativa buscava fortalecer a autoridade do Estado sobre as populações nativas, permitindo uma integração mais profunda entre os indígenas e os valores culturais da metrópole. Ao mesmo tempo, buscava-se dissociar a administração pública da influência direta da Igreja, que havia desempenhado um papel dominante na gestão das questões indígenas até então. Essa estratégia visava não apenas reforçar a autonomia do Estado, mas também assegurar que a política colonial estivesse alinhada com os interesses da Coroa. Apesar dessa dissociação, é importante destacar que a religião continuava a ocupar um lugar significativo na vida das colônias, funcionando como um elemento de coesão social, mesmo que a influência eclesiástica na administração fosse

reduzida. Assim, o Diretório representou uma tentativa de equilibrar a modernização do Estado com a necessidade de manter laços com a tradição religiosa, criando um novo paradigma na governança colonial que buscava integrar as populações indígenas dentro de um projeto mais amplo de modernização e controle estatal (Kantor, 2014). Assim, o Diretório dos Índios representou um aspecto crucial das reformas pombalinas, refletindo tanto a busca por eficiência administrativa quanto a tentativa de integrar os povos indígenas em um projeto mais amplo de modernização e centralização do poder estatal.

Segundo Almeida (1997), a trajetória política de Sebastião José de Carvalho e Melo ganhou novo impulso com sua nomeação para o cargo de ministro durante o reinado de D. José I, o que representou uma oportunidade decisiva para a consolidação de seu poder. O autor destaca que Pombal demonstrou notável habilidade estratégica e administrativa, evidenciada no projeto de reconstrução de Lisboa após o terremoto de 1755, empreendimento que reforçou sua imagem de líder eficiente. O êxito dessa iniciativa levou à sua promoção ao cargo de primeiro-ministro, posição que lhe conferiu grande influência política, além do reconhecimento social traduzido na concessão dos títulos de Conde de Oeiras, em 1759, e Marquês de Pombal, em 1769, consolidando sua relevância na história política portuguesa. Com a sua ascensão ao cargo de primeiro-ministro, Sebastião José de Carvalho e Melo deu continuidade a uma série de reformas que, posteriormente, passaram a ser identificadas como reformas ilustradas ou reformas pombalinas. Essas reformas não apenas marcaram uma nova fase na administração pública portuguesa, mas também refletiram uma tentativa deliberada e estruturada de racionalizar diversos aspectos do governo, abrangendo uma ampla gama de questões culturais, econômicas e políticas. Entre os principais objetivos dessas reformas estava a modernização da administração, que buscava aumentar a eficiência do Estado e promover uma governança mais centralizada. Essa abordagem abrangia a reformulação de instituições, a promoção do comércio, a fiscalização das atividades econômicas e a tentativa de estabelecer um controle mais efetivo sobre as vastas colônias portuguesas. Um dos aspectos mais significativos das reformas pombalinas diz respeito à educação. Conforme ressaltado por Neves (1998), as reformas pombalinas, no campo da educação, visavam principalmente eliminar a influência da Companhia de Jesus (jesuítas) na formação dos cidadãos. Essa supressão visava não apenas diminuir o poder da ordem religiosa, que tradicionalmente havia exercido uma influência significativa na educação e na cultura, mas também promover um alinhamento maior com os interesses do Estado (Leite, 2004).

Através da implementação de novas diretrizes educacionais, Pombal procurou estabelecer um sistema que fosse mais condizente com os ideais ilustrados da época, buscando promover uma formação mais laica e centrada nas necessidades da administração estatal. Dessa forma, as reformas pombalinas não apenas procuraram modernizar a estrutura governamental, mas também refletiram

uma mudança cultural profunda, com a intenção de criar uma sociedade mais alinhada aos princípios da razão e da utilidade pública (Neves, 1998). Um dos principais pontos de divergência em relação ao processo de racionalização proposto pelas reformas residia na estreita relação entre a Igreja e a administração régia. A presença eclesiástica, que estava profundamente integrada em todas as estruturas administrativas, exercia uma influência considerável, especialmente nas questões relativas à educação e à integração dos povos indígenas.

Na colônia, os jesuítas desempenharam um papel central na administração dos indígenas, atuando como intermediários entre o Estado e as populações nativas. A sua remoção dessa função implicou, portanto, uma concentração de poder nas mãos da Coroa, deslocando responsabilidades que tradicionalmente pertenciam à Igreja. Essa mudança não apenas reconfigurou as dinâmicas de poder, mas também provocou uma série de reações por parte das autoridades locais, que viam tal medida como uma prática de tirania e uma ameaça à autonomia local. Essas tensões culminaram em diversos conflitos políticos, refletindo a resistência à centralização do poder e a necessidade de negociação entre os diferentes interesses envolvidos. A complexidade da administração colonial, portanto, exigia um delicado equilíbrio entre a autoridade da Coroa e as estruturas de poder locais, o que se revelou um desafio contínuo para a implementação das reformas. A resistência dos poderes locais evidenciava as dificuldades em estabelecer um modelo de governança que, ao mesmo tempo, atendesse às demandas do império e respeitasse as particularidades da administração colonial (Almeida, 1997).

Para modificar essa realidade e encontrar um meio de tornar a administração dos indígenas mais rentável para a coroa, surgiu o chamado Diretório que se deve observar nas povoações de índios do Pará e Maranhão enquanto Sua Majestade não mandar o contrário, conhecido como o "Diretório dos Índios" (1757), que não apenas modificou a administração dos indígenas em si, mas também todo um panorama cultural que os envolvia. O documento previa que a administração dos indígenas não mais seria feita pelos religiosos, sendo essa função transferida para agentes públicos. O Diretório propunha a assimilação dos indígenas na sociedade portuguesa, abolindo as distinções entre portugueses e indígenas, conferindo aos últimos os mesmos direitos e deveres que aos primeiros. Desta forma, a assimilação desses povos seria conduzida através da agricultura, da comercialização de produtos agrícolas e do pagamento de tributos. Embora a supressão da influência da Companhia de Jesus na educação fosse um objetivo central das reformas pombalinas, essas mudanças inseriam-se em um esforço mais amplo de reorganização do Estado, que incluía a tentativa de atenuar as distinções sociais herdadas do Antigo Regime, como as ligadas à condição dos cristãos-novos, às desigualdades naturais e à escravidão africana (Mattos, 2010).

No que tange à implementação dessa assimilação, o Diretório dos Índios estabeleceu diretrizes detalhadas para a integração econômica e social dos indígenas por meio da agricultura e

do comércio. Os diretores coloniais eram responsáveis por incentivar a participação ativa dos indígenas nessas atividades, promovendo a autossuficiência das comunidades e sua inserção no mercado local (Coelho, 2013). Apesar de fortalecer a autonomia econômica e social das populações indígenas, grande parte da produção era destinada à Coroa portuguesa, evidenciando a interdependência econômica entre colônias e metrópole. Dessa forma, o Diretório articulava a promoção de uma suposta autossuficiência indígena com a consolidação da economia colonial, integrando práticas produtivas e linguísticas como instrumentos estratégicos de controle e assimilação cultural (Coelho, 2005).

No contexto colonial, o controle da língua constituiu um dos instrumentos mais eficazes de domínio político e cultural. O *Diretório dos Índios* reconhecia a imposição linguística como elemento essencial do processo de colonização, compreendendo a substituição da língua nativa pela língua portuguesa como meio de promover a integração dos indígenas aos valores e costumes da metrópole. Conforme o documento, essa prática era recorrente entre as nações conquistadoras, sendo considerada um mecanismo estratégico para substituir hábitos tidos como “bárbaros” por comportamentos “civilizados” e reforçar a lealdade e a obediência ao novo poder dominante. A partir dessa lógica, o Diretório determinou que os diretores coloniais assegurassem o ensino exclusivo do português nas escolas e demais espaços de instrução, em conformidade com as ordens régias. Tal medida visava não apenas à “civilização” e à assimilação cultural dos indígenas, mas também à consolidação da hegemonia portuguesa sobre o território. Dessa forma, a política linguística estabelecida pelo Diretório revela a dimensão simbólica e coercitiva do idioma como ferramenta de controle social e de afirmação da soberania colonial.

No âmbito educacional, o Diretório dos Índios instituiu um modelo pedagógico voltado à assimilação cultural e à subordinação social dos indígenas ao padrão português. Determinava-se que as meninas indígenas fossem mantidas em regime de recolhimento, onde aprenderiam leitura, escrita e atividades domésticas, enquanto os meninos seriam instruídos em leitura, escrita e aritmética, preparando-se para funções de trabalho e administração colonial. Além disso, o Diretório implementou medidas de uniformização identitária, como a atribuição de sobrenomes portugueses aos indígenas, prática que buscava eliminar distinções culturais e promover a incorporação simbólica dos nativos à sociedade lusa. Essa imposição visava reforçar a hierarquia colonial, associando a adoção de nomes portugueses à ideia de civilização e obediência à Coroa.

Em um plano mais amplo, o Diretório deve ser entendido como parte de um projeto reformista de racionalização administrativa, característico das reformas pombalinas, que buscavam fortalecer o poder do Estado e reduzir a influência da Igreja sobre as decisões políticas e sociais. Assim, o documento expressa a dimensão política e ideológica da colonização, articulando educação, identidade e controle como instrumentos para consolidar o domínio territorial e cultural português.

Sobre o funcionamento do Diretório, Elisa Garcia reforça:

“O amplo projeto do Diretório, por sua vez, encontrou maior ou menor aceitação de acordo com os seus diferentes objetivos, tanto por parte dos colonos como dos índios. Assim, a questão a ser colocada não é se o Diretório dos índios funcionou ou não, mas sim pensa-lo enquanto aplicado a uma realidade específica, buscando compreender como a população indígena dialogou com estas diretrizes e, em muitos casos, delas se utilizou em busca de melhores oportunidades de vida na sociedade na qual estava inserida. Neste sentido, considero importante tomar a legislação não apenas como algo meramente imposto pelo governo colonial, mas também como um espaço onde os conflitos sociais se faziam presentes (Garcia *apud* Ribeiro, 2010, p.73).

O Diretório dos Índios deve ser compreendido não apenas como um instrumento administrativo do Estado colonial português, mas como parte de um projeto político e cultural complexo, que envolveu múltiplos agentes e dinâmicas sociais. Embora tivesse como objetivo a assimilação cultural dos indígenas e a racionalização da educação nas colônias, sua execução foi marcada por contradições e resistências locais, refletindo as dificuldades inerentes à tentativa de impor um modelo europeu sobre realidades socioculturais diversas.

As permanências culturais e tradições indígenas, enraizadas nas práticas cotidianas, mostraram-se resistentes às transformações pretendidas pela Coroa, revelando a não linearidade do processo de colonização. Além disso, as reformas pombalinas, das quais o Diretório fazia parte, enfrentaram conflitos de interesse, sobretudo no tocante à separação entre Igreja e Estado e à manutenção de estruturas tradicionais de poder. Tais tensões evidenciam que a efetivação dessas reformas exigia negociações e adaptações às especificidades locais, o que limitou a eficácia das medidas centralizadoras.

O processo de integração forçada dos indígenas à sociedade portuguesa também gerou repercussões sociais negativas, tanto entre os colonos quanto nas próprias comunidades indígenas. As políticas do Diretório alteraram hierarquias e identidades sociais, deslocando os indígenas para posições subalternas dentro de uma ordem rigidamente estratificada e racializada. Assim, o Diretório deve ser analisado como um instrumento de dominação e reconfiguração social, cujos efeitos ultrapassaram o campo administrativo, atingindo profundamente as dinâmicas culturais e simbólicas do mundo colonial.

A implementação do Alvará, portanto, enfrentou consideráveis obstáculos e resistências por parte da população portuguesa. Essa oposição não se restringiu apenas ao descontentamento com as políticas de assimilação, mas também refletiu uma profunda inquietação em relação à perda de privilégios e ao temor de uma possível subversão das normas sociais estabelecidas. O contexto de rejeição e os desafios enfrentados pelos defensores das reformas evidenciam a complexidade e as tensões inerentes ao processo de assimilação proposto pelo Diretório. Essas dinâmicas sociais

ilustram como a resistência à mudança é frequentemente alimentada por medos enraizados e pela proteção de identidades e privilégios constituídos (Garcia, 2007). Assim, a análise desse processo deve considerar não apenas as intenções reformistas do Estado, mas também as realidades sociais e culturais que moldaram a resposta da população portuguesa. A resistência à assimilação indígena, portanto, deve ser entendida como parte de um panorama mais amplo de conflito e negociação social, onde as relações de poder, identidade e cultura estavam em constante reconfiguração.

O Diretório dos Índios configurou-se como um instrumento de centralização e fortalecimento do poder régio no contexto das reformas administrativas do período colonial. Sua criação respondeu à necessidade de uma governança mais racionalizada e eficiente, em contraposição às práticas descentralizadas que caracterizavam a administração anterior. Ao normatizar aspectos educacionais, sociais e políticos, o Diretório visava integrar as populações indígenas ao aparato estatal, instaurando uma lógica de uniformização administrativa e cultural.

Entretanto, a implementação dessas medidas provocou resistências e tensões nas colônias, evidenciando os conflitos entre as tradições locais e as novas diretrizes metropolitanas. Nesse sentido, o Diretório não deve ser compreendido apenas como um mecanismo de controle, mas como parte de um projeto mais amplo de modernização do Estado português, inserido em um contexto de transformação global.

Todavia, ao impor normas e valores europeus sobre as comunidades indígenas, o Diretório contribuiu para a supressão de identidades culturais e para a consolidação de uma política de assimilação e dominação simbólica. Dessa forma, sua análise exige uma leitura crítica das políticas coloniais, que ultrapassavam os objetivos administrativos e econômicos, revelando a dimensão ideológica e civilizatória do empreendimento colonial português.

3 SOBRE O REGIMENTO QUE ORGANIZOU O DIRETÓRIO

O Diretório foi um regimento meticulosamente elaborado com o propósito de reestruturar e sistematizar a administração, organização e supervisão dos povos indígenas. Este documento detalhou uma ampla gama de aspectos da vida indígena, abordando de forma significativa suas conexões diretas e indiretas com a Coroa portuguesa. Estruturado em 95 parágrafos, o Diretório dividiu-se em diversas seções temáticas que se relacionavam umas com as outras, refletindo áreas distintas de interesse e controle colonial. *A relação entre a Coroa e os povos indígenas ocupa 16,8% do documento, evidenciando a importância atribuída à gestão das comunidades sob a ótica colonial. O tema da fé, que corresponde a 4,21% do conteúdo, trata das questões religiosas e da integração dos indígenas aos preceitos cristãos. A gestão das comunidades indígenas, representando 27,36%*

do texto, abrange as estratégias e práticas administrativas necessárias para a efetiva supervisão das populações indígenas. Os parágrafos dedicados às tradições indígenas somam 29,47% do documento e abordam a forma como as práticas culturais indígenas deveriam ser modificadas ou substituídas para alinhar-se aos padrões impostos pelos colonizadores. A educação das crianças, que ocupa 5,26% do texto, discute os métodos e objetivos educacionais para a formação dos indígenas segundo os valores da metrópole. A economia e as formas produtivas são os temas predominantes, abrangendo 56,83% do documento, refletindo a ênfase na reorganização econômica das comunidades indígenas e sua integração na economia colonial. Por fim, o trabalho, que constitui 14,73% do conteúdo, aborda a gestão do trabalho indígena e as condições de trabalho impostas pelo regime. É crucial notar que alguns parágrafos do documento cobrem múltiplos aspectos a serem impostos pelo regimento, não se limitando a uma única temática, mas integrando diversas áreas de interesse sob uma perspectiva abrangente de controle e administração (Almeida, 1997).

3.1 RELAÇÃO ENTRE A COROA E OS POVOS INDÍGENAS

No que tange à relação com os indígenas, o documento ressalta a necessidade desses povos de serem administrados, uma vez que são entendidos como incapazes de cuidar de si mesmos e viver uma vida cristã e de súdito branco. Dessa forma, o documento descreve como a educação deve ser implementada, quais as situações passíveis de punições e como essas punições deveriam ser aplicadas. Além disso, oferece uma ampla explicação direcionada aos diretores para que soubessem introduzir a civilidade portuguesa aos indígenas.

3.2 FÉ

A fé cristã constituiu um elemento central no processo de integração dos povos indígenas à sociedade colonial portuguesa, funcionando como instrumento de civilização e de controle social. Sua adoção era vista como condição essencial para a incorporação dos indígenas aos padrões morais e culturais europeus, promovendo a internalização dos valores da metrópole. Após a expulsão dos jesuítas, o documento analisado redefine o papel da evangelização, orientando a implementação de novas formas de catequese que assegurassem a continuidade da dominação religiosa e política. Desse modo, a religião cristã ultrapassou seu caráter espiritual, assumindo função estratégica na consolidação da ordem colonial e na subordinação dos indígenas ao sistema imperial português.

3.3 GESTÃO DAS COMUNIDADES INDÍGENAS

A dimensão política revelou-se essencial no processo de colonização portuguesa, servindo como base para a organização das relações de poder entre colonizadores e colonizados. No contexto do Brasil colonial, o *Diretório dos Índios* consolidou esse princípio ao definir, de forma normativa, os mecanismos de controle e administração das populações indígenas. O documento regulamentou aspectos como a cobrança de tributos, a distribuição de cargos administrativos e a estrutura hierárquica entre indígenas e a Coroa portuguesa, com o objetivo de assegurar uma exploração mais racional e eficiente. Ao impor obrigações fiscais e administrativas, o Diretório institucionalizou a subordinação dos indígenas, convertendo-os em agentes subordinados à lógica do Estado colonial e reforçando o caráter político da dominação imperial.

3.4 TRADIÇÕES

A cultura determina a quem pertence aquele espaço. O Diretório traçou, em grande parte do documento, quais aspectos culturais deveriam ser abolidos e quais deveriam ser inseridos ou alterados no contexto da colonização dos indígenas, como língua, arquitetura das habitações, casamentos e até a rotina cotidiana.

3.5 EDUCAÇÃO DAS CRIANÇAS

A educação no contexto colonial português constituiu-se como um instrumento estratégico de dominação cultural, social e política, voltado à assimilação dos povos indígenas aos valores e estruturas da metrópole. Conforme previsto no Alvará de criação do Diretório dos Índios, o ensino indígena foi rigidamente organizado segundo os papéis de gênero, refletindo a lógica patriarcal da sociedade colonial.

A formação dos meninos indígenas tinha caráter utilitário e político, orientada para o aprendizado da língua portuguesa, dos valores cristãos e das práticas administrativas, com o objetivo de integrá-los ao sistema colonial como súditos leais e mão de obra produtiva nas esferas econômica e burocrática. Já a educação das meninas indígenas visava moldá-las segundo o ideal cristão de esposa e mãe, centrando-se em tarefas domésticas e na moral religiosa, de modo a reforçar a estrutura familiar patriarcal que sustentava a ordem colonial. Embora o Diretório tenha formalmente afastado as ordens religiosas da administração educacional, o catolicismo tridentino reformado permaneceu como eixo ideológico fundamental. A fé cristã continuou a servir como

instrumento de legitimação do domínio português, integrando-se ao currículo como forma de controle moral e social.

Assim, o modelo educacional imposto aos indígenas ultrapassou a mera transmissão de conhecimentos, configurando-se como uma política sistemática de aculturação e subordinação, destinada a produzir sujeitos dóceis, obedientes e conformes aos valores da sociedade portuguesa. A educação, nesse contexto, consolidou-se como um dos pilares mais eficazes do projeto colonial de civilização e controle, atuando na formação de identidades alinhadas à lógica imperial.

3.6 ECONOMIA E FORMAS PRODUTIVAS

A dimensão econômica do Diretório dos Índios reflete de maneira clara e explícita os interesses da Coroa portuguesa em controlar, organizar e maximizar os recursos da colônia, garantindo que o fluxo de riqueza para Portugal fosse constante e significativo. O alvará régio, ao traçar as diretrizes econômicas, procurou regular de forma detalhada os deveres econômicos da colônia em relação à metrópole. Especificamente, ele delineou com precisão o quanto deveria ser gasto na administração da colônia, com que tipos de recursos e insumos, e o quanto dessa produção deveria ser destinado diretamente para o benefício da Coroa. Ou seja, a economia da colônia deveria ser organizada de forma a garantir que a maior parte dos lucros fosse transferida para os cofres portugueses, fortalecendo, assim, o império e perpetuando a dependência econômica da colônia em relação à metrópole. Em relação ao comércio e ao mercado colonial, o Diretório dedicou uma parte significativa de seu conteúdo ao estabelecimento de uma estrutura rígida para as transações comerciais. Ele descreveu minuciosamente o que poderia ser comercializado, como as mercadorias deveriam ser transportadas e para onde deveriam ser enviadas, e quem teria permissão para negociar esses produtos. O controle meticuloso sobre o mercado e o comércio visou garantir que as riquezas da colônia, especialmente aquelas relacionadas à produção agrícola e mineral, fossem extraídas e redistribuídas de forma que beneficiassem principalmente a Coroa portuguesa. O regime pombalino procurou, assim, evitar que os recursos naturais e as riquezas produzidas na colônia permanecessem nas mãos de elites locais, fazendeiros e mercadores ou se desviassem para outros reinos europeus.

No que diz respeito à agricultura, que era a principal fonte de riqueza da colônia, o Diretório também forneceu orientações detalhadas sobre o tipo de cultivo que deveria ser priorizado, as quantidades mínimas de insumos que precisariam ser cultivados e sua finalidade específica para atender às necessidades do mercado colonial e da sociedade portuguesa. A produção agrícola deveria ser organizada para garantir que houvesse uma oferta estável de alimentos essenciais e

produtos que fossem diretamente vantajosos para o comércio colonial. Um exemplo claro dessa orientação é a importância atribuída ao cultivo de mandioca, uma planta fundamental para a alimentação da população colonial, especialmente como base para a produção de farinha, ingrediente básico na dieta local. A Coroa compreendia que o cultivo de mandioca e outros produtos agrícolas, como o milho, o arroz e o trigo, era essencial para a manutenção da ordem e estabilidade dentro da colônia, além de desempenhar um papel vital no abastecimento das populações urbanas e das forças militares coloniais. Esse enfoque agrícola também visou garantir que a colônia fosse autossuficiente em termos de alimentos básicos, o que reduziria a necessidade de importações dispendiosas de Portugal. Além disso, o Diretório também enfatizava a importância do cultivo de produtos voltados para o comércio externo, como o açúcar, o tabaco e o algodão, cuja produção estava diretamente ligada aos interesses mercantis da Coroa. Esses produtos eram essenciais para o fortalecimento da economia imperial, pois alimentavam o comércio internacional, e geravam grandes lucros para a metrópole. A organização dessa produção agrícola deveria ser supervisionada para que fosse realizada de acordo com as necessidades do mercado europeu e, ao mesmo tempo, para garantir que a maior parte da produção fosse destinada à exportação, com o objetivo de garantir o fluxo contínuo de riquezas para Portugal.

Assim, ao tratar da agricultura e do mercado no contexto do Diretório, é possível perceber que a preocupação econômica não se limitou apenas ao controle da produção de alimentos e mercadorias, mas também à organização de um sistema econômico colonial que fosse eficiente e capaz de sustentar o império português. A agricultura, embora essencial para a subsistência da população local, tinha um caráter fortemente voltado para os interesses da Coroa, que utilizou a produção como um meio de garantir a transferência de riqueza para Portugal. A gestão da agricultura, nesse contexto, estava atrelada diretamente aos interesses econômicos e políticos da Coroa, com o objetivo de maximizar os lucros derivados das atividades coloniais e, ao mesmo tempo, garantir a continuidade da exploração das populações indígenas e da força de trabalho escravizada.

3.7 TRABALHO

Para garantir que a economia colonial se desenvolvesse de acordo com os interesses da Coroa portuguesa, o Diretório dos Índios enfatizou de maneira clara e estratégica a importância do trabalho das populações indígenas. No contexto de uma economia que precisava de uma mão de obra constante e disciplinada, o trabalho indígena se tornou um dos pilares essenciais para a manutenção e o crescimento das atividades econômicas coloniais. Para garantir que os indígenas se engajassem nesse sistema de trabalho, a Coroa não apenas os via como fontes de mão de obra, mas buscava transformá-los em colaboradores ativos e subordinados ao projeto econômico do império. Assim, a

adoção de estratégias de convencimento tornou-se crucial, e uma das ferramentas mais eficazes para essa tarefa foi a religião. A religião, como instituição de controle social e ideológica, teve um papel fundamental na moldagem do comportamento e das atitudes dos indígenas em relação ao trabalho. O alvará do Diretório estabelecia que, ao integrar os povos indígenas à fé cristã, eles seriam educados para compreenderem a importância do trabalho como um dever moral e espiritual, em consonância com os preceitos cristãos.

A concepção de trabalho, agora incorporada à religiosidade cristã, passou a ser vista não apenas como uma necessidade econômica, mas como uma virtude dentro da fé, o que ajudou a suavizar as tensões e resistências que os indígenas poderiam ter em relação a essa prática. Essa estratégia religiosa visava uma aceitação mais fluida e menos resistente por parte das populações indígenas. Ao incorporar a ideia de que trabalhar era um mandamento cristão e uma ação redentora, o Diretório procurou não só garantir a disponibilidade de trabalho, mas também a subordinação dos indígenas aos interesses da Coroa. Além disso, a religião desempenhou um papel na criação de uma consciência coletiva entre os indígenas, de modo que, por meio de um processo de catequização, eles passaram a ver seu trabalho como uma maneira de servir a Deus e à sociedade colonial. Isso ajudou a estabelecer uma relação mais cooperativa e menos conflituosa entre o sistema colonial e as populações indígenas, suavizando as resistências que surgiram diante da exploração da força de trabalho.

Além disso, o Diretório explicitou que, ao trabalhar dentro das novas estruturas da sociedade colonial, os indígenas poderiam também ocupar posições de destaque, incluindo cargos públicos. A política pombalina propunha uma integração gradual e, aparentemente, voluntária das populações indígenas na administração local, permitindo-lhes desempenhar funções de autoridade, como juízes ordinários e camarários das câmaras municipais. Essa medida, embora aparentemente benéfica para os indígenas, serviu, na verdade, como mais uma forma de controle, já que esses cargos foram estruturados para garantir que os indígenas se vissem não apenas como súditos da Coroa, mas também como parte de uma engrenagem mais ampla que controlava as relações de poder no sistema colonial. A ocupação desses cargos reforçou a autoridade da Coroa sobre os indígenas e, ao mesmo tempo, promoveu uma falsa sensação de autonomia e poder local, o que minimizou eventuais conflitos e resistência à sua integração no sistema colonial. Para convencer os indígenas a aceitar essas novas formas de trabalho e os papéis que lhes foram atribuídos, o Diretório também delineou estratégias específicas de persuasão. Ao longo do documento, há menções a incentivos e medidas que deveriam ser tomadas para garantir que os indígenas não apenas aceitassem o trabalho, mas o fizessem de boa vontade. O sistema de convencimento incluiu, por exemplo, a promoção de uma ideia de bem-estar coletivo, em que se apresentou o trabalho como essencial para o fortalecimento da comunidade indígena e da sociedade colonial como um todo. Através dessa retórica, buscou-se criar uma cultura de aceitação do trabalho compulsório, transformando-o

de uma tarefa árdua em uma atividade necessária para a construção de uma sociedade "civilizada" e harmônica sob os preceitos da Coroa portuguesa.

Dessa forma, o Diretório dos Índios, ao reforçar a centralidade do trabalho nas comunidades indígenas, não apenas como uma necessidade econômica, mas como um princípio moral cristão, procurou transformar o processo de subordinação da mão de obra indígena em algo mais aceitável e legitimado tanto social quanto espiritualmente. Isso fez parte de um processo mais amplo de controle social e de integração dos povos indígenas à lógica colonial, onde a religião e a política se entrelaçaram para garantir que os objetivos da Coroa fossem alcançados de forma eficaz e duradoura.

4 A INSERÇÃO INDÍGENA NA ECONOMIA COLONIAL

O Diretório dos Índios, instituído pelo Marquês de Pombal em 1757 por meio de alvará régio, constituiu um instrumento estratégico para consolidar o controle colonial sobre as populações indígenas no Brasil. Seu objetivo central consistia em integrar os indígenas à sociedade colonial de maneira controlada, reorganizando a administração das aldeias, transferindo a jurisdição temporal dos jesuítas para os diretores coloniais e promovendo a ocupação de cargos administrativos pelos próprios indígenas, ainda que sob a supervisão do Estado. Embora o documento proclamasse a liberdade dos indígenas, na prática, estabeleceu mecanismos de exploração econômica e subordinação social, assegurando mão de obra organizada para os fazendeiros e direcionando os recursos gerados para a Coroa. O Diretório também buscou impor normas culturais e religiosas, promovendo a assimilação ao modelo luso-cristão e a supressão de práticas culturais indígenas, funcionando como ferramenta de controle cultural e político.

Apesar das pressões e da exploração, os indígenas demonstraram resistência e adaptação, mantendo, em muitos contextos, elementos de autonomia e práticas culturais próprias (Almeida, 2010). Assim, o Diretório deve ser compreendido como uma política de dominação que articulou administração, economia e cultura para consolidar a autoridade colonial, cujos efeitos repercutiram na organização social e econômica do Brasil e na posição dos povos indígenas ao longo da história (Almeida, 2014; Monteiro, 1994).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As políticas indigenistas implementadas pelo Diretório dos Índios refletiram as complexas dinâmicas de controle, exploração e integração forçada que caracterizaram o Brasil colonial no

período reformista do consulado pombalino. Ao prometer uma reorganização do trabalho indígena com a promessa de liberdade e integração à sociedade colonial, o regimento funcionou essencialmente como uma ferramenta para consolidar o domínio português sobre esses povos. A promessa de liberdade, ao mesmo tempo, era profundamente contraditória. Embora os indígenas fossem formalmente libertados da condição de escravos, as práticas de trabalho compulsório e a retirada de seus direitos culturais e autonomia continuaram a mantê-los em um estado de subordinação constante. Assim, a liberdade que o Diretório prometeu era mais um artifício que mascarava um novo formato de exploração, mantendo os indígenas sob controle, em que a autonomia e os direitos dos povos originários eram fortemente restringidos. Além disso, a transferência do controle das aldeias dos missionários para os diretores coloniais teve implicações diretas na intensificação da exploração do trabalho indígena, que, agora sob a supervisão dos agentes coloniais, passou a atender de maneira mais eficiente aos interesses econômicos da Coroa portuguesa e dos grandes proprietários de terra. Esse movimento evidenciou a função do Diretório como um dispositivo que facilitava o trabalho indígena em benefício da economia colonial, principalmente em relação à extração de recursos naturais e à produção agrícola.

Ao analisar o conteúdo do Diretório dos Índios, torna-se evidente que o interesse econômico português foi o principal motor por trás do documento. Apesar de o alvará ter sido formalmente elaborado com a intenção de reorganizar a educação e promover a assimilação dos indígenas, mais da metade do documento trata diretamente de questões de ordem econômica, revelando que a principal preocupação era garantir uma fonte de mão de obra estável e barata para sustentar o crescimento das atividades econômicas coloniais. Em um momento de crescente demanda por recursos naturais e necessidade de consolidar o controle territorial, a Coroa e os colonos viabilizaram um novo regime de trabalho indígena, que, embora não fosse compulsório nos moldes tradicionais, continha elementos de exploração intensificada, principalmente nas atividades agrícolas. Nesse novo sistema, a mão de obra indígena foi reconfigurada de maneira a beneficiar diretamente os fazendeiros e outros proprietários coloniais, sem os custos relacionados à compra de escravos africanos. Ao garantir o controle sobre a mão de obra indígena e sobre as terras onde essas populações viviam, a Coroa aumentou sua capacidade produtiva, especialmente em regiões menos acessíveis aos grandes centros escravistas, como o interior do Pará e do Maranhão. As aldeias indígenas, sob a supervisão dos diretores, tornaram-se uma reserva estratégica de trabalhadores que podiam ser mobilizados para suprir as necessidades dos latifundiários em momentos de alta demanda por trabalho, como nas colheitas. Assim, os aldeamentos passaram a ser não apenas centros de integração, mas também fontes de mão de obra barata para os interesses econômicos coloniais, principalmente no que dizia respeito à produção de gêneros essenciais, como açúcar, tabaco e outros produtos voltados para a exportação.

Por outro lado, a historiografia contemporânea tem procurado reinterpretar esse processo de maneira mais abrangente, considerando também a agência dos próprios indígenas em meio à colonização. Estudos de historiadores como Maria Regina Celestino têm mostrado que, em algumas regiões, os indígenas desempenharam um papel ativo no processo colonial. Embora os aldeamentos representassem uma alternativa menos violenta ao regime de escravidão, ainda era uma forma de exploração, com intensos controles sobre as populações indígenas. Essas novas abordagens, ao invés de focar apenas o desaparecimento dos indígenas, destacam as diversas formas de resistência, adaptação e negociação que essas populações desenvolveram ao longo do período colonial. Muitos indígenas adaptaram-se aos novos modos de produção impostos pelos colonizadores, enquanto outros resistiram ativamente às imposições do regime colonial, buscando preservar suas culturas e autonomia, sempre que possível.

Assim, embora o Diretório dos Índios tenha sido uma tentativa significativa de reconfigurar o trabalho indígena e sua integração à sociedade colonial, ele deve ser entendido como parte de um projeto mais amplo de dominação colonial. Ao impor novas formas de controle, com uma ênfase clara nos interesses econômicos da Coroa portuguesa e dos grandes proprietários de terra, o Diretório contribuiu para a dissolução das identidades indígenas e a subordinação das comunidades nativas ao sistema econômico e político colonial. Sua implementação teve um impacto profundo, cujas consequências se estenderam além do século XVIII, afetando de maneira duradoura a formação da sociedade brasileira. Esse processo de subordinação e exploração das populações indígenas, enquanto garantiu o fortalecimento do sistema colonial, também teve efeitos que perduraram por gerações, influenciando a posição das comunidades indígenas na sociedade brasileira moderna. A análise dessas políticas nos convida a refletir sobre os impactos de longo prazo da colonização sobre as populações nativas e sobre como os vestígios dessas estruturas de dominação ainda podem ser observados na atualidade.

OS AUTORES

Gabrielly de Bastos Leão

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Licenciatura em História – Pibic
leao.bastos@academico.ifg.edu.br

Paulo Miguel Moreira da Fonseca

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas I
paulo.fonseca@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R. C. de. Os índios na história do Brasil. *Revista Brasileira de História*, São Paulo, v. 30, n. 59, p. 279–282, 2010.
- ALMEIDA, M. R. C. de. Catequese, aldeamento e missão. In: FRAGOSO, J. (org.). *O Brasil Colonial*: volume 1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2014. p. 435–478.
- ALMEIDA, R. H. de. *O Diretório dos Índios*: um projeto de civilização no Brasil do século XVIII. Brasília: Ed. UnB, 1997.
- COELHO, M. C.; SANTOS, R. R. N. dos. Monstruoso *systema (...)* intrusa e abusiva jurisdição: o Diretório dos Índios no discurso dos agentes administrativos coloniais (1777–1798). *Revista de História*, São Paulo, n. 168, p. 100–130, 2013.
- COELHO, M. C. *Do sertão para o mar*: um estudo sobre a experiência portuguesa na América, a partir da Colônia: o caso do Diretório dos Índios (1751–1798). Tese (Doutorado em História) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- GARCIA, E. F. O projeto pombalino de imposição da língua portuguesa aos índios e a sua aplicação na América meridional. *Tempo*, v. 12, n. 23, p. 23–38, 2007.
- KANTOR, Í. Novas expressões da soberania portuguesa na América do Sul: impasses e repercussões do reformismo pombalino na segunda metade do século XVIII. In: FRAGOSO, J.; GOUVÊA, M. de F. (org.). *O Brasil Colonial*: volume 3 (ca. 1720 – ca. 1821). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2014. p. 463–482.
- LEITE, S. *História da Companhia de Jesus no Brasil (Tomo VIII – Escritores de A a M)*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1949. v. 8.
- MATTOS, H. M. A escravidão moderna nos quadros do Império português: o Antigo Regime em perspectiva atlântica. In: FRAGOSO, J.; BICALHO, M. F.; GOUVÊA, M. de F. (Org.). *O Antigo Regime nos Trópicos*: a dinâmica imperial portuguesa (séculos XVI–XVIII). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010. p. 141–162.
- MONTEIRO, J. M. *Negros da terra*: índios e bandeirantes nas origens de São Paulo. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.
- NEVES, G. P. das. Repercussão, no Brasil, das reformas pombalinas na educação: o Seminário de Olinda. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, ano 159, n. 401, p. 1707–1728, 1998.
- NOVAIS, F. A. *Portugal e Brasil na crise do antigo sistema colonial (1777–1808)*. 5. ed. São Paulo: Hucitec, 1989.
- RIBEIRO, M. S. “Se faz preciso misturar o agro com o doce”: a administração de Gomes Freire de Andrada, Rio de Janeiro e centro-sul da América Portuguesa (1748–1763). Tese (Doutorado em História) – Faculdade de História, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), 2010.
- VILLALTA, L. C. *Reformismo e leitura na América Portuguesa*: censura e livros no século XVIII. São Paulo: Edusp; Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

CIÊNCIAS DA VIDA



em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



Alterações no bem-estar psicológico e saúde mental de estudantes de cursos técnicos integrados de uma Instituição de ensino de Goiás

8

Ana Clara Lowe Galle Barbosa
Adria Assunção Santos de Paula
Karla de Aleluia Batista
Hellen da Silva Cintra de Paula

Resumo

O presente estudo investigou a prevalência de alterações no bem-estar psicológico e na saúde mental de estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio em tempo integral do Instituto Federal de Goiás (IFG), Câmpus Goiânia Oeste. Realizado ao longo de 12 meses com 149 participantes entre 14 e 20 anos, o estudo utilizou questionários baseados em instrumentos validados para identificar sintomas e fatores associados ao sofrimento psicológico. Os resultados revelaram que 96,6% dos estudantes já vivenciaram sintomas como desânimo, tristeza, irritabilidade, insônia e isolamento social, sendo que 34,9% assinalaram frequência regular desses sintomas. Além disso, 15,4% dos alunos

relataram uso de medicamentos para ansiedade ou humor, 11,4% automutilação, 10,7% consumo de álcool e menores percentuais para outras substâncias. Ainda assim, a maioria (71,8%) afirmou não praticar comportamentos de risco. Em relação às redes sociais, 65,8% observaram impactos positivos e negativos sobre sua saúde mental. O bullying também se destacou: 77,9% já presenciaram ou sofreram situações de violência escolar, com impacto significativo para quase um terço dos afetados. Os dados evidenciaram a necessidade de estratégias de apoio à saúde mental e a implementação de políticas educacionais voltadas à prevenção de transtornos mentais entre adolescentes.

Palavras-chave: saúde mental; ensino médio; adolescentes.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o termo saúde mental pode ser definido como um estado de bem-estar mental que permite às pessoas lidar com as tensões da vida, realizar as suas capacidades, aprender, trabalhar bem e contribuir para a sua comunidade. A saúde mental é mais do que a ausência de perturbações mentais. Ela é um componente integral da saúde e do bem-estar que sustenta as nossas capacidades individuais e coletivas para tomar decisões, estabelecer relações e moldar o mundo em que vivemos (WHO, 2022a).

A saúde mental é de extrema importância na vida dos indivíduos dado que é um direito humano básico e interfere significativamente no dia a dia social: na saúde pública e bem-estar das pessoas, na relação entre os indivíduos e até mesmo no desenvolvimento socioeconômico, seja através dos custos diretos de tratamento, ou indiretamente, por meio da redução da produtividade econômica, taxas de desemprego mais elevadas e outros impactos econômicos (WHO, 2022b).

A história da saúde mental é marcada por negligência e preconceitos e, muitas vezes, ela não foi tratada como algo importante. Durante a Idade Média, os “hospitais” eram locais para os quais pessoas que eram indesejadas pela sociedade (incluindo aquelas consideradas “loucas”) eram mandadas. Esses lugares não tinham como objetivo a cura, ou seja, não tinham finalidade médica. Eram, na realidade, uma espécie de morredouro, de forma que esses indivíduos permaneciam sem cuidados e, frequentemente, em condições precárias até morrerem. Sendo assim, pessoas que possuíam alterações/perturbações relacionadas à saúde mental eram isoladas, sofrendo um processo de exclusão da sociedade (Barbosa *et al.*, 2016; Fortuna; Batista, 2012; Guedes *et al.*, 2010).

Nos dias atuais, a realidade referente à saúde mental ainda apresenta desafios, como por exemplo a falta de investimentos, o estigma e o preconceito (Onocko-Campos, 2019). Entretanto, com o passar do tempo, foi possível observar uma evolução nesse cenário e na forma como pessoas com sofrimento psíquico são tratadas (Cândido *et al.*, 2012; Fernandes *et al.*, 2024). A redemocratização e o processo da Reforma Psiquiátrica foram fatores que colaboraram com isso, à medida que permitiram a criação de redes assistenciais pelo país com grande expansão de serviços comunitários (Onocko-Campos, 2019).

Além disso, mesmo que a saúde mental seja essencial, atualmente é possível observar que diversas alterações relacionadas a ela estão presentes em grande parte da sociedade, inclusive na parcela da população composta por adolescentes e jovens, que são significativamente afetados (WHO, 2022b). A depressão é uma das principais causadoras de incapacidade no mundo (WHO, 2021a), até mesmo entre os adolescentes (OPAS-OMS, 2021). Inclusive, em certos cenários, a depressão pode induzir ao suicídio, que é a quarta principal causa de morte entre pessoas de 15 a 29 anos (WHO, 2022b).

Outrossim, alterações relacionadas à saúde mental são responsáveis por 13% da carga global de doenças e lesões em pessoas com idade entre 10 e 19 anos e estima-se que 1 em cada 7 (14%) pessoas entre os 10 e os 19 anos de idade sofrem de problemas de saúde mental, mas eles, em sua maioria, não são identificados e nem tratados. O fato de a maioria dos casos relacionados às alterações na saúde mental dos adolescentes e jovens não ser detectada nem cuidada devidamente

agrava ainda mais a situação, pois isso gera consequências que perduram até a fase adulta, interferindo negativamente na saúde tanto física quanto mental, nas relações interpessoais, no trabalho e na qualidade de vida (WHO, 2021b).

Além disso, alterações no bem-estar psicológico e na saúde mental de adolescentes e jovens podem afetar seu aprendizado e educação (Sun *et al.*, 2021; Patel *et al.*, 2007). Estudos indicam que indivíduos que possuem transtornos mentais, como ansiedade e depressão, são mais vulneráveis ao abandono escolar do que aquelas pessoas que não possuem esses transtornos (Butterworth; Leach, 2018). Além disso, o sofrimento psíquico nessa parcela da população muitas vezes ocasiona em uma redução do sucesso escolar – e também em abuso de substâncias e violência (Sun *et al.*, 2021; Patel *et al.*, 2007), enquanto um equilíbrio das funções mentais em adolescentes e jovens pode reduzir o desgaste e melhorar o funcionamento educativo e psicossocial (Auerbach *et al.*, 2016).

Portanto, uma boa saúde mental é muito importante para os adolescentes e jovens estudantes. Porém, apesar disso, atualmente ainda existem muitos casos nos quais alterações relacionadas à saúde mental estão presentes nessa parcela da população. Diante disso, o objetivo deste projeto consistiu em investigar a prevalência de alterações no bem-estar psicológico e na saúde mental de estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio em tempo integral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Para alcançar esse propósito, buscou-se determinar a prevalência dessas alterações entre os estudantes, identificar os transtornos de saúde mental mais comuns ou as preocupações mais recorrentes enfrentadas por eles, além de explorar os fatores que contribuem para o sofrimento psicológico nessa população. A partir dos achados deste estudo, será possível formular recomendações para a elaboração de intervenções que visem aprimorar o suporte ao bem-estar psicológico e à saúde mental dos estudantes dos cursos técnicos integrados do IFG.

2 METODOLOGIA

Este projeto foi realizado por meio de um estudo observacional com duração de 12 meses. O grupo amostral da pesquisa (sujeitos) foi composto por 149 estudantes do ensino médio integrado ao ensino técnico em tempo integral de câmpus Goiânia Oeste do IFG. Os estudantes eram regularmente matriculados no primeiro ao terceiro ano dos seguintes cursos técnicos integrados: Análises Clínicas, Nutrição e Dietética e Vigilância em Saúde.

A coleta dos dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário elaborado pela equipe de pesquisa (anexo 1), com base em instrumentos validados para avaliar o bem-estar psicológico, identificar transtornos de saúde mental e explorar os fatores que contribuem para o sofrimento psicológico na população de estudantes.

Além do instrumento de pesquisa, houve também a elaboração dos termos de consentimento livre esclarecido e Termo de Assentimento (TCLE e TALE) e, após isso, realizou-se a submissão do projeto ao comitê de ética em pesquisa do IFG. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética sob o parecer de número: 6.197.347. Em seguida, foi realizada a divulgação do projeto de pesquisa no câmpus onde o questionário foi aplicado e os estudantes foram convidados a participar do estudo. Caso aceitassem participar, deveriam assinar o TCLE e, para os menores de idade, também foi requerida a assinatura do TCLE e do TALE. O questionário foi então aplicado de forma on-line (formulário eletrônico construído na plataforma do Google Forms) e anônimo.

Após a finalização das aplicações dos questionários, os dados gerados foram tabulados e analisados por meio de ferramenta estatística apropriada. Neste estudo foi verificada apenas a frequência das variáveis para estimar a prevalência de alterações no bem-estar psicológico e na saúde mental da população estudada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

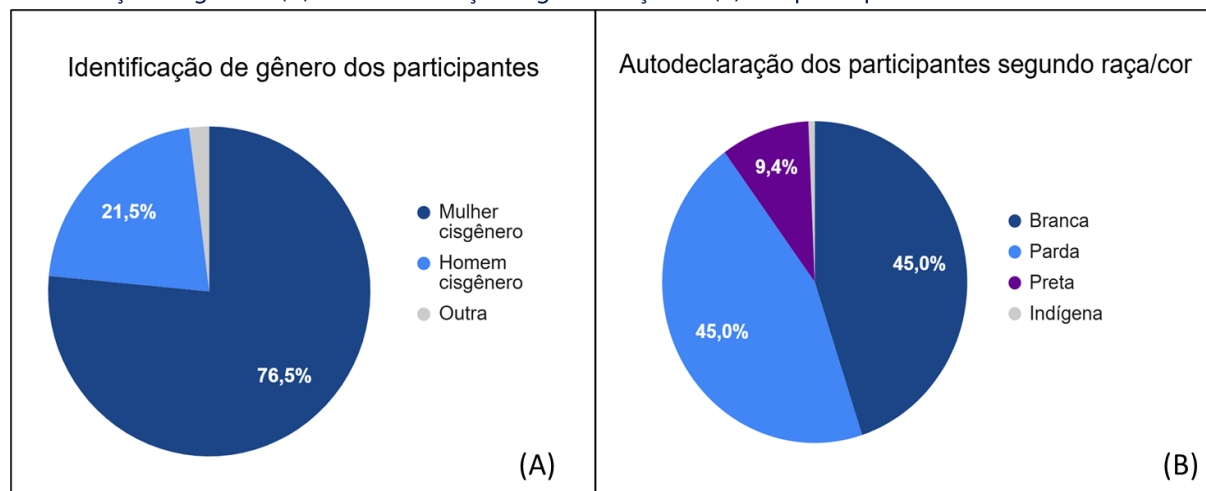
Entre novembro de 2023 e abril de 2024, o questionário desta pesquisa foi aplicado a 153 estudantes. Desses, 4 não aceitaram participar do estudo e os outros 149 aceitaram e assinaram o TCLE e/ou TALE. Os estudantes que responderam todo o questionário tinham idade média de 16 anos, variando de 14 a 20 anos ($DP = 1,15$ anos).

Os participantes do estudo estavam regularmente matriculados nos cursos técnicos integrados ao ensino médio em tempo integral do IFG Câmpus Goiânia Oeste: 43,6% do curso técnico de Nutrição e Dietética, 35,6% de Análises Clínicas e 20,8% de Vigilância em Saúde, e distribuídos entre o primeiro, segundo e terceiro anos de seus cursos.

Em relação ao total de estudantes, a maioria dos indivíduos (76,5%) se declarou mulher cisgênero (Figura 1). Esses dados mostram que os cursos do IFG Goiânia Oeste são compostos majoritariamente por mulheres, como é comum em cursos da área da saúde. Quanto à raça/cor (Figura 1), a amostra foi composta majoritariamente de brancos e pardos (ambos 45%), seguidos de pretos (9,4%) e indígenas (0,7%).

FIGURA 1

Identificação de gênero (A) e autodeclaração segundo raça/cor (B) dos participantes



Fonte: Elaboração própria (2024).

No que se refere às características socioeconômicas avaliadas, a Tabela 1 apresenta a renda familiar mensal autodeclarada dos participantes do estudo. A maior parte dos estudantes (40,3%) declarou possuir uma renda familiar entre 1 e 3 salários mínimos.

TABELA 1

Renda familiar autodeclarada dos participantes do estudo

Variável	Frequência (%)
Até salário mínimo	20,1
Entre 1 e 3 salários mínimos	40,3
Mais que 3 salários mínimos	16,1
Não sei informar a renda da minha família	23,5

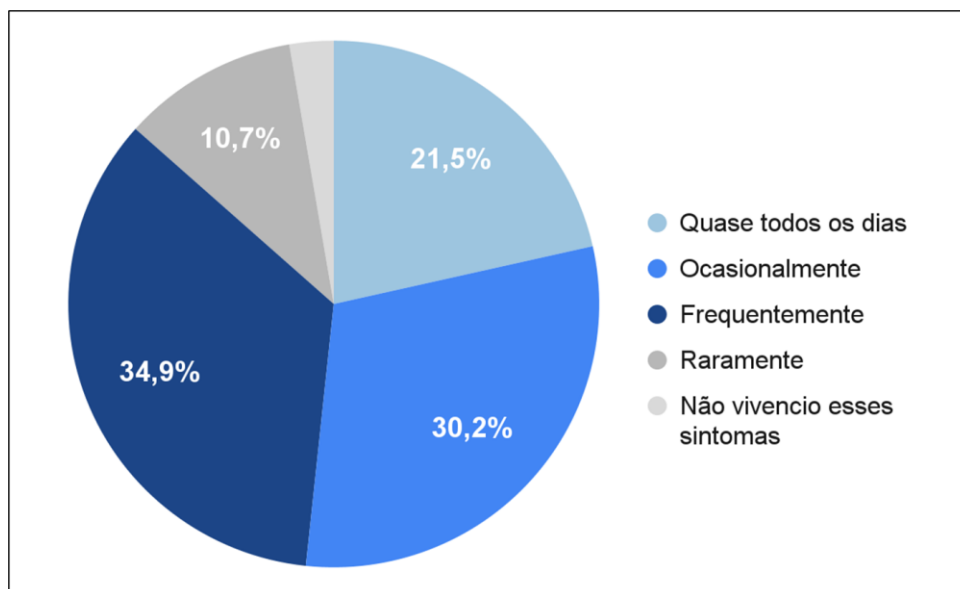
Fonte: Elaboração própria (2024).

Em relação ao bem-estar psicológico e à saúde mental individual daqueles que participaram, foi realizada uma série de perguntas. Tanto as perguntas quanto os resultados estão descritos a seguir.

A maior parte dos estudantes (96,6%) relatou que já experimentou alguma sensação de mal-estar psicológico, provocada pelo desânimo, falta de vontade de realizar atividades cotidianas, irritabilidade, tristeza, solidão, vontade de se isolar, falta de energia, insônia ou excesso de sono. Para os que responderam sim, também foram perguntados com que frequência eles sentem esses sintomas. Os resultados estão registrados na Figura 2. A maior parte (34,9%) contou vivenciar esses sintomas frequentemente, seguida por 30,2% ocasionalmente, 21,5% quase todos os dias, 10,7% raramente e 2,7% disseram não vivenciar esses sintomas.

FIGURA 2

Frequência com que os participantes sentem alguma sensação de mal-estar psicológico



Nota: A sensação de mal-estar é provocada pelo desânimo, falta de vontade de realizar atividades cotidianas, irritabilidade, tristeza, solidão, vontade de se isolar, falta de energia, insônia ou excesso de sono.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A adolescência é uma fase marcada por diversas transformações físicas, emocionais e sociais, tornando os adolescentes mais vulneráveis a condições relacionadas à saúde mental (WHO, 2021b). A recorrência de sintomas de mal-estar psicológico pode indicar o início de distúrbios mentais. Há uma associação significativa entre sintomas frequentes de mal-estar mental e o desenvolvimento de depressão e ansiedade em adolescentes, sendo que a persistência desses sintomas ao longo da adolescência pode sugerir sua continuidade na vida adulta (Young; Dietrich, 2015; Schafer *et al.*, 2016; Patton *et al.*, 2014). No entanto, apesar de níveis elevados de mal-estar psicológico estarem comumente ligados a sintomas de depressão e transtorno de ansiedade generalizada, esses sintomas também podem ocorrer em condições subclínicas, não necessariamente apontando a presença de transtornos mentais diagnosticáveis (Ezpeleta; Reich; Granero, 2009; Blake *et al.*, 2023). Assim, é importante considerar que tais sintomas podem ser influenciados por diversos fatores e não devem ser automaticamente interpretados como um transtorno mental.

Também foi perguntado aos participantes com que frequência eles conseguem controlar emoções como irritabilidade, tristeza, desânimo e vontade de se isolar. Da amostra total, 38,9% responderam frequentemente, 35,6% ocasionalmente, 20,1% raramente e 5,4% responderam que quase não sentem essas emoções.

O uso de medicamentos para dormir, melhorar o humor ou aliviar a ansiedade foi reportado por 15,4% dos estudantes, enquanto a maioria (84,6%) declara não fazer o uso de medicamentos para essas finalidades. A ansiedade é uma das principais causas de doença e incapacidade entre adolescentes no mundo (WHO, 2021b). Estudos indicam que o tratamento medicamentoso pode ser eficiente em transtornos de ansiedade em adolescentes, diminuindo os principais sintomas, mas é importante que seja feita uma avaliação entre os riscos e os benefícios da prescrição desses medicamentos, visto que há a possibilidade de dependência e eventos adversos relacionados ao tratamento (Ipser *et al.*, 2009; Batista, 2021).

O uso de medicamentos para dormir e de ansiolíticos está relacionado a um risco aumentado de uso de substâncias psicoativas no futuro (Boyd *et al.*, 2015; Batista, 2021). Além disso, adolescentes que iniciam precocemente o uso de pílulas para dormir têm maior probabilidade de uso intensivo posteriormente (Cobo *et al.*, 2022). Nesse contexto, é preciso evitar a medicalização excessiva, tendo como prioridade abordagens não farmacológicas e é importante que haja atenção e monitoramento, tanto em relação aos médicos, ao prescrever, quanto em relação aos responsáveis, para auxiliar, com a finalidade de evitar o abuso de medicamentos (WHO, 2021b; Rogers; Copley, 2009).

Foi perguntado aos estudantes se eles se sentiam à vontade para discutir seus problemas de saúde mental com outras pessoas. Dos respondentes, 64,4% afirmaram que às vezes se sentem confortáveis em fazer isso, 19,5% relataram não se sentir à vontade e 16,1% indicaram que se sentem confortáveis em discutir esses problemas. Esses resultados mostram que nem sempre o adolescente está disposto a falar sobre sua saúde mental, o que pode refletir um ambiente em que a saúde mental ainda não é um tema amplamente normalizado entre os jovens.

O baixo percentual de estudantes que se sentem confortáveis em discutir (16,1%) esses problemas reforça a necessidade de políticas e iniciativas que promovam um espaço seguro e acolhedor para a discussão de problemas psicológicos, além de campanhas de conscientização que reduzam o estigma associado a transtornos mentais. Portanto, nossos dados evidenciam uma necessidade de apoio psicológico e emocional mais acessível, além da promoção de um ambiente em que os jovens se sintam mais à vontade para expressar suas preocupações, o que pode contribuir para a prevenção e manejo mais eficaz de transtornos mentais.

As condições de saúde mental representam uma significativa porcentagem da carga global de doenças em adolescentes e jovens e, apesar de boa parte ter seu início na juventude, a maioria dos casos não é detectada nem tratada ou isso é feito de forma inadequada (Patel *et*

al., 2007; OPAS-OMS, 2021). Isso agrava a situação, pois gera consequências que perduram até a fase adulta, interferindo negativamente na sua saúde tanto física quanto mental (WHO, 2021b). Diante desse cenário, a promoção da saúde mental e prevenção de transtornos são de extrema importância (WHO, 2021b).

Abordar a saúde mental desde cedo é essencial para o desenvolvimento saudável dos adolescentes e jovens e discutir sobre esse tema auxilia na diminuição do estigma no que tange aos transtornos mentais, o que favorece a procura por ajuda (Patel et al., 2007; Kutcher et al., 2016). O ensino sobre saúde mental e o fornecimento de intervenções baseadas em evidências podem ser benéficos nesse contexto (OPAS-OMS, 2021). Intervenções voltadas para adolescentes e jovens têm o potencial de ajudar na identificação precoce dos transtornos e na promoção de comportamentos de busca de ajuda (Patel et al., 2007). Portanto, a saúde mental deve ser tida como uma prioridade de saúde pública, com ações visando a melhora desse cenário.

No que diz respeito à prática ou ao envolvimento em comportamentos de risco que possam ter afetado a sua saúde mental, 71,8% dos estudantes relatam que não praticaram nem se envolveram com esses comportamentos (Tabela 2). Dos que afirmaram praticar comportamentos de risco, 11,4% (17) afirmaram se ferir de propósito (automutilação), 10,7% (16) disseram fazer uso de bebida alcoólica, 4,7% (7) usaram maconha, 4% (6) usaram cigarro (tabaco) e 3,4% (5) usaram outras substâncias ou drogas. Dos estudantes, 12,8% preferiram não responder à pergunta.

TABELA 2

Prática ou envolvimento em comportamentos de risco que possam ter afetado a saúde mental dos participantes do estudo

Variável	Frequência (%)
Não pratico ou não me envolvi em comportamento de risco	71,8
Uso de cigarro (tabaco)	4
Uso de maconha	4,7
Uso de bebida alcoólica	10,7
Uso de outras substâncias ou drogas	3,4
Se ferir de propósito	11,4
Prefiro não responder	12,8

Fonte: Elaboração própria (2024).

A adolescência é uma fase marcada por mudanças biopsicossociais e elas favorecem a exposição a comportamentos de risco à saúde (Coutinho et al., 2013). Inclusive, adolescentes e jovens com condições de saúde mental são particularmente vulneráveis a esses comportamentos, que podem prejudicar ainda mais a sua saúde mental (OPAS-OMS, 2021). Estudos indicam que o envolvimento dos adolescentes em comportamentos de risco, tais como, ingestão de bebidas

alcoólicas, uso de drogas, etc., podem afetar a saúde física e psicológica dos mesmos (Coutinho *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2014). A automutilação, o uso de drogas e outros comportamentos de risco estão relacionados com a falta de tratamento para questões de saúde mental em adolescentes (Pinto *et al.*, 2014).

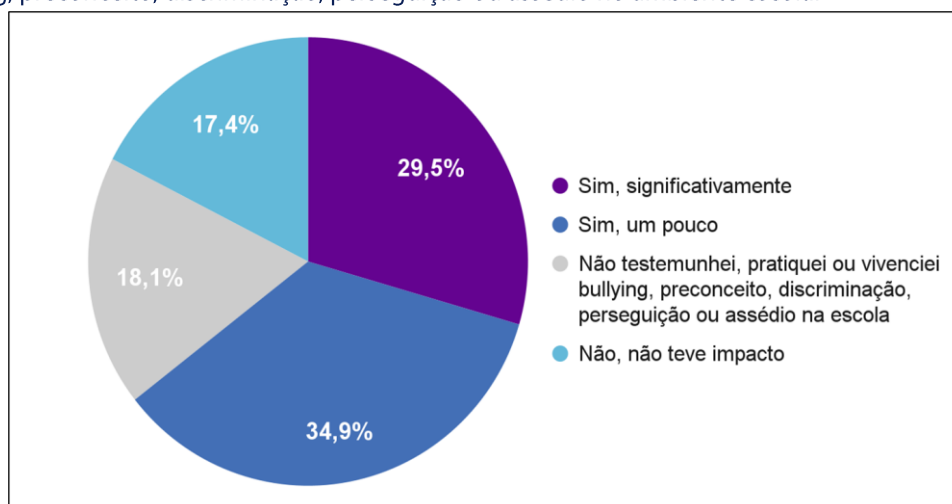
O consumo de álcool causa impactos na estabilidade psicológica das pessoas e o seu uso abusivo tem relação com sintomas depressivos e sua severidade, bem como com o baixo rendimento acadêmico (Coutinho *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2007). O uso nocivo de álcool, assim como o preconceito/estigma que atrapalha a procura por ajuda, se enquadram como fatores de risco para o suicídio. O suicídio é a 3ª principal causa de morte entre adolescentes de 15 a 19 anos (OPAS-OMS, 2021). O tabagismo pode prejudicar tanto a saúde física como a psicológica dos adolescentes, tendo consequências instantâneas e futuras no que diz respeito à qualidade de vida deles. O consumo de álcool e o tabagismo facilitam a experimentação de outras drogas (Coutinho *et al.*, 2013). A literatura indica que há associação entre problemas de saúde mental e o uso de substâncias psicoativas, porém ainda não é unânime o sentido dessa relação (WHO, 2022b; Pinto *et al.*, 2014).

Aproximadamente um terço de todas as pessoas que têm problemas de abuso de substâncias psicoativas também têm problemas de saúde mental, e as pessoas com problemas de saúde mental têm ainda mais probabilidade de desenvolver problemas de uso de tais substâncias. Ambos os tipos de condição aumentam o risco de suicídio (WHO, 2022b). Alguns fatores de risco para o uso de substâncias psicoativas são: problemas psicoemocionais (depressão, ansiedade exagerada e baixa autoestima), baixo aproveitamento escolar, privações econômicas extremas, pouco envolvimento com práticas esportivas, amigos usuários de drogas, maus-tratos, desconhecimento dos prejuízos do abuso das substâncias psicoativas, alta permissividade e facilidade de acesso, inadequada fiscalização das leis. Algumas das consequências do consumo abusivo dessas substâncias são problemas de saúde, como depressão, por exemplo (Costa *et al.*, 2007).

Também foi questionado se os estudantes já haviam presenciado, praticado ou sido vítimas de situações de bullying, preconceito, discriminação, perseguição ou assédio no ambiente escolar. Dos respondentes, 77,9% afirmaram que sim. A figura 3 mostra a percepção desses participantes sobre o impacto dessas experiências em sua saúde mental. Entre aqueles que responderam afirmativamente, a maioria relatou que esses episódios tiveram algum impacto, com 34,9% indicando um impacto moderado e 29,5% afirmando que o impacto foi significativo.

FIGURA 3

Impacto na saúde mental dos participantes que já testemunharam, praticaram ou foram vítimas de situações de bullying, preconceito, discriminação, perseguição ou assédio no ambiente escolar



Fonte: Elaboração própria (2024).

O bullying afeta principalmente o público infantil e adolescente (Bianchi *et al.*, 2024; Veloso *et al.*, 2020), é um fenômeno comum no contexto escolar (Bianchi *et al.*, 2024; Veloso *et al.*, 2020; Sampaio *et al.*, 2015) e suas consequências podem se estender à vida adulta (Pigozi; Machado, 2015). Nesse cenário, a escola pode ter tanto um papel positivo, promovendo o bem-estar, compartilhando com os estudantes conhecimentos, habilidades e competências que eles precisam para prosperar e atendendo necessidades sociais, emocionais e físicas básicas, quanto negativo, ao prejudicar o bem-estar, expondo os estudantes ao bullying, racismo, discriminação e estresse excessivo relacionado ao desempenho acadêmico (WHO, 2022b).

Dessa forma, diversos estudos mostram que o bullying, a discriminação e o preconceito produzem impactos mentais negativos (tanto nas vítimas, quanto nos agressores), podendo ser associados com diversos fatores e seus agravamentos: depressão, ansiedade, diminuição da performance acadêmica, abandono escolar, agressão a si próprio, pensamentos e tentativas de suicídio, baixa autoestima, maior fragilidade emocional na vida adulta, dificuldade de concentração, estresse psicológico, transtorno de pânico e de personalidade antissocial, distúrbios de sono, etc. (Pigozi; Machado, 2015; WHO, 2022b; Bianchi *et al.*, 2024; Veloso *et al.*, 2020; Sampaio *et al.*, 2015; Pascoe; Richman, 2009; Pinto *et al.*, 2014; Willians e Mohammed, 2009). Além disso, o bullying também tem forte relação com comportamentos de risco, como uso de álcool, drogas lícitas e ilícitas (Pigozi; Machado, 2015; WHO, 2022b).

Estudos internacionais feitos com estudantes adolescentes revelaram que aqueles que foram frequentemente vítimas de assédio ou ameaça sexual durante seus anos escolares tendem a

ter problemas de relacionamento e hiperatividade como consequências, o que está relacionado à saúde mental (Pinto *et al.*, 2014).

Por fim, o instrumento de pesquisa também indagou como os participantes percebem o impacto das redes sociais em seu bem-estar mental. 65,8% deles perceberam tanto um impacto positivo quanto negativo, 14,1% não perceberam nenhum impacto, 10,7% perceberam somente impacto negativo e 9,4% perceberam somente impacto positivo.

Atualmente, muito do desenvolvimento em diferentes áreas durante a adolescência está vinculado às mídias sociais. Essas plataformas atraem especialmente os adolescentes, devido às características próprias dessa fase da vida, o que os torna vulneráveis tanto às oportunidades quanto aos riscos associados às novas tecnologias (Keles; Mccrae; Grealish, 2020; Nesi, 2022; WHO, 2022b).

O ambiente on-line favorece o bem-estar mental, ao possibilitar/incentivar acesso a informações, construção de identidade, autoestima, autonomia das figuras parentais, entretenimento com aumento de bem-estar, desenvolvimento de criatividade, melhora na aprendizagem, facilitação da comunicação, etc. Além disso, também permite o compartilhamento de sentimentos e vivências entre os adolescentes e o desenvolvimento da visão de comunidade, formando assim um apoio social e tendo uma relação, mesmo que indireta, com a melhora da saúde mental (Reis *et al.*, 2013; Canhão, 2016; O'keeffe; Clarke-Pearson, 2011; WHO, 2022b). Estudos sustentam que aqueles com baixo apoio social são mais propensos a sofrer de problemas de saúde mental (por exemplo, depressão, ansiedade e sofrimento psicológico) em comparação com aqueles com alto apoio social da família, amigos e vizinhos (Klineberg *et al.*, 2006; Maulik; Eaton; Bradshaw, 2010).

Além do exposto, a integração de tecnologias digitais/internet está se tornando uma parte essencial da vivência educacional dos estudantes. Diversos recursos educativos disponíveis on-line têm o potencial de aprimorar e facilitar o desempenho acadêmico. Conteúdos adequados e de qualidade são benéficos para o desenvolvimento das habilidades sociais e linguísticas das crianças, especialmente aquelas que se encontram em situações de pobreza ou vulnerabilidade. O uso da Internet pode ser positivo, contribuindo para que as crianças cultivem atitudes contra a violência, além de empatia, tolerância e respeito. Os estudantes também podem se beneficiar da comunicação imediata e do suporte de familiares e amigos, além de se conectar com colegas e grupos de apoio ao redor do mundo (PAHO, 2022).

Entretanto, quando os adolescentes/jovens passam um grande período de tempo on-line e nas mídias sociais, eles também podem ser expostos a riscos à saúde mental, como cyberbullying, cyberstalking, aliciamento, conteúdo inadequado para o desenvolvimento, desinformação e modelos prejudiciais à saúde (WHO, 2022b). As consequências no que tange à saúde mental dos

adolescentes vítimas de cyberbullying são: problemas sociais e de comportamento, sintomatologia depressiva, abuso de substâncias psicoativas, tentativas de suicídio e suicídio, etc. (Vieira, 2021).

Além disso, comportamentos específicos nas redes sociais como o tempo gasto nas mídias sociais, verificação repetida de mensagens, uso viciante ou problemático e comparação social são fatores de risco para depressão, ansiedade e sofrimento psicológico (Keles, Mccrae; Grealish, 2020). Estudos mostraram que níveis mais altos de comparação social on-line estão associados a sintomas depressivos na juventude (Fardouly; Vartanian, 2016) e que comparações específicas da aparência nas mídias sociais podem aumentar o risco de distúrbios alimentares e preocupações com a imagem corporal (Carter *et al.*, 2016). O tempo excessivo de tela e o uso prolongado da Internet podem afetar negativamente os hábitos diários, como sono e exercícios físicos, relações sociais e desempenho escolar (PAHO, 2022).

O uso da mídia social pode contribuir diretamente para piores resultados de saúde mental ou indiretamente por meio de um sono pior (Alonzo *et al.*, 2021). Então, um fator pode desencadear vários outros, por exemplo, problemas relacionados ao sono podem causar queda do rendimento escolar, cansaço, falta de atenção, concentração e memória, depressão, como também sensação de tontura (Vieira, 2021).

Por fim, a exposição a conteúdo on-line violento e impróprio para a idade pode afetar negativamente o bem-estar e o desenvolvimento emocional. Jovens com problemas de saúde mental podem ser ainda mais vulneráveis a esses efeitos negativos (PAHO, 2022).

Em suma, diversos malefícios estão relacionados ao mau gerenciamento do uso das redes sociais, tais como: comprometimento da aprendizagem, memória, raciocínio e linguagem, sedentarismo, ansiedade, depressão, deterioração gradual da vida social, profissional e familiar dos usuários, ideação suicida, déficit de atenção, isolamento social, solidão, conflitos familiares, por conta da ausência de diálogo, relações superficiais e falsa intimidade, ilusão de que tudo é possível, dependência tecnológica, características narcisistas, problemas cognitivos, estresse, distúrbios do sono, tendências agressivas e de intolerância, comprometimento da capacidade de socialização dos adolescentes, sentimento de angústia, distúrbios alimentares, fobia social, distúrbios de personalidade, alteração de humor, comportamentos de risco como o uso/abuso de álcool, tabagismo, etc. (O'keeffe; Clarke-Pearson, 2011; Duprat, 2024; Vieira, 2021; Keles; Mccrae; Grealish, 2020; Nesi, 2020; Marin; Almeida, 2024; Alonzo *et al.*, 2021; Vahedi; Zannella, 2019).

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa alcançou seu objetivo ao investigar a prevalência de alterações no bem-estar psicológico e na saúde mental de estudantes dos cursos técnicos integrados ao ensino médio em tempo integral do Instituto Federal de Goiás. Os resultados obtidos indicam que a grande maioria

dos estudantes relatou sintomas frequentes de mal-estar psicológico, como tristeza, irritabilidade e desânimo, além de dificuldade em controlar essas emoções. Esses dados corroboram a literatura que aponta a adolescência como um período crítico para o desenvolvimento de condições de saúde mental, ressaltando a necessidade de estratégias de intervenção precoce.

Adicionalmente, o estudo identificou a ocorrência de comportamentos de risco entre os estudantes, como o uso de substâncias psicoativas e a automutilação, que podem agravar a saúde mental dos adolescentes. Também foi evidenciada uma alta exposição ao bullying, com impacto significativo na saúde mental dos participantes. Esses achados reforçam a importância de um ambiente escolar seguro e de políticas públicas voltadas para a prevenção de comportamentos de risco e promoção do bem-estar psicológico entre adolescentes, especialmente em ambientes educacionais.

Por fim, os dados indicam que o uso das redes sociais pode tanto promover quanto prejudicar o bem-estar mental dos estudantes, dependendo do uso. O estudo sugere que estratégias para o uso saudável das redes sociais devem ser incentivadas, enquanto medidas para prevenir a exposição a riscos, como o cyberbullying, precisam ser implementadas. Com base nos resultados, é evidente a necessidade de um enfoque mais amplo e integrado na promoção da saúde mental nas escolas, incluindo o fortalecimento de programas de apoio psicológico e a sensibilização sobre os impactos da saúde mental no desempenho acadêmico e na vida pessoal dos adolescentes.

OS AUTORES

Ana Clara Lowe Galle Barbosa

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/Técnico Integrado em Análises Clínicas/Pibic-EM
ana.lowe@academico.ifg.edu.br

Adria Assunção Santos de Paula

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/Departamento de Áreas Acadêmicas
adria.paula@ifg.edu.br

Karla de Aleluia Batista

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/Departamento de Áreas Acadêmicas
karla.batista@ifg.edu.br

Hellen da Silva Cintra de Paula

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/ Departamento de Áreas Acadêmicas
hellen.paula@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

- ALONZO, R. *et al.* Interplay between social media use, sleep quality, and mental health in youth: a systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, v. 56, p.101414, 2021.
- AUERBACH, R. P. *et al.* Mental disorders among college students in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *Psychological Medicine*, v. 46, n. 14, p. 2955-2970, 2016.
- BARBOSA, V. F. B. *et al.* O cuidado em saúde mental no Brasil: uma leitura a partir dos dispositivos de biopoder e biopolítica. *Saúde em Debate*, v. 40, n. 108, p. 178-189, 2016.
- BATISTA, B. C. A. *Uso de medicamentos psicotrópicos por crianças e adolescentes: uma revisão integrativa.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2021.
- BIANCHI B. L. *et al.* Saúde mental infantojuvenil nas escolas: percepção de enfermeiros. *Cogitare Enfermagem*, v. 29, 2024.
- BLAKE, J. *et al.* The Kessler Psychological Distress Scale in Australian adolescents: analysis of the second Australian Child and Adolescent Survey of Mental Health and Wellbeing. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, v. 58, n. 4, p.1-8, 2023.
- BOYD C. J. *et al.* A prospective study of adolescents' nonmedical use of anxiolytic and sleep medication. *Psychology of Addictive Behaviors*, v. 20, n. 1, p. 184-191, 2015.
- BUTTERWORTH, P.; LEACH, L. S. Early onset of distress disorders and high-school dropout: prospective evidence from a national cohort of Australian adolescents. *American Journal of Epidemiology*, v. 187, n. 6, p. 1192-1198, 2018.
- CÂNDIDO, M. R. *et al.* Conceitos e preconceitos sobre transtornos mentais: um debate necessário. *SMAD – Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool e Drogas*, v. 8, n. 3, p. 110-117, 2012.
- CANHÃO, M. A. *Riscos e potencialidades do uso das redes sociais na adolescência.* Trabalho Final de Mestrado Integrado (Mestrado Integrado em Medicina) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- CARTER, B. *et al.* Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, v. 170, n. 12, p. 1202-1208, 2016.
- COBO, B. *et al.* The effects of early onset tranquilizers, sedatives, and sleeping pills use on recent consumption among adolescents. *Journal of Addiction Medicine*, v. 16, n. 1, p. e23-e29, 2022.
- COSTA, M. C. O. *et al.* Experimentação e uso regular de bebidas alcoólicas, cigarros e outras substâncias psicoativas/SPA na adolescência. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, n. 5, p. 1143-1154, 2007.
- COUTINHO, R. X. *et al.* Prevalência de comportamentos de risco em adolescentes. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 21, n. 4, p. 441-449, 2013.
- DUPRAT, I. P. *O papel da Internet na saúde mental de jovens universitários e sua relação com ideação suicida.* Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

- EZPELETA, L.; REICH W.; GRANERO R. Assessment of distress associated to psychopathology in children and adolescents. *Escritos de Psicologia*, v. 2, n. 2, p. 19-27, 2009.
- FARDOULY, J.; VARTANIAN, L. R. Social media and body image concerns: current research and future directions. *Current Opinion in Psychology*, v. 9, p. 1-5, 2016.
- FERNANDES, K. et al. Estigma e preconceito na percepção de pessoas com transtornos mentais. *Inova Saúde*, v. 14, n. 4, p. 31-46, 2024.
- FORTUNA, G. V.; BATISTA M. S. *A história da saúde mental: uma breve reflexão teórica*. Monografia (Graduação em Enfermagem) – Universidade Presidente Antônio Carlos, Barbacena, 2012.
- GUEDES, A. C. et al. A mudança nas práticas em saúde mental e a desinstitucionalização: uma revisão integrativa. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 12, n. 3, p. 547-553, 2010.
- IPSER, J. C. et al. Pharmacotherapy for anxiety disorders in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 8, n. 3, 2009.
- KELES, B.; MCCRAE, N.; GREALISH, A. A systematic review: the influence of social media on depression, anxiety and psychological distress in adolescents. *International Journal of Adolescence and Youth*, v. 25, n. 1, p. 79-93, 2020.
- KLINEBERG, E. et al. Social support, ethnicity and mental health in adolescents. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, v. 41, n. 9, p. 755-760, 2006.
- KUTCHER, S. et al. Enhancing mental health literacy in young people. *European Child & Adolescent Psychiatry*, v. 25, n. 6, p. 567-569, 2016.
- MARIN, M. G.; ALMEIDA R. M. M. Prevalence of internet addiction and psychological factors in adolescents during the COVID-19 pandemic. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 44, 2024.
- MAULIK, P. K.; EATON, W. W.; BRADSHAW, C. P. The effect of social networks and social support on mental health services use, following a life event, among the Baltimore epidemiologic catchment area cohort. *The Journal of Behavioral Health Services & Research*, v. 38, n. 1, p. 29-50, 2010.
- NESE, J. The Impact of social media on youth mental health: challenges and opportunities. *North Carolina Medical Journal*, v. 81, n. 2, p. 116-121, 2020.
- O'KEEFFE, G. S.; CLARKE-PEARSON, K. The impact of social media on children, adolescents, and families. *Pediatrics*, v. 127, n. 4, p. 800-804, 2011.
- ONOCKO-CAMPOS, R. T. Saúde mental no Brasil: avanços, retrocessos e desafios. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 11, 2019.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OPAS/OMS). Saúde mental dos adolescentes, 2021. Disponível em: [Saúde mental dos adolescentes – OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde \(paho.org\)](https://paho.org/pt/organizacao-pan-americana-da-saude). Acesso em: 30 abr. 2024.
- PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). *Promoting well-being and mental health in schools*. Bridgetown: PAHO, 2022.

PASCOE, E. A.; RICHMAN, L. S. Perceived discrimination and health: a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, v. 135, n. 4, p. 531-554, 2009.

PATEL, V. et al. Mental health of young people: a global public-health challenge. *The Lancet*, v. 369, n. 9569, p. 1302-1313, 2007.

PATTON, G. C. et al. The prognosis of common mental disorders in adolescents: a 14-year prospective cohort study. *The Lancet*, v. 383, n. 9926, p. 1404-1411, 2014.

PIGOZI, P. L.; MACHADO, A. L. Bullying na adolescência: visão panorâmica no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, n. 11, p. 3509-3522, 2015.

PINTO, A. C. S. et al. Risk factors associated with mental health issues in adolescents: an integrative review. *Revista da Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo*, v. 48, n. 3, p. 555-564, 2014.

REIS, D. C. et al. Health vulnerabilities in adolescence: socioeconomic conditions, social networks, drugs and violence. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 21, n. 2, p. 586-594, 2013.

ROGERS P. D.; COPLEY L. The nonmedical use of prescription drugs by adolescents. *Adolescent medicine: state of the art reviews*, v. 20, n. 1, p. 1-8, 2009.

SAMPAIO, J. M. C. et al. Prevalência de bullying e emoções de estudantes envolvidos. *Texto & Contexto – Enfermagem*, v. 24, n. 2, p. 344-352, 2015.

SCHÄFER, J. Ö. et al. emotion regulation strategies in depressive and anxiety symptoms in youth: a meta-analytic review. *Journal of Youth and Adolescence*, v. 46, n. 2, p. 261-276, 2016.

SUN, S. et al. Psychiatric symptoms, risk, and protective factors among university students in quarantine during the COVID-19 pandemic in China. *Global Health*, v. 17, n. 1, p. 15, 2021.

VAHEDI, Z.; ZANNELLA, L. The association between self-reported depressive symptoms and the use of social networking sites (SNS): A meta-analysis. *Current Psychology*, v. 40, p. 2174-2189, 2019.

VELOSO, V. R. et al. Vitimização por bullying e fatores associados em estudantes brasileiros com idade de 13 a 17 anos: estudo populacional. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 23, p. 1-14, 2020.

VIEIRA, K. C. *Os impactos do uso das redes sociais na saúde mental do adolescente*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Psicologia) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2021.

WILLIAMS, D. R.; MOHAMMED, S. A. Discrimination and racial disparities in health: evidence and needed research. *Journal of Behavioral Medicine*, v. 32, n. 1, p. 20-47, 2009.

WHO (World Health Organization). *Comprehensive mental health action plan 2013-2030*. Genebra: WHO, 2021a.

WHO (World Health Organization). *Mental health of adolescents*. Genebra: WHO, 2021b. Disponível em: [Mental health of adolescents \(who.int\)](https://www.who.int/publications-detail/mental-health-of-adolescents). Acesso em: 30 abr. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Mental health, 2022a. Disponível em: [Mental health \(who.int\)](https://www.who.int/mental-health). Acesso em: 30 abr. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). World mental health report: transforming mental health for all, Genebra, 2022b.

YOUNG, C. C.; DIETRICH, M. S. Stressful life events, worry, and rumination predict depressive and anxiety symptoms in young adolescents. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing*, v. 28, n.1, p. 35-42, 2015.

ANEXO 1

ROTEIRO PARA COLETA DE DADOS DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO TÉCNICO INTEGRADO EM TEMPO INTEGRAL

Observação: O roteiro abaixo será adaptado à Ferramenta “Google-Forms” tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e respeitará incondicionalmente à seguinte estrutura: Após o participante acessar a página inicial do “Google-Forms” e aceitar participar da pesquisa será aberta a página contendo as seguintes perguntas:

A seguir pedimos que responda às questões referentes aos critérios de inclusão do estudo:

1. Você declara ter idade mínima igual ou superior a dezoito (18) anos ou autorização de seus responsáveis para responder a essa pesquisa?

- a. ☐ Sim
- b. ☐ Não

2. Você declara estar regularmente matriculado em um dos cursos técnicos integrados ao ensino médio ofertados pelos Câmpus Goiânia Oeste, Águas Lindas Itumbiara ou Uruaçu do IFG?

- a. ☐ Sim
- b. ☐ Não

3. Após a leitura do Termo de Consentimento/Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE ou TALE) para participar desta pesquisa, responda:

- a. ☐ Li e ACEITO participar desta pesquisa
- b. ☐ NÃO aceito participar desta pesquisa

Caso alguma das respostas do tópico “critérios de inclusão” seja negativa, o participante receberá a seguinte mensagem com posterior fechamento do questionário: “Prezado(a) Participante, agradecemos suas respostas, porém você não atende aos critérios de inclusão do estudo. Esperamos nos encontrar em uma próxima oportunidade.”

Caso o participante atenda a todos os critérios de inclusão, a segunda etapa do questionário será aberta com a seguinte mensagem: “Prezado(a) Participante, a seguir você encontrará questões de caracterização sociodemográficas, sobre bem-estar psicológico e a saúde mental individual, conhecimento das ações institucionais e políticas de saúde mental, vida acadêmica e sobre o consumo alimentar. Você tem a liberdade em optar por não responder a qualquer das questões, que porventura causem desconforto, ou caso julgue a possibilidade de ser identificado. Isto não lhe impedirá de avançar no questionário. Reiteramos a garantia do anonimato das informações.”

Parte 1. Caracterização sociodemográfica

1. Nome completo: _____
2. Com qual identidade de gênero, você se identifica?
 - a. ☐ Mulher cisgênero
 - b. ☐ Homem cisgênero
 - c. ☐ Mulher trans
 - d. ☐ Homem trans
 - e. ☐ Não binário
 - f. ☐ Travesti
 - g. ☐ Outra
3. Como você se autodeclara segundo raça/cor?
 - a. ☐ Branca
 - b. ☐ Preta
 - c. ☐ Parda
 - d. ☐ Amarela

- e. () Indígena
 - f. () Sem declaração
 - g. () Outra
4. Qual a sua idade em anos completos? _____
5. Qual é seu Câmpus do IFG?
- a. () Águas Lindas
 - b. () Goiânia Oeste
 - c. () Itumbiara
 - d. () Uruaçu
6. Qual o nome do seu curso em que você está matriculado no IFG:
- 1. () Técnico Integrado em Análises Clínicas
 - 2. () Técnico Integrado em Nutrição e Dietética
 - 3. () Técnico Integrado em Meio Ambiente
 - 4. () Técnico Integrado em Vigilância em Saúde
 - 5. () Técnico Integrado em Eletrotécnica
 - 6. () Técnico Integrado em Química
 - 7. () Técnico Integrado em Edificações
 - 8. () Técnico Integrado em Informática
 - 9. () Técnico Integrado em Química
7. Em que ano, do ensino médio, você se encontra no momento?
- a. () 1º ano do ensino médio
 - b. () 2º ano do ensino médio
 - c. () 3º ano do ensino médio
8. Qual a renda mensal de sua família?
- a. () até 1 salário mínimo
 - b. () Entre 1 e 3 salários mínimos
 - c. () Mais que 3 salários mínimos
 - d. () Não sei informar a renda da família

Parte 2. Bem-estar psicológico e a saúde mental individual

9. Você já experimentou alguma sensação de mal-estar psicológico, provocada pelo desânimo, falta de vontade de realizar atividades cotidianas, irritabilidade, tristeza, solidão, vontade de se isolar, falta de energia, insônia ou excesso de sono?
- a. () Sim
 - b. () Não
10. Se sim, com que frequência você vivencia esses sintomas? (Escolha uma opção)
- a. () Raramente
 - b. () Ocasionalmente
 - c. () Frequentemente
 - d. () Quase todos os dias
11. Com que frequência você consegue controlar emoções como irritabilidade, tristeza, desânimo, vontade de se isolar? (Escolha uma opção)
- a. () Raramente
 - b. () Ocasionalmente
 - c. () Frequentemente
 - d. () Quase não sinto essas emoções

12. Você faz uso de medicamentos para dormir, melhorar o humor ou aliviar a ansiedade?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
13. Você se sente confortável em discutir seus problemas de saúde mental com outras pessoas?
- ☐ Sim
 - ☐ Às vezes
 - ☐ Não
14. Você pratica ou já se envolveu em comportamentos de risco que possam ter afetado sua saúde mental? (por exemplo, uso de cigarro, maconha, álcool ou outras substâncias, se ferir de propósito, outros)
- ☐ Sim
 - ☐ Não
15. Se sim, assinale quais são esses comportamentos (Você pode marcar mais de uma opção):
- ☐ Uso de cigarro (tabaco)
 - ☐ Uso de maconha
 - ☐ Uso de bebida alcoólica
 - ☐ Uso de outras substâncias ou drogas
 - ☐ Se ferir de propósito
 - ☐ Prefiro não responder
16. Você já testemunhou, praticou ou foi vítima de situações de bullying, preconceito, discriminação, perseguição ou assédio no ambiente escolar?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
17. Se sim, isso teve algum impacto em sua saúde mental? (Escolha uma opção)
- ☐ Sim, significativamente
 - ☐ Sim, um pouco
 - ☐ Não, não teve impacto
 - ☐ Não testemunhei, pratiquei ou vivenciei bullying, preconceito, discriminação, perseguição ou assédio na escola
18. Como você percebe o impacto das redes sociais em seu bem-estar mental? (Escolha uma opção)
- ☐ Impacto positivo
 - ☐ Impacto negativo
 - ☐ Impacto positivo e negativo
 - ☐ Sem impacto

Parte 3. Conhecimento das ações institucionais e políticas de saúde mental

19. Você tem conhecimento de recursos para apoio/promoção à saúde mental disponíveis na sua escola?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
20. Se sim, indique quais recursos você conhece (Você pode marcar mais de uma opção):
- ☐ Coordenação de Assistência Estudantil (CAE)
 - ☐ Psicólogo do campus (CAE)
 - ☐ Coordenação de Apoio Pedagógico ao Discente (CAPD)
 - ☐ Workshops de saúde mental, grupos de apoio
 - ☐ Aulas sobre o tema saúde mental
 - ☐ Outros

21. Você já recebeu apoio ou aconselhamento para questões de saúde mental no IFG?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
22. Se sim, qual foi o profissional que forneceu esse apoio ou aconselhamento?
- a. ☐ Psicólogo
 - b. ☐ Profissional da saúde, como enfermeiro
 - c. ☐ Professor
 - d. ☐ Outro profissional da educação
 - e. ☐ Não recebi apoio ou aconselhamento
23. Se você já recebeu aconselhamento ou apoio para questões de saúde mental, quão útil você considerou o apoio ou aconselhamento? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Muito útil
 - b. ☐ Pouco útil
 - c. ☐ Não útil
 - d. ☐ Não recebi apoio ou aconselhamento
24. Como você avalia o apoio da escola em relação às questões de saúde mental? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Muito apoiador
 - b. ☐ pouco apoiador
 - c. ☐ Não apoiador
 - d. ☐ Não tenho certeza
25. Você acredita que o processo de ensino-aprendizagem em sua escola aborda adequadamente as questões de saúde mental?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
 - c. ☐ Não tenho certeza
26. Você acredita que o câmpus onde estuda promove uma cultura de saúde mental positiva (Escolha uma opção)
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
 - c. ☐ Mais ou menos
 - d. ☐ Não tenho certeza
27. Você acredita que a saúde mental deveria ser discutida e abordada abertamente no ambiente escolar?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
 - c. ☐ Não tenho certeza
28. Na sua opinião, quais ações ou iniciativas poderiam ser implementadas em sua escola para melhorar o apoio à saúde mental dos alunos?
- a. ☐ Palestras e oficinas sobre o tema para alunos e responsáveis
 - b. ☐ Mais profissionais para atendimento e apoio aos alunos
 - c. ☐ Incluir o tema "saúde mental" nos currículos dos cursos
29. Você já ouviu falar das políticas de saúde mental implementadas no Brasil?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
30. Você sabe que se tiver problemas com saúde mental, pode receber atendimento gratuito pelo SUS?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não

31. Você já recebeu atendimento relacionado à saúde mental, pelo SUS?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
 - c. ☐ Não tenho certeza
32. Você conhece instituições ou outros locais que oferecem ajuda e atendimento para questões de saúde mental?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
33. Se sim, escreva exemplos: _____

Parte 4. Vida Acadêmica

34. Se você conhece seu Coeficiente de Rendimento Escolar (informação do SUAP ou q-acadêmico IFG), digite a seguir (*exemplo: 8,63*) _____
35. No último mês, com que frequência você se sentiu sobrecarregado(a) com sua carga de estudos? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Raramente
 - b. ☐ Ocasionalmente
 - c. ☐ Frequentemente
 - d. ☐ Quase todos os dias
36. Quais destes problemas ou desafios que você enfrenta como estudante do ensino médio? (você pode escolher mais de uma opção)
- a. ☐ Aulas em período integral
 - b. ☐ Muitas disciplinas
 - c. ☐ Dificuldades de transporte para frequentar as aulas
 - d. ☐ Problemas familiares
 - e. ☐ Problemas financeiros
 - f. ☐ Problemas de relacionamento com colegas
 - g. ☐ Preconceito e discriminação
 - h. ☐ Não enfrento nenhum desses problemas
37. Você acredita que sua saúde mental afeta seu desempenho acadêmico?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
38. Em sua experiência, qual é o impacto da saúde mental na sua motivação para estudar e se dedicar aos estudos? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Impacto significativo e negativo
 - b. ☐ Impacto negativo moderado
 - c. ☐ Impacto leve ou ocasional
 - d. ☐ Nenhum impacto negativo
39. Você já teve que faltar às aulas devido a problemas de saúde mental?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
40. Se sim, com que frequência isso ocorreu? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Raramente
 - b. ☐ Ocasionalmente
 - c. ☐ Frequentemente
 - d. ☐ Quase sempre

41. Em sua opinião, o câmpus tem conhecimento sobre os problemas de saúde mental vivenciados pelos estudantes? (Escolha uma opção)
- a. ☐ Tem muito conhecimento
 - b. ☐ Tem algum conhecimento
 - c. ☐ Tem pouco conhecimento
 - d. ☐ Não tenho certeza
42. Você conhece alguma política pública brasileira ou ações do IFG relacionadas à saúde mental?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
43. Se sim, por favor, escreva exemplos:_____

Parte 5. Consumo alimentar e Saúde Mental

44. De acordo com sua percepção, você notou alteração no seu peso corporal nos últimos 6 meses?[1]
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
45. Que tipo de alteração:
- a. ☐ Reduziu
 - b. ☐ Mantive o peso corporal
 - c. ☐ Aumentou
 - d. ☐ Não sei responder
46. Quando você está ansioso(a), tende a comer muito?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
47. Você busca na comida um conforto emocional?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
48. Você já se alimentou de grande quantidade de alimentos em pouco tempo?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
49. Você, de vez em quando, fica sem se alimentar por um dia inteiro?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
50. Se sim, com que frequência você fica sem se alimentar por um dia inteiro?
- a. ☐ Dia sim, dia não
 - b. ☐ 2-3 vezes por semana
 - c. ☐ Uma vez por semana
 - d. ☐ De vez em quando
 - e. ☐ Apenas uma vez
51. Utiliza algum método para perder peso?
- a. ☐ Sim
 - b. ☐ Não
52. Se sim, qual método você utiliza?
- a. ☐ Comprimidos para emagrecer
 - b. ☐ Diuréticos

- c. () Laxantes
- d. () Provoca vômitos
- e. () Outro

53. Com que frequência você utiliza algum método para perder peso?

- a. () Não utilizo nenhum método para perder peso
- b. () Raramente
- c. () Uma vez
- d. () Semanalmente
- e. () Diariamente

54. Em relação aos seus hábitos alimentares diários, após ingresso num curso integral, houve alguma mudança?

- a. () Sim
- b. () Não

55. Com que frequência você consome os seguintes alimentos:

	Diariamente	2 a 3 vezes por semana	Raramente
Frutas e Vegetais	()	()	()
Grãos (arroz, feijão, dentre outros)	()	()	()
Leite e/ou derivados (iogurte, queijos, dentre outros)	()	()	()
Carnes Vermelhas ou Brancas	()	()	()
Salgadinhos fritos (coxinha, kibe, dentre outros)	()	()	()
Alimentos industrializados	()	()	()

56. Quais alimentos industrializados (processados e/ou ultraprocessados) você costuma consumir?
(Pode marcar mais de uma opção)

- a. () Refrigerante
 - b. () Sucos e refrescos artificiais
 - c. () Biscoitos recheados
 - d. () Batata frita
 - e. () Massas congeladas
 - f. () Pipoca de micro-ondas
 - g. () Chocolates, balas, chicletes e demais guloseimas
 - h. () Achocolatado
 - i. () Salgadinhos industrializados de pacote
 - j. () Sorvete
-

Regulação da expressão do microRNA miR-146 pela PKR em melanoma

9

Sthefany Alves Fernandes
Fernando Luiz De Lucca
Gustavo Antonio Teixeira Chaves
Thais Amaral e Sousa

Resumo

O melanoma é um tipo de câncer de pele altamente agressivo, caracterizado por elevado potencial metastático e baixa taxa de sobrevivência, o que torna necessárias investigações sobre novas estratégias terapêuticas. Os microRNAs (miRNAs), pequenos RNAs endógenos que atuam na regulação pós-transcricional da expressão gênica, destacam-se como alvos promissores, tendo em vista as alterações observadas no perfil de expressão dessas moléculas em tumores, incluindo o miR-146. Entretanto, os mecanismos envolvidos na regulação da expressão de miRNAs permanecem obscuros. Este estudo teve como objetivo investigar a possível indução da expressão de miR-146 pela proteína quinase dependente de RNA (PKR) – expressão que se mostra aumentada no melanoma. Células de melanócito não transformadas e melanoma murino (B16-F10) foram tratadas com poli[I:C], um análogo de RNA de fita dupla conhecido por induzir a expressão da PKR, e os

níveis de miR-146 quantificados por qRT-PCR. Os resultados demonstraram aumento na expressão de miR-146 nas células tratadas, comprovando a indução por PKR. Paralelamente, foi realizada a predição *in situ* dos potenciais mRNAs-alvos de miR-146. Foram identificados genes com reconhecido envolvimento no desenvolvimento e na progressão tumoral de melanoma, como CDKN2A, IRAK1, TRAF-6 e NUMB. Em síntese, este estudo indica que a ativação da PKR induz o aumento da expressão de miR-146 levando à supressão de genes supressores tumorais e/ou de adesão celular, contribuindo para o desenvolvimento e a progressão tumoral de melanoma. A indução da transcrição do miR-146, evidenciada no presente estudo, constitui um novo e relevante componente no mecanismo de ação da PKR como oncogene no melanoma, o que contribui para o aprofundamento da compreensão desse processo molecular.

Palavras-chave: câncer; melanoma; PKR; microRNA; miR-146.

1 INTRODUÇÃO

O melanoma cutâneo é a neoplasia cutânea mais agressiva, caracterizada pela proliferação descontrolada de melanócitos, alto potencial metastático e baixa resposta a terapias convencionais (Zhang; Lui, 2024; Caraviello *et al.*, 2025). Apesar da estabilização da mortalidade e do avanço em medidas preventivas, sua incidência permanece elevada, com 325.000 novos casos e 57.000 óbitos em 2020 (De Pinto *et al.*, 2024). A letalidade decorre principalmente da propensão metastática e da

resistência à quimioterapia, resultando em baixa sobrevida em estágios avançados (Hsu *et al.*, 2002; Caraviello *et al.*, 2025).

A incidência global tem aumentado, associada à maior exposição à radiação ultravioleta (UV) (Arnold *et al.*, 2022). No Brasil, são estimados 8.980 novos casos anuais, e embora represente apenas 3% dos tumores cutâneos, o melanoma é responsável por 75% das mortes nesse grupo (INCA, 2022).

Os melanócitos, derivados da crista neural, são células responsáveis pela síntese de melanina (melanogênese), processo induzido principalmente pela radiação UV (Sommer, 2011; Snyman *et al.*, 2024). O melanoma maligno se desenvolve de forma gradual, a partir de lesões melanocíticas benignas que progridem por estágios displásicos até adquirirem fenótipo invasivo e metastático (Bardeesy *et al.*, 2000). Essa progressão envolve alterações na comunicação dos melanócitos com o microambiente tumoral, promovendo interações entre as células neoplásicas e as estruturas adjacentes envolvendo alterações no microambiente tumoral (Bogenrieder; Herlyn, 2002). e apresentando estágios clínico-histopatológicos bem definidos (Meier *et al.*, 1998). No nível molecular, a transformação resulta de mutações ativadoras em oncogenes e inativadoras em genes supressores (Bastian, 2014; Caraviello *et al.*, 2025).

Adicionalmente, os microRNAs (miRNAs) têm sido amplamente estudados devido à sua função na regulação pós-transcricional de genes, incluindo oncogenes e supressores tumorais. Diversos trabalhos demonstram que os miRNAs desempenham papéis centrais na biologia do melanoma, regulando processos como proliferação celular, invasão, metástase e resistência à apoptose (Levati *et al.*, 2009; Molnár *et al.*, 2008; Felicetti *et al.*, 2008; Schultz *et al.*, 2008; Mueller; Bosserhoff, 2009; Stark *et al.*, 2010; Aksenenko *et al.*, 2019; Gajos-Michniewicz; Czyz, 2019; Thyagarajan *et al.*, 2019; Di Martino *et al.*, 2022). A expressão diferencial desses miRNAs tem sido explorada como biomarcador diagnóstico e prognóstico, além de representar uma via promissora para terapias alvo (Achberger *et al.*, 2014; Sabato *et al.*, 2022; Rafiepoor *et al.*, 2025; Chaharlashkar *et al.*, 2025; Lim *et al.*, 2025).

Os miRNAs, RNAs não codificadores de 19–25 nucleotídeos, são processados de pri-miRNA a pré-miRNA no núcleo, exportados pela Exportina-5 e clivados por Dicer no citoplasma, originando o duplex miRNA:miRNA*, do qual apenas a fita madura integra o complexo RISC (Lee; Ambros, 2001; Bartel, 2004; Lund *et al.*, 2004; Hutvágner *et al.*, 2001; Meister *et al.*, 2004; Schwarz *et al.*, 2003). No RISC, direcionam-se à 3'-UTR do RNAm, reprimindo a tradução ou promovendo sua degradação (Hutvágner; Zamore, 2002; Zeng *et al.*, 2002; Bartel, 2004; Zhao *et al.*, 2005; Pillai *et al.*, 2005; Maroney *et al.*, 2006; Jackson; Standart, 2007; Nilsen, 2007).

O miR-146a apresenta expressão aumentada em melanomas, promovendo proliferação, migração e invasão (Sousa, 2007; Rao *et al.*, 2013). Essa expressão pode ser induzida pela ativação do NF- κ B (Taganov *et al.*, 2006), cuja ativação depende da PKR, quinase associada a estresse celular, infecção viral e câncer (Karin; Ben-Neriah, 2000; Kumar *et al.*, 1994; García *et al.*, 2006; Gil *et al.*, 2000; García *et al.*, 2007). A PKR, expressa em altos níveis em melanomas metastáticos, pode favorecer progressão tumoral via regulação de vias de sobrevivência e expressão gênica (Kim *et al.*, 2002).

Assim, este estudo investigou a hipótese de que a PKR induz a superexpressão de miR-146 por ativação de NF- κ B em células de melanoma murino, fornecendo subsídios para compreender os mecanismos moleculares da progressão tumoral e identificar potenciais alvos terapêuticos.

2 METODOLOGIA

2.1 LINHAGENS CELULARES E CONDIÇÕES DE CULTIVO

As linhagens celulares de melanócitos e melanoma murino B16-F10 foram gentilmente fornecidas pelo Prof. Dr. Roy Edward Larson, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP). As células foram cultivadas em meio RPMI-1640 (Gibco), composto por 1,039 g de RPMI, 0,26 g de HEPES e 0,2 g de bicarbonato de sódio, para 100 mL com água destilada estéril. O meio foi suplementado com 10% de soro fetal bovino (Invitrogen), 2 mM de L-glutamina (Invitrogen) e 1% de penicilina/estreptomicina (100 U/mL) (Gibco).

As células foram mantidas em incubadora a 37 °C, em atmosfera úmida contendo 5% de CO₂. Após 48 horas de cultivo, as células foram destacadas utilizando solução de EDTA 10 mM diluída em meio RPMI. Em seguida, foram coletadas, quantificadas, ressuspenso em RPMI puro e novamente incubadas sob as mesmas condições.

2.2 ENSAIO DE ATIVAÇÃO DA PKR

Para a indução da proteína quinase dependente de RNA (PKR), células B16-F10 ($2,8 \times 10^6$ células/mL) foram inicialmente incubadas em meio RPMI suplementado com 5% de soro fetal bovino por 24 horas, a 37 °C e 5% de CO₂. Após esse período, as células foram centrifugadas, lavadas duas

vezes com meio RPMI estéril e ressuspensão na mesma solução. Posteriormente, foram semeadas em placas de cultura (de 6 poços) na densidade de $2,8 \times 10^6$ células/poço.

Para ativação da PKR, foi adicionado poliinosínico:policitidílico ácido [poli(I:C)] na concentração de 150 µg/mL ou 250 µg/mL, sendo as células incubadas por 1 hora sob as mesmas condições de temperatura e atmosfera. Ao término da incubação, o conteúdo de cada poço foi cuidadosamente aspirado com pipeta Pasteur, e as células foram transferidas para microtubos e centrifugadas a 500 x g por 10 minutos. O pellet celular obtido foi utilizado imediatamente para a extração de RNA.

2.3 ANÁLISE DA EXPRESSÃO DE MICRORNAS

A extração de RNA total das células de melanoma foi realizada utilizando o reagente Trizol® (Invitrogen-Gibco), conforme protocolo do fabricante. Aproximadamente 5×10^6 células foram homogeneizadas em 1,0 mL de Trizol®, assegurando a completa lise celular.

A quantificação da expressão de microRNAs foi realizada por RT-PCR quantitativo (qRT-PCR), utilizando-se TaqMan® Micro-RNA Assay (Applied Biosystems) seguindo o protocolo do fabricante conforme o método descrito por Chen *et al.* (2005), que emprega oligonucleotídeos específicos com estrutura em *stem-loop* para a transcrição reversa de miRNAs maduros. A expressão relativa dos miRNAs analisados foi determinada através do método $2^{-\Delta\Delta Ct}$ (Livak; Schmittgen, 2001). Quantificação relativa foi realizada usando a expressão do gene β -actina como controle endógeno e amostras de melanócitos não transformados (NTC) como calibradoras.

2.4 PREDIÇÃO DE GENES ALVOS DE MIR-146

A identificação de possíveis genes-alvo do miR-146 foi realizada com base no algoritmo TargetScan 7.2 (https://www.targetscan.org/vert_72/), utilizando a sequência mmu-miR-146-5p como parâmetro de busca (Agarwal *et al.*, 2015). A espécie selecionada para busca na plataforma foi "Human" devido ao fato de que as principais informações sobre as vias moleculares do tumor estão relacionadas a estudos em humanos. Foram selecionados os alvos localizados em regiões 3'-UTR com sítios de ligação conservados entre espécies. As funções e características dos genes-alvo foram investigadas por meio dos bancos de dados Ensembl (<https://www.ensembl.org>) e NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram apresentados como média \pm erro padrão da média (E.P.M.) para cada grupo experimental. A análise estatística foi realizada por meio do software GraphPad Prism (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA), utilizando-se análise de variância unidirecional (One-way ANOVA). Consideraram-se estatisticamente significativas as diferenças com valor de $p \leq 0,05$. As representações gráficas dos dados foram elaboradas utilizando o software Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INDUÇÃO DA EXPRESSÃO DE MIR-146 POR PKR EM MELANOMA

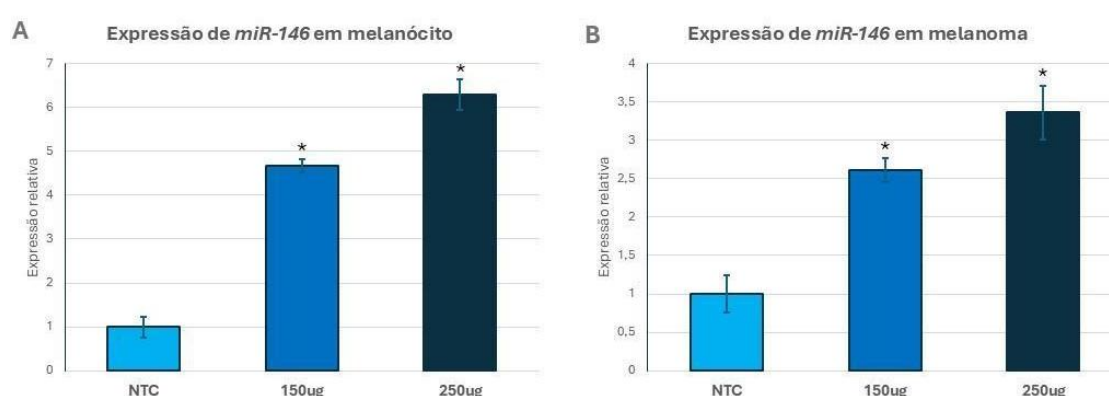
A expressão de microRNAs (miRNAs) é rigidamente controlada em nível transcricional, pós-transcricional e epigenético, sendo essencial para a regulação de processos celulares como proliferação, diferenciação, apoptose e resposta ao estresse. A transcrição dos pri-miRNAs pode ser regulada por fatores de transcrição específicos e modificações epigenéticas, como metilação de DNA e modificações de histonas, que afetam a acessibilidade do DNA aos complexos de transcrição (Krol *et al.*, 2010). Além disso, a estabilidade e maturação dos miRNAs podem ser moduladas por proteínas ligantes de RNA, como Lin28, que bloqueia o processamento de precursores de miRNA *let-7*, influenciando diretamente sua abundância celular (Newman *et al.*, 2008).

Com o objetivo de investigar se a ativação da proteína quinase dependente de RNA (PKR), previamente descrita em células metastáticas de melanoma, poderia resultar na indução da expressão do microRNA miR-146, células de melanócitos (não neoplásicos) e de melanoma murino (B16-F10) foram tratadas com dsRNA sintético poliinosínico:policitidílico (Poli[I:C]). A ativação da PKR depende da ligação ao RNA de fita dupla (dsRNA), promovendo sua dimerização e subsequente autofosforilação por transfosforilação intermolecular (Tian; Mathews, 2001). Além do dsRNA, a PKR também pode ser ativada por RNAs de fita simples que apresentem estruturas secundárias estáveis (Li; Petryshyn, 1991; Bommer *et al.*, 2002), bem como por elementos estruturais presentes na região 3'-UTR de RNAs mensageiros de mamíferos (Davis; Watson, 1996; Nussbaum *et al.*, 2002). Nesse contexto, o Poli[I:C] é

amplamente reconhecido como um ativador clássico da PKR (Clemens; Elia, 1997). Observa-se na Figura 1 que o tratamento com poli[I:C] resultou em aumento da expressão do miR-146 em ambos os tipos celulares analisados: melanócitos e células de melanoma murino da linhagem B16-F10.

FIGURA 1

Expressão de miR-146 em células de melanócito murino não neoplásico (A) e melanoma murino (B16-F10) tratadas com 0 (NTC), 150µg/mL ou 250µg/mL de Poli I:C para indução da ativação de PKR avaliada por RT-PCR em tempo real usando TaqMan MicroRNA Assay



Nota: Quantificação relativa pelo método $2^{-\Delta\Delta C_t}$ usando β -actina como controle endógeno e amostras não tratadas (NTC) como calibradoras. As colunas apresentam os valores de expressão de cada grupo em relação ao respectivo grupo controle. Os dados foram apresentados como média \pm e.p.m. * $p < 0.05$.

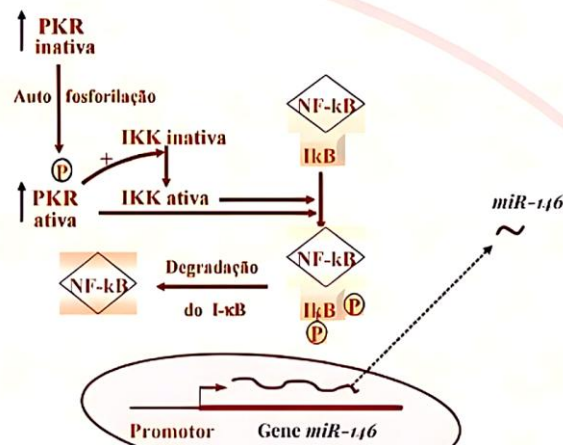
Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir dos dados representados na Figura 1, infere-se que a ativação da PKR, por meio do tratamento com o RNA de fita dupla sintético Poli[I:C], promoveu o aumento da expressão do miR-146 tanto em melanócitos quanto em células de melanoma murino (B16-F10), em comparação com os respectivos controles não tratados (NTC). Em melanócitos, observou-se um aumento gradativo da expressão do miR-146 proporcional ao aumento da concentração de Poli[I:C], sendo a concentração de 250 µg mais eficaz do que a de 150 µg. Tendência semelhante foi verificada nas células B16-F10. Notavelmente, a indução do miR-146 foi mais pronunciada nos melanócitos em relação às células B16-F10.

Esses achados corroboram a hipótese de que a ativação da PKR pode induzir a expressão de miR-146 por meio da via de sinalização do NF- κ B, sugerindo um possível papel regulador desse eixo molecular no contexto tumoral. A Figura 2 ilustra a via de sinalização molecular envolvida nessa ativação proposta por este estudo.

FIGURA 2

Ilustração do mecanismo proposto de indução da transcrição de miR-146 pela PKR em melanoma



Fonte: Elaboração própria (2024).

A ativação da PKR pela ligação de dsRNA leva à auto fosforilação da mesma, que por sua vez pode ativar o NF-κB. O NF-κB é uma proteína dimérica que se liga ao DNA, atuando como um modulador transcricional. Este fator de transcrição está presente em sua forma inativa no citoplasma, ligado a um inibidor denominado I-κB.

Uma vez ativada, a PKR leva à ativação de IKK (IκB quinase) que fosforila o inibidor I-κB induzindo sua degradação pelo sistema da ubiquitina-proteasoma, deixando o NF-κB livre para migrar ao núcleo e se ligar aos promotores de genes que possuem sítios de ligação para este fator de transcrição (Kumar *et al.*; 1994, Karin; Benneriah, 2000). NF-κB ativo, por sua vez, induz a transcrição de *miR-146* (Taganov *et al.*; 2006). Desse modo, a ativação de PKR induz o aumento da expressão de miR-146 (Figura 2).

3.2 IMPLICAÇÕES DA INDUÇÃO DE MIR-146 EM MELANOMA

O microRNA miR-146a tem se destacado como um regulador relevante na fisiopatologia do melanoma, atuando em processos relacionados à progressão tumoral, modulação da resposta imunológica e resistência a terapias. Estudos demonstram que o miR-146a encontra-se frequentemente superexpresso em tecidos de melanoma maligno e em linhagens celulares, contribuindo para o aumento da proliferação, migração e invasão celular (Sousa, 2007; Rao *et al.*, 2013; Raimo *et al.*, 2016; Pu *et al.*, 2018; Aksenenko *et al.*, 2019; Mastroianni *et al.*, 2019; Dika *et al.*, 2020; Vergani *et al.*, 2020; Naddeo *et al.*, 2024).

A expressão de miR-146a-5p encontra-se significativamente aumentada em melanomas quando comparada à pele saudável adjacente, sendo considerado um regulador chave na interação entre as células tumorais e o microambiente, modulando vias críticas para a progressão tumoral, atuando tanto na promoção da proliferação quanto na resistência terapêutica (Aksenenko *et al.*, 2019). A identificação do gene *SMAD4* como alvo direto do miR-146a vincula sua ação à supressão de vias tumorais dependentes de TGF- β , promovendo um fenótipo mais invasivo (Pu *et al.*, 2018).

Raimo *et al.* (2016) demonstram que o miR-146a exerce uma função dual na progressão do melanoma, favorecendo o crescimento local por meio da repressão de genes como *LFNG* e *NUMB* (via NOTCH/PTEN/Akt), ao mesmo tempo em que inibe a disseminação metastática por meio da regulação negativa de *ITGAV* e *ROCK1*. No entanto, seus níveis reduzidos em células tumorais circulantes sugerem que essa oscilação na expressão seja essencial para a transição entre os fenótipos proliferativo e disseminante.

No contexto imunológico, o miR-146a atua como regulador negativo da via STAT1/IFN γ , limitando a resposta imune antitumoral. Em modelos animais, a sua deleção aumentou a ativação de células T e reduziu metástases, embora também tenha levado à elevação de PD-L1, indicando que a combinação de antagomiRs de miR-146a com bloqueadores de PD-1 pode potencializar a eficácia da imunoterapia (Mastroianni *et al.*, 2019).

Adicionalmente, a redução da expressão de miR-146a-5p foi associada à resistência a inibidores de BRAF/MEK em melanomas mutados, por meio da ativação da via NF κ B e superexpressão de *COX2*, sendo que sua restauração ou a inibição de *COX2* com celecoxibe aumentaram a sensibilidade ao tratamento (Vergani *et al.*, 2020). Por fim, sua expressão combinada com miR-21-5p mostrou correlação com características prognósticas, como espessura tumoral, oferecendo valor diagnóstico adicional, especialmente em casos de difícil avaliação histológica (Dika *et al.*, 2020; Naddeo *et al.*, 2024).

Além de sua função regulatória no microambiente, o miR-146a tem sido implicado na resistência terapêutica ao melanoma. MiRNAs circulantes, incluindo miR-146a e miR-146b, presentes em vesículas extracelulares liberadas por tumores, correlacionam-se com aumento de células mieloides supressoras (MDSCs) e resistência a imunoterapias com inibidores de checkpoint (Huber *et al.*, 2018). Estudos in vivo demonstraram que a combinação de antagomiR de miR-146a com anticorpo anti-PD-1 reduziu de forma mais eficaz o volume tumoral e melhorou a sobrevida de modelos murinos em comparação à terapia isolada com anti-PD-1 (Mastroianni *et al.*, 2019). Além

disso, miR-146a, junto com outros miRNAs, contribui para resistência a terapias direcionadas, como inibidores de BRAF e MEK (Vergani *et al.*, 2020).

Coletivamente, o miR-146a atua em múltiplos níveis na progressão do melanoma: promove crescimento tumoral via Notch/NUMB, regula a polarização e função de macrófagos através da via NF- κ B/TRAF6/IRAK1, contribui para imunossupressão e está envolvido em resistência a terapias alvo e imunoterapias (Forloni *et al.*, 2014; Taganov *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2016; Luo *et al.*, 2016; Mann *et al.*, 2018; Huber *et al.*, 2018; Mastroianni *et al.*, 2019; Vergani *et al.*, 2020; Lim *et al.*, 2025). Esses achados destacam o miR-146a como biomarcador prognóstico e alvo terapêutico promissor, reforçando seu papel central na regulação molecular, imunológica e clínica do melanoma.

Esses achados destacam, pode-se verificar que o miR-146a configura-se como um elemento central na biologia do melanoma, sendo considerado um potencial biomarcador prognóstico e alvo terapêutico promissor.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS GENES ALVOS DE MIR-146 POR PREDIÇÃO *IN SITU*

Na tentativa de elucidar melhor os mecanismos de ação do miR-146-5p, realizou-se uma análise de predição de seus alvos moleculares utilizando a plataforma TargetScan Human 7.2. Considerando que se pretendia avaliar as implicações da indução da expressão deste miRNA durante o desenvolvimento e progressão do tumor em humanos, a busca foi realizada para alvos em humanos e não em camundongos. Foram identificados 283 transcritos contendo sítios de ligação conservados compatíveis com o miR-146-5p. A partir dessa lista, procedeu-se à avaliação dos genes preditos por meio de consultas ao banco de dados do *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), com o objetivo de confirmar a regulação desses transcritos pelo referido microRNA. Além disso, foi realizada uma triagem dos genes validados quanto à sua possível associação com a biologia do melanoma, com o intuito de identificar alvos com relevância funcional para a progressão tumoral. Esses achados possibilitam o avanço na compreensão da participação do miR-146-5p na modulação de vias moleculares envolvidas na tumorigênese e sugerem um possível elo funcional entre a ativação da PKR e a regulação de genes críticos no contexto do melanoma.

A análise dos possíveis alvos do miR-146-5p, preditos por meio da plataforma TargetScan Human 7.2, revelou um total de 283 transcritos com sítios conservados de ligação. Devido ao grande volume de dados e à limitação temporal, foram selecionados 21 genes para análise aprofundada, com base na relevância biológica potencial e na associação prévia com processos tumorais.

Os genes foram avaliados quanto à evidência de regulação pelo miR-146, à relação com o melanoma e às suas possíveis funções na progressão tumoral. A partir dos dados obtidos os 11 genes de maior relevância estão sintetizados no Quadro 1. Alguns transcritos apresentaram escassez de informações quanto à interação com o miR-146 e/ou sua participação no desenvolvimento e progressão de melanoma.

QUADRO 1

Genes de maior relevância analisados a partir dos dados encontrados no TargetScan

Gene	Função/Atuação	Relação com Melanoma	Referências
CDKN2AIP	Regulação do ciclo celular	Mutações neste gene estão associadas ao melanoma hereditário	(Toussi <i>et al.</i> , 2020; Serman <i>et al.</i> , 2022)
IRAK1	Participa de vias de sinalização imune e oncogênica	Contribui para a inflamação tumoral, favorecendo a tumorigênese	(Srivastava <i>et al.</i> , 2012)
HNRNPD	Envolvido na regulação pós-transcricional e estabilidade do RNA	Redução na expressão está associada à falha na vigilância imunológica e rejeição tumoral	(Chang <i>et al.</i> , 2024; Brewer <i>et al.</i> , 2003)
NOVA1	Regulador de <i>splicing</i> alternativo	Atua como oncogene; está superexpresso em células de melanoma	(Xin <i>et al.</i> , 2017; Yu <i>et al.</i> , 2018)
TRAF6	Ativador de vias de sinalização pró-tumorais	Superexpresso em células tumorais, promovendo o crescimento do melanoma	(Wang <i>et al.</i> , 2020; Luo <i>et al.</i> , 2016)
RARB	Receptor nuclear, regulado por metilação	Hipermetilação deste gene está associada a características agressivas do melanoma	(Zeschnigk <i>et al.</i> , 2003)
LFNG	Modulador de vias de sinalização Notch	Associado à progressão tumoral e ocorrência de metástases no melanoma	(Del Castillo Velasco-Herrera <i>et al.</i> , 2018)
CD80	Coestimulador imune na ativação de células T	Superexpressão favorece a resposta imune antitumoral	(Scarpa <i>et al.</i> , 2021)
ACKR2	Regulação da inflamação	Sua deficiência está associada ao aumento do crescimento tumoral primário no melanoma	(Gowhari Shabgah <i>et al.</i> , 2022)
NUMB	Inibidor de vias oncogênicas (Notch)	Expressão reduzida em células tumorais, contribuindo para a progressão do melanoma	(Hristova <i>et al.</i> , 2022)
NRAS	Regula o crescimento e a sobrevivência celular	Frequentemente mutado em melanomas, promovendo proliferação celular	(Garcia Alvarez <i>et al.</i> , 2021)

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.4 ESTUDOS DE FUNÇÃO GÊNICA

Para subsidiar a compreensão dos efeitos do aumento da expressão de miR-146, promovido pela ativação da PKR, e suas possíveis implicações nos processos de desenvolvimento e progressão do melanoma, foi realizada uma investigação bibliográfica sobre os principais genes-alvo. O miR-146

regula diversos alvos moleculares que desempenham funções críticas na progressão do melanoma. Dentre os genes regulados estão *CDKN2A*, *IRAK1*, *NOVA1*, *TRAF6*, *CD80*, *ACKR2* e *NUMB*, todos com papéis relevantes tanto no comportamento celular tumoral quanto no microambiente imune.

O gene *CDKN2A* é amplamente reconhecido como supressor tumoral, codificando as proteínas p16(INK4A) e p14(ARF), que regulam negativamente o ciclo celular e promovem a senescência. A perda funcional de *CDKN2A*, comum em melanomas hereditários e esporádicos, leva a um fenótipo celular mais invasivo, impulsionando a motilidade e progressão tumoral (Toussi *et al.*, 2020). Estudos em outros tipos de câncer, como o de mama, demonstram que miR-146a pode reprimir diretamente a expressão de *CDKN2A*, o que sugere um mecanismo pelo qual miR-146a poderia favorecer a proliferação e invasão celular também no melanoma. Embora essa interação ainda não tenha sido validada especificamente nesse contexto, ela levanta a hipótese de que o *miR-146a* contribua para a progressão tumoral por meio da inibição de um dos principais freios ao ciclo celular (Zhang *et al.*, 2020).

Além disso, miR-146a também regula genes envolvidos em sinalização inflamatória, como *IRAK1* e *TRAF6*. Ambos os genes são elementos-chave na ativação do NF- κ B por vias do tipo TLR/IL-1 e promovem a expressão de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e VEGF. Em melanoma, a ativação de *IRAK1* e *TRAF6* sustenta a sobrevivência tumoral, a angiogênese e a resistência a terapias (Liu *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2020). A repressão dessas moléculas por miR-146a, já demonstrada por ensaios funcionais, leva à inibição de NF- κ B e à queda de fatores pró-tumorais, indicando um efeito potencialmente antitumoral. Assim, miR-146a parece exercer uma função dual: enquanto pode favorecer a progressão tumoral via inibição de *CDKN2A*, pode também restringir vias inflamatórias exploradas pelo melanoma para crescer e se proteger da resposta imune.

Outro gene regulado por miR-146b-5p é *NOVA1*, um fator de *splicing* normalmente expresso em neurônios, mas que se encontra superexpresso em células de melanoma. *NOVA1* tem sido associado à promoção do crescimento tumoral por meio da regulação de eventos de *splicing* alternativo de genes como *FOXO3a* e *CCND1*. A repressão de *NOVA1* por miR-146b-5p, demonstrada em câncer gástrico, sugere que a modulação deste gene por miR-146 poderia inibir o crescimento tumoral também no melanoma. De fato, o silenciamento experimental de *NOVA1* levou à redução da proliferação em linhagens de melanoma, indicando que a intervenção de miR-146 sobre este alvo contribui para bloquear a progressão do câncer (Yu *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2021).

A atuação de miR-146 também se estende à modulação da resposta imune. Um exemplo é o gene *CD80*, que codifica uma molécula coestimuladora essencial para a ativação de linfócitos T por células apresentadoras de antígeno. No microambiente do melanoma, a expressão de *CD80* costuma estar reduzida, o que contribui para a evasão imune. A repressão de *CD80* por miR-146a-5p

em macrófagos, já demonstrada experimentalmente, pode acentuar esse efeito, reduzindo ainda mais a ativação de células T e facilitando a progressão tumoral por mecanismos imunossupressores (Li *et al.*, 2016).

ACKR2, um receptor atípico de quimiocina, desempenha papel na regulação da inflamação ao sequestrar quimiocinas pró-inflamatórias. Em modelos de melanoma, sua deficiência promove crescimento tumoral primário, enquanto sua ausência em tumores avançados pode reduzir a metástase. A expressão reduzida de *ACKR2* em presença de miR-146a sugere uma regulação negativa pelo microRNA (Gowhari Shabgah *et al.*, 2022; Massara *et al.*, 2018; Pacifico *et al.*, 2017).

Por fim, o efeito oncogênico de miR-146 está associado à repressão do gene *NUMB*, um inibidor da via de sinalização Notch, cuja ativação favorece a transformação maligna dos melanócitos. *NUMB*, um antagonista da via NOTCH, está implicado na regulação da proliferação e diferenciação celular (Forloni *et al.*, 2014). Embora a função exata de *NUMB* no melanoma ainda esteja em investigação, sua expressão pode modular a atividade de vias oncogênicas e influenciar o comportamento tumoral. Evidências preliminares sugerem que miR-146a regula negativamente *NUMB*, mas os efeitos funcionais dessa interação no melanoma ainda não são bem estabelecidos, exigindo mais estudos (Hristova *et al.*, 2022; Rigg *et al.*, 2023).

Em conjunto, os dados mostram que o miR-146 atua como regulador central de genes que influenciam tanto a biologia intrínseca das células de melanoma quanto o ambiente imunológico ao seu redor. A depender do alvo, miR-146 pode exercer efeitos antitumorais – por exemplo, ao inibir *IRAK1*, *TRAF6* ou *ACKR2* – ou pró-tumorais, como na repressão de *CDKN2A* ou *CD80*. Essa complexidade destaca a importância de considerar o contexto celular e a dosagem de miR-146 na avaliação de seu papel como possível alvo terapêutico no melanoma.

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos com a indução da proteína quinase dependente de RNA (PKR) confirmam que esta regula positivamente a expressão de miR-146 tanto em células normais quanto tumorais de melanócito. A regulação da expressão de miR-146 tem um papel crucial no controle da expressão de seus genes alvos, de modo que um aumento na sua expressão pode resultar na regulação negativa de certos genes que atuam como oncogenes, favorecendo o desenvolvimento tumoral. Em suma, os resultados sugerem que o miR-146 regula diversos genes com diferentes efeitos sobre o melanoma, como *CDKN2A*, *IRAK1*, *NOVA1*, *TRAF6*, *CD80*, *ACKR2* e *NUMB*, o que destaca a importância de analisar as especificidades dessa regulação.

A indução da PKR, com a consequente modulação da expressão do miR-146, emerge como alvo promissor para o desenvolvimento de novas estratégias no controle do crescimento e proliferação do melanoma, especialmente considerando sua capacidade de regular genes com expressão alterada nos tumores.

Foi previamente observado que o silenciamento da proteína quinase R (PKR) em células de melanoma B16-F10 resultou em uma redução significativa do crescimento tumoral e da formação de metástase, sugerindo que a PKR exerce um papel essencial na proliferação das células tumorais e na disseminação metastática do melanoma (Delgado André; De Lucca, 2007; Delgado André *et al.*, 2014). A modulação negativa da PKR poderia, portanto, representar uma abordagem terapêutica promissora para o controle do crescimento tumoral e a prevenção de metástases em melanoma. A indução da transcrição de *mir-146* demonstrada no presente estudo adiciona um novo e importante elemento no mecanismo de ação da PKR como oncogene em melanoma, contribuindo para a elucidação deste.

OS AUTORES

Sthefany Alves Fernandes

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Formosa/Técnico Integrado em Biotecnologia/Pibic-EM
sthefany.alves@academico.ifg.edu.br

Fernando Luiz De Lucca

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo
fldlucca@fmrp.usp.br

Gustavo Antonio Teixeira Chaves

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Formosa/Departamento de Áreas Acadêmicas
gustavo.chaves@ifg.edu.br

Thais Amaral e Sousa

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Formosa/Departamento de Áreas Acadêmicas
thais.sousa@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ACHBERGER, S. *et al.* Circulating immune cell and microRNA in patients with uveal melanoma developing metastatic disease. *Molecular Immunology*, v. 58, p. 182-186, 2014.

AGARWAL, V. *et al.* Predicting effective microRNA target sites in mammalian mRNAs. *eLife*, v. 4, e05005, 2015.

AKSENENKO, M. *et al.* Differences in microRNA expression between melanoma and healthy adjacent skin. *BMC Dermatology*, v. 19, n. 1, p. 1, 2019.

ARNOLD, M. *et al.* Global burden of cutaneous melanoma in 2020 and projections to 2040. *JAMA Dermatology*, v. 158, p. 495-503, 2022.

BARDEESY, N. *et al.* Animal models of melanoma: recent advances and future prospects. *Advances in Cancer Research*, v. 79, p. 123-156, 2000.

BARTEL, D. P. MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function. *Cell*, v. 116, n. 2, p. 281-297, 2004.

BASTIAN, B. C. The molecular pathology of melanoma: an integrated taxonomy of melanocytic neoplasia. *Annual Review of Pathology*, v. 9, p. 239-271, 2014.

BOGENRIEDER, T.; HERLYN, M. Cell-surface proteolysis, growth factor activation and intercellular communication in the progression of melanoma. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, v. 44, n. 1, p. 1-15, 2002.

BOMMER, U. A. *et al.* Binding of La protein to the internal ribosome entry site of the L-myc RNA: implications for La function in translation initiation. *RNA*, v. 8, n. 4, p. 445-456, 2002.

BREWER, G. *et al.* Increased interleukin-10 mRNA stability in melanoma cells is associated with decreased levels of A+U-rich element binding factor AUF1. *Journal of Interferon & Cytokine Research*, v. 23, n. 10, p. 553-564, 2003.

CARAVIELLO, C. *et al.* Melanoma skin cancer: a comprehensive review of current knowledge. *Cancers*, v. 17, 2920, 2025.

CHAHARLASHKAR, Z. *et al.* Metastatic melanoma: an integrated analysis to identify critical regulators associated with prognosis, pathogenesis and targeted therapies. *PLoS ONE*, v. 20, n. 1, e0312754, 2025.

CHANG, S. *et al.* HNRNPD regulates the biogenesis of circRNAs and the ratio of mRNAs to circRNAs for a set of genes. *RNA Biology*, v. 21, n. 1, p. 1-15, 2024.

CHEN, C. *et al.* Real-time quantification of microRNAs by stem-loop RT-PCR. *Nucleic Acids Research*, v. 33, n. 20, e179, 2005.

CLEMENS, M. J.; ELIA, A. The double-stranded RNA-dependent protein kinase PKR: structure and function. *Journal of Interferon & Cytokine Research*, v. 17, n. 9, p. 503-524, 1997.

DAVIS, M.; WATSON, J. C. In vitro activation of the interferon-induced, double-stranded RNA-dependent protein kinase PKR by RNA from the 3' untranslated regions of human α - and β -globin mRNA. *Nucleic Acids Research*, v. 24, n. 19, p. 4051-4057, 1996.

DE PINTO, G. *et al.* Global trends in cutaneous malignant melanoma incidence and mortality. *Melanoma Research*, v. 34, n. 3, p. 265-275, 2024.

DEL CASTILLO VELASCO-HERRERA, M. *et al.* Comparative genomics reveals that loss of lunatic fringe (LFNG) promotes melanoma metastasis. *Molecular Oncology*, v. 12, n. 2, p. 239-255, 2018.

- DELGADO ANDRÉ, N. *et al.* Intratumoral injection of PKR shRNA expressing plasmid inhibits B16-F10 melanoma growth. *Oncology Reports*, v. 32, n. 5, p. 2267-2273, 2014.
- DELGADO ANDRÉ, N.; DE LUCCA, F. L. Knockdown of PKR expression by RNAi reduces pulmonary metastatic potential of B16-F10 melanoma cells in mice: possible role of NF-kappaB. *Cancer Letters*, v. 258, n. 1, p. 118-125, 2007.
- DI MARTINO, M. T. *et al.* miR-221/222 as biomarkers and targets for therapeutic intervention on cancer and other diseases: a systematic review. *Molecular Therapy – Nucleic Acids*, v. 27, p. 1191-1224, 2022.
- DIKA, E. *et al.* Defining the prognostic role of microRNAs in cutaneous melanoma. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 140, n. 11, p. 2260-2267, 2020.
- FELICETTI, F. *et al.* The promyelocytic leukemia zinc finger-microRNA-221/-222 pathway controls melanoma progression through multiple oncogenic mechanisms. *Cancer Research*, v. 68, n. 8, p. 2745-2754, 2008.
- FORLONI, M. *et al.* miR-146a promotes the initiation and progression of melanoma by activating Notch signaling. *eLife*, v. 3, e01460, 2014.
- GAJOS-MICHNIEWICZ, A.; CZYZ, M. Role of miRNAs in melanoma metastasis. *Cancers*, v. 11, n. 3, 326, 2019.
- GARCÍA, M. A. *et al.* Impact of protein kinase PKR in cell biology: from antiviral to antiproliferative action. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 70, n. 4, p. 1032-1060, 2006.
- GARCÍA, M. A. *et al.* The dsRNA protein kinase PKR: virus and cell control. *Biochimie*, v. 89, n. 6-7, p. 799-811, 2007.
- GARCIA-ALVAREZ, A.; ORTIZ, C.; MUÑOZ-COUSELO, E. Current perspectives and novel strategies of NRAS-mutant melanoma. *OncoTargets and Therapy*, v. 14, p. 3709-3719, 2021.
- GIL, J. *et al.* The activity of the dsRNA-dependent eIF2 α kinase PKR is regulated by the NF κ B inhibitor I κ B. *EMBO Journal*, v. 19, n. 19, p. 5561-5572, 2000.
- GOWHARI SHABGAH, A. *et al.* The role of atypical chemokine receptor D6 (ACKR2) in physiological and pathological conditions: friend, foe, or both? *Frontiers in Immunology*, v. 13, 861931, 2022.
- HRISTOVA, D. M. *et al.* NUMB as a therapeutic target for melanoma. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 142, n. 7, p. 1882-1892.e5, 2022.
- HSU, M. Y.; MEIER, F.; HERLYN, M. Melanoma development and progression: a conspiracy between tumor and host. *Differentiation*, v. 70, n. 9-10, p. 522-536, 2002.
- HUBER, V. *et al.* Tumor-derived microRNAs induce myeloid suppressor cells and predict immunotherapy resistance in melanoma. *Journal of Clinical Investigation*, v. 128, p. 5505-5516, 2018.
- HUTVÁGNER, G. *et al.* A cellular function for the RNA interference enzyme Dicer in the maturation of the let-7 small temporal RNA. *Science*, v. 293, n. 5531, p. 834-838, 2001.

HUTVÁGNER, G.; ZAMORE, P. D. A microRNA in a multiple crassa turnover RNAi enzyme complex. *Science*, v. 297, n. 5589, p. 2056-2060, 2002.

INCA (Instituto Nacional de Câncer). Câncer: tipos de câncer – câncer de pele melanoma. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

JACKSON, R. J.; STANDART, N. How do microRNAs regulate gene expression? *Science Signaling*, n. 367, p. re1, 2007.

KARIN, M.; BEN-NERIAH, Y. Phosphorylation meets ubiquitination: the control of NF- κ B activity. *Annual Review of Immunology*, v. 18, p. 621-663, 2000.

KIM, S. H.; GUNNERY, S.; CHOE, J. K.; MATHEWS, M. B. Neoplastic progression in melanoma and colon cancer is associated with increased expression and activity of the interferon-inducible protein kinase, PKR. *Oncogene*, v. 21, p. 8741-8748, 2002.

KROL, J.; LOEDIGE, I.; FILIPOWICZ, W. The widespread regulation of microRNA biogenesis, function and decay. *Nature Reviews Genetics*, v. 11, n. 9, p. 597-610, 2010.

KUMAR, A. *et al.* Double-stranded RNA-dependent protein kinase activates transcription factor NF- κ B by phosphorylating I κ B. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 91, n. 14, p. 6288-6292, 1994.

LEE, H. M.; KIM, T. S.; JO, E. K. MIR-146 and MIR-125 in the regulation of innate immunity and inflammation. *BMB Reports*, v. 49, p. 311-318, 2016.

LEE, R. C.; AMBROS, V. An extensive class of small RNAs in *Caenorhabditis elegans*. *Science*, v. 294, p. 862-864, 2001.

LEVATI, L. *et al.* MicroRNA-155 targets the SKI gene in human melanoma cell lines. *Pigment Cell & Melanoma Research*, v. 22, n. 6, p. 112-119, 2009.

LI, Y. L. *et al.* MiR-146a-5p inhibits cell proliferation and cell cycle progression in NSCLC cell lines by targeting CCND1 and CCND2. *Oncotarget*, v. 7, n. 37, p. 59287-59298, 2016.

LI, Y.; PETRYSHYN, R. The double-stranded RNA-dependent protein kinase is activated by single-stranded RNAs containing secondary structure. *Journal of Biological Chemistry*, v. 266, n. 8, p. 5031-5036, 1991.

LIM, S. Y.; BOYD, S. C.; DIEFENBACH, R. J. *et al.* Circulating microRNAs: functional biomarkers for melanoma prognosis and treatment. *Molecular Cancer*, v. 24, 99, 2025.

LIU, M. *et al.* A pan-cancer analysis of IRAK1 expression and their association with immunotherapy response. *Frontiers in Molecular Biosciences*, v. 9, 904959, 2022.

LIU, X. M.; LI, X. F.; LI, J. C. MiR-146a functions as a potential tumor suppressor in retinoblastoma by negatively regulating neuro-oncological ventral antigen-1. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, v. 37, n. 2, p. 151-159, 2021.

LIVAK, K. J.; SCHMITTGEN, T. D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) method. *Methods*, v. 25, n. 4, p. 402-408, 2001.

- LUND, E. *et al.* Nuclear export of microRNA precursors. *Science*, v. 303, n. 5654, p. 95-98, 2004.
- LUO, Z. *et al.* TRAF6 regulates melanoma invasion and metastasis through ubiquitination of Basigin. *Oncotarget*, v. 7, n. 6, p. 7179-7192, 2016.
- MANN, M. *et al.* An NF- κ B-microRNA regulatory network tunes macrophage inflammatory responses. *Nature Communications*, v. 8, 851, 2017.
- MARONEY, P. A. *et al.* Evidence that microRNAs are associated with translating messenger RNAs in human cells. *Nature Structural & Molecular Biology*, v. 13, n. 12, p. 1102-1107, 2006.
- MASSARA, M. *et al.* ACKR2 in hematopoietic precursors as a checkpoint of neutrophil release and anti-metastatic activity. *Nature Communications*, v. 9, 676, 2018.
- MASTROIANNI, J. *et al.* miR-146a controls immune response in the melanoma microenvironment. *Cancer Research*, v. 79, n. 1, p. 183-195, 2019.
- MEIER, F. *et al.* Molecular events in melanoma development and progression. *Frontiers in Bioscience*, v. 3, p. D1005-D1010, 1998.
- MEISTER, G. *et al.* Human Argonaute2 mediates RNA cleavage targeted by miRNAs and siRNAs. *Molecular Cell*, v. 15, n. 2, p. 185-197, 2004.
- MOLNÁR, V. *et al.* Changes in miRNA expression in solid tumors: an miRNA profiling in melanomas. *Seminars in Cancer Biology*, v. 18, n. 2, p. 111-122, 2008.
- MUELLER, D. W.; BOSSERHOFF, A. K. Role of miRNAs in the progression of malignant melanoma. *British Journal of Cancer*, v. 101, n. 4, p. 551-556, 2009.
- NADDEO, M. *et al.* Association of miR-146a-5p and miR-21-5p with prognostic features in melanomas. *Cancers (Basel)*, v. 16, n. 9, 1688, 2024.
- NEWMAN, M. A. Lin-28 interaction with the Let-7 precursor loop mediates regulated microRNA processing. *RNA*, v. 14, n. 8, p. 1539-1549, 2008.
- NILSEN, T. W. Mechanisms of microRNA-mediated gene regulation in animal cells. *Trends in Genetics*, v. 23, n. 5, p. 243-249, 2007.
- NUSSBAUM, J. M. *et al.* Transactivation of PKR by 3'-untranslated regions of cellular mRNAs: implications for interferon-regulated gene expression. *Nucleic Acids Research*, v. 30, n. 7, p. 1505-1511, 2002.
- PACIFICO, F. *et al.* The chemokine scavenging receptor D6/ACKR2 is a target of miR-146a in thyroid cancer. *Genes & Cancer*, v. 8, n. 5-6, p. 577-588, 2017.
- PILLAI, R. S. *et al.* Inhibition of translational initiation by let-7 microRNA in human cells. *Science*, v. 309, n. 5740, p. 1573-1576, 2005.
- PU, W. *et al.* miR-146a promotes cell migration and invasion in melanoma by directly targeting SMAD4. *Oncology Letters*, v. 15, n. 5, p. 7111-7117, 2018.

RAFIEPOOR, H. *et al.* Diagnostic power of microRNAs in melanoma: integrating machine learning for enhanced accuracy and pathway analysis. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, v. 29, n. 2, p. e70367, 2025.

RAIMO, M. *et al.* miR-146a exerts differential effects on melanoma growth and metastatization. *Molecular Cancer Research*, v. 14, n. 6, p. 548-562, 2016.

RAO, X. *et al.* MicroRNA-146a promotes human melanoma cell proliferation and modulates cell cycle progression by targeting NUMB. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 438, n. 3, p. 482-487, 2013.

RIGG, E. *et al.* Inhibition of extracellular vesicle-derived miR-146a-5p decreases progression of melanoma brain metastasis via Notch pathway dysregulation in astrocytes. *Journal of Extracellular Vesicles*, v. 12, n. 10, e12363, 2023.

SABATO, C. *et al.* A novel microRNA signature for the detection of melanoma by liquid biopsy. *Journal of Translational Medicine*, v. 20, n. 1, 469, 2022.

SCARPA, M. *et al.* CD80 expression is upregulated by TP53 activation in human cancer epithelial cells. *Oncoimmunology*, v. 10, n. 1, 1907912, 2021.

SCHULTZ, J. *et al.* MicroRNA let-7b targets important cell cycle molecules in malignant melanoma cells and interferes with anchorage-independent growth. *Cell Research*, v. 18, n. 5, p. 549-557, 2008.

SCHWARZ, D. S. *et al.* Asymmetry in the assembly of the RNAi enzyme complex. *Cell*, v. 115, n. 2, p. 199-208, 2003.

SERMAN, N. *et al.* Genetic risk factors in melanoma etiopathogenesis and the role of genetic counseling: a concise review. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, v. 22, n. 5, p. 673-682, 2022.

SNYMAN, M. *et al.* The metabolism of melanin synthesis – from melanocytes to melanoma. *Pigment Cell & Melanoma Research*, v. 37, n. 4, p. 438-452, 2024.

SOMMER, L. Generation of melanocytes from neural crest cells. *Pigment Cell & Melanoma Research*, v. 24, n. 3, p. 411-421, 2011.

SOUSA, T. A. *Expressão de micro-RNAs em diferentes fases de crescimento do melanoma humano*. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

SRIVASTAVA, R. *et al.* Augmentation of therapeutic responses in melanoma by inhibition of IRAK-1,-4. *Cancer Research*, v. 72, n. 23, p. 6209-6216, 2012.

STARK, M. S. *et al.* Characterization of the melanoma miRNAome by deep sequencing. *PLoS ONE*, v. 5, n. 3, e9685, 2010.

TAGANOV, K. D. *et al.* NF-kappaB-dependent induction of micro-RNA miR-146, an inhibitor targeted to signaling proteins of innate immune responses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 103, n. 33, p. 12481-12486, 2006.

THYAGARAJAN, A.; TSAI, K. Y.; SAHU, R. P. MicroRNA heterogeneity in melanoma progression. *Seminars in Cancer Biology*, v. 59, p. 208-220, 2019.

TIAN, B.; MATHEWS, M. B. Functional characterization of and cooperation between the double-stranded RNA-binding motifs of the protein kinase PKR. *Journal of Biological Chemistry*, v. 276, n. 48, p. 9936-9944, 2001.

TOUSSI, A. *et al.* Germline mutations predisposing to melanoma. *Journal of Cutaneous Pathology*, v. 47, n. 7, p. 606-616, 2020.

VERGANI, E. *et al.* miR-146a-5p impairs melanoma resistance to kinase inhibitors by targeting COX2 and regulating NFkB-mediated inflammatory mediators. *Cell Communication and Signaling*, v. 18, n. 1, p. 156, 2020.

WANG, J. *et al.* Mechanism by which TRAF6 participates in the immune regulation of autoimmune diseases and cancer. *Biomed Research International*, v. 2020, p. 4607197, 2020.

XIN, Y. *et al.* Neuro-oncological ventral antigen 1 (NOVA1): implications in neurological diseases and cancers. *Cell Proliferation*, v. 50, n. 4, p. e12348, 2017.

YU, X. *et al.* NOVA1 acts as an oncogene in melanoma via regulating FOXO3a expression. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, v. 22, n. 5, p. 2622-2630, 2018.

ZENG, Y.; WAGNER, E. J.; CULLEN, B. R. Both natural and designed microRNAs can inhibit the expression of cognate mRNAs when expressed in human cells. *Molecular Cell*, v. 9, n. 6, p. 1327-1333, 2002.

ZESCHNIGK, M. *et al.* Methylation analysis of several tumour suppressor genes shows a low frequency of methylation of CDKN2A and RARB in uveal melanomas. *Comparative and Functional Genomics*, v. 4, n. 3, p. 329-336, 2003.

ZHANG, H.; LUI, K. H. Molecular mechanisms of melanoma progression and therapy resistance. *Frontiers in Oncology*, v. 14, 1196079, 2024. ZHANG, Y. *et al.* Identification of miR-146a is associated with the aggressiveness and suppresses proliferation via targeting CDKN2A in breast cancer. *Pathology and Oncology Research*, v. 26, n. 1, p. 245-251, 2020.

ZHAO, Y.; SAMAL, E.; SRIVASTAVA, D. Serum response factor regulates a muscle-specific microRNA that targets Hand2 during cardiogenesis. *Nature*, v. 436, n. 7048, p. 214-220, 2005.

A violência sob o olhar de mulheres idosas de uma comunidade vulnerável

10

Laísia Mendonça de Lima
Patrícia Carvalho de Oliveira
Thatiane Marques Torquato
Danielly Bandeira Lopes
William Stefano Silva

Resumo

A violência é um fenômeno sistêmico que tanto resulta em desigualdades estruturais e relações de poder desiguais quanto as reforça. No campo da saúde, o estudo é relativamente recente, mas tem ganhado relevância devido aos impactos significativos na saúde individual e coletiva. Este trabalho teve como objetivo compreender as percepções e significados atribuídos por mulheres idosas à violência, bem como suas experiências com possíveis episódios violentos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa baseada no método de avaliação participativa rápida (RPA), com aprovação do Comitê de Ética sob o protocolo 4.495.115. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas individuais com perguntas abertas, gravadas e transcritas para análise. A amostra contou com oito mulheres idosas, entre 60

e 75 anos, residentes em Águas Lindas de Goiás. Os dados foram trabalhados por meio da análise de conteúdo, modalidade temática, organizados em três categorias: "Representações da violência", "A violência e suas consequências" e "Caminhos para melhoria da qualidade de vida e saúde". Os resultados do estudo apresentam as concepções sobre a violência na perspectiva de mulheres idosas e demonstram que a violência presente nas relações institucionais e profissionais teve importante impacto sobre a vida e a saúde das entrevistadas. Nossas constatações contribuem para a identificação dos determinantes sociais relacionados à violência contra a mulher idosa, de modo a dirimir falhas na assistência prestada ao público investigado, oferecendo subsídios para políticas públicas mais eficazes.

Palavras-chave: violência; saúde pública; saúde da mulher; pessoa idosa.

1 INTRODUÇÃO

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), o termo violência refere-se a toda ação com uso da força física, de poder e/ou a ameaça contra si, outros, grupos e comunidade ou como resultado ou possibilidade de gerar lesão, morte, dano psicológico, deficiência de desenvolvimento ou privação. Assim, a violência pode ser de origem: física, psicológica, sexual, financeira, por negligência, abandono e autonegligência (WHO, 2002).

Complementando essa compreensão institucional, Chauí (2000; 2011) amplia a noção de violência ao descrevê-la como qualquer ato que faz uso da força contra a natureza de um ser ou contra a vontade e liberdade de uma pessoa, levando-a a adotar comportamentos contrários à sua própria essência. Essa prática provoca danos profundos e irreparáveis, expressos por meio de coação, intimidação, tortura, brutalidade ou agressões físicas e/ou psicológicas. Sob essa ótica, a violência está presente em toda ação que desumaniza o outro e fragiliza as relações sociais e interpessoais.

Dessa forma, o campo de estudo sobre a violência é diversificado e exige investimentos em diferentes setores sociais, uma vez que produz repercussões para as políticas públicas de saúde, segurança pública, exerce pressão sobre os sistemas de justiça, sobre os serviços sociais e interfere nas condições de vida, integração social e nos sistemas econômicos (Minayo, 2006; WHO, 2014).

No campo social da saúde, o estudo do fenômeno da violência é recente, mas foi impulsionado pelo seu importante impacto sobre a saúde individual e coletiva, representado nos dados epidemiológicos de óbitos por causas evitáveis, lesões e traumas físicos e mentais. O fenômeno prejudica a qualidade de vida das pessoas e das comunidades e pressiona os serviços de saúde mais capilarizados, em especial aqueles localizados em periferias marginalizadas, e afeta, em especial, mulheres, crianças e idosos (Minayo *et al.* 2018).

Experiências não fatais de violência, assim como a vivência de violência indireta, geram impactos significativos à saúde pública, uma vez que podem ter consequências sociais e de saúde importantes, como a adoção de comportamentos não saudáveis (Campbell, 2002; Milan; Eur-Holden; Leaf, 2010; Pabayo; Molnar; Kawachi, 2014).

O tema violência foi introduzido nas pautas de saúde no início da década de 2000, seguindo a orientação da Organização Mundial de Saúde de assumir a violência como uma prioridade para a saúde. As principais abordagens assumidas nas políticas públicas de saúde no Brasil foram a violência contra crianças e adolescentes, violência contra a mulher, violência de gênero, violência no trânsito, violência no trabalho, violência étnica e violência contra o grupo LGBTQIPA+. O esforço depreendido para o estudo e intervenções nas mais diferentes faces da violência exige o trabalho em rede, articulado, multiprofissional, intersetorial e socialmente engajado (Minayo *et al.* 2018).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, uma em cada quatro adultos já sofreu abuso físico na infância. Para o sexo feminino, um quinto das mulheres sofreram violência sexual na infância e uma em cada três mulheres sofreu, sofre ou irá sofrer violência física ou sexual por parte do parceiro íntimo em algum momento da vida (WHO, 2014).

Países pobres e em desenvolvimento das Américas apresentam maiores índices de homicídios (28,5 por 100 mil habitantes). No Brasil, no ano de 2012, foram notificadas 475 mil mortes por

homicídio, terceira causa de mortes entre homens, com idades entre 15 e 44 anos. Porém, os óbitos representam apenas uma parcela do custo social atrelado à violência (WHO, 2014).

A violência comunitária está relacionada a diversas formas de agressões, que podem ocorrer entre estranhos, amigos, conhecidos e comumente ocorre fora do ambiente familiar. Caracteriza-se por confrontos físicos, assaltos, com ou sem o uso de armas de fogo ou armas brancas. As formas mais graves de violência entre jovens estão incluídas nessa categoria (CDC, 2024a).

Outras formas de violência relevantes para os sistemas sociais incluem a violência sexual e a violência praticada por parceiro íntimo. Esta última é caracterizada por agressões físicas, abusos sexuais e danos psicológicos. A violência sexual corresponde a atos sexuais sem o consentimento ou quando o consentimento não é dado com liberdade e autonomia, podendo ocorrer contatos sexuais indesejados ou com penetração sexual pelo uso da força. Ambos os tipos de violência têm como alvos um ex-parceiro ou cônjuge atual. Assim, a violência sexual e a violência por parceiro íntimo estão fortemente relacionadas (CDC, 2024a; 2024b).

A violência não fatal e as formas de violência indireta afetam a saúde pública, especialmente quando se consideram as consequências sociais, como a adoção de comportamentos de risco, como o uso de álcool e outras drogas (Campbell, 2002; Milam; Fur-Holden; Leaf, 2010; Pabayo; Molnar; Kawachi, 2014).

Diferentes formas de violência comumente se ligam e coexistem. A violência de gênero possui estreita relação com a raça da vítima. Segundo o Atlas da Violência, em 2018, 68% das mulheres vítimas fatais de violência eram negras. Em Goiás, os dados são mais chocantes, em que 71% dos feminicídios vitimizaram mulheres negras (Cerqueira *et al.*, 2018, 2019, 2021).

No que tange à violência contra a pessoa idosa, as principais formas de violência e maus-tratos se caracterizam como abusos, a saber: físicos, psicológicos (agressões verbais ou gestuais cometidas com o objetivo de aterrorizar, rejeitar, humilhar, restringir a liberdade ou ainda isolar a pessoa idosa do convívio social), sexuais (consistem em práticas eróticas e sexuais não consensuais contra uma pessoa idosa), financeiros (referem-se ao uso ilegal ou impróprio dos bens da pessoa idosa), negligências (recusa, omissão ou fracasso por parte do responsável no cuidado com a pessoa idosa) e autonegligências (consistem no comportamento de uma pessoa idosa que ameaça sua própria saúde ou segurança) (Sanches; Lebrão; Duarte, 2008; Minayo, 2004).

No estudo de Lopes *et al.* (2018), a violência contra a pessoa idosa foi mais prevalente no sexo masculino (77,5%) com idade entre 60 e 69 anos (56,7%), eram casados ou em união estável (32,5%), e o principal tipo de violência sofrida foi a física, geralmente caracterizada por lesões não autoprovocadas, em que os agressores eram majoritariamente filhos, seguidos de cônjuges. Os

idosos, vítimas de atos violentos, quando internados, evoluíram para a alta hospitalar e uma pequena parcela chegou ao óbito.

O envelhecimento da população no Brasil é um fenômeno atual, e a violência contra a pessoa idosa é uma realidade. A dependência da pessoa idosa e a fragilidade das relações familiares a tornam mais vulnerável à violência. Com isso, são imprescindíveis a mobilização social e a elaboração de ações multidisciplinares e intersetoriais para a construção de uma rede de proteção à pessoa idosa, com o intuito de impactar positivamente na redução dos casos de violência (Paraíba, Silva, 2015).

A violência contra a mulher idosa impacta na queda da qualidade de vida dessa população, de modo que acirra a vulnerabilidade social, principalmente em ambiente domiciliar (Lopes *et al.*, 2018), local que se presume ser seguro. Portanto, a violência nos contextos comunitários e a percepção de mulheres idosas sobre a violência poderão contribuir para que profissionais de saúde detectem e promovam ações articuladas em defesa desse público.

Segundo a Organização das Nações Unidas, o período de 1975 a 2025 será a era do envelhecimento. Este processo encontra-se acelerado em países em desenvolvimento. A população idosa no Brasil acompanha a tendência mundial e possui um elevado crescimento, quando comparada à população jovem. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no censo 2000, a população de 60 anos ou mais estava em torno de 14 milhões e 500 mil pessoas idosas. No censo 2010, os idosos representaram 10,8% da população total, em torno de 20 milhões e 600 mil (IBGE, 2008). Já em 2022, esse grupo etário representou 15,8% da população total, sendo que as mulheres idosas configuraram a maioria (55,7%) em relação aos homens idosos (44,3%) (IBGE, 2022).

A temática da violência contra a pessoa idosa ainda carece de discussões e investigações científicas. Conhecer as peculiaridades destes eventos, tanto no que se refere ao tipo de violência, como na identificação dos agressores, é dado essencial para a ação das políticas públicas e na conformação de redes de atendimento em saúde adequadas (Oliveira *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2013).

Inserido no contexto de atenção às pessoas em situação de violência, como a pessoa idosa, encontra-se o serviço de saúde, que constitui um importante ambiente para a detecção, prevenção e atenção à violência, um local privilegiado para desenvolvimento de ações, principalmente por ser um dos primeiros locais em que a vítima buscará apoio (Silva *et al.*, 2016). Entretanto, ao observar a atuação dos profissionais apontados acima, percebe-se que o trabalho desempenhado não corresponde às necessidades das comunidades, em especial da pessoa idosa.

Quanto ao profissional da saúde, este está muito aquém do esperado nos atendimentos e desenvolvimento de ações, apresenta-se limitado nas práticas e nas condutas, muitas vezes

arraigadas em crenças, mitos e representações, que dificultam ou impedem o reconhecimento e a abordagem da violência com os usuários. A falta de conhecimento, interesse e aceitação de que a violência é objeto da saúde representa uma limitação dos profissionais, que dificulta as intervenções de suporte e apoio à comunidade (Pereira, 2017).

Dessa forma, o conhecimento das percepções da pessoa idosa sobre a violência poderá contribuir no direcionamento de gestores para a formulação de estratégias de formação dos profissionais de saúde para o reconhecimento da violência, o acolhimento, o atendimento integral às vítimas em suas diferentes dimensões (Silva, 2018; Mendonça; Machado; Almeida *et al.*, 2020).

A prevenção da violência pode ser exercida por orientações de profissionais da saúde para identificar fatores de risco que podem levar à violência, atividades de informação sobre direitos humanos e políticas de proteção e enfrentamento vigentes direcionadas à comunidade, além da conscientização do papel da saúde na atenção às vítimas. Ações simples que podem evitar consequências graves, amenizar o sofrimento e interromper a transmissão da violência nas famílias e comunidades, além de fornecer a atenção devida aos casos ocorridos (Pereira, 2017). Portanto, é fundamental a compreensão da percepção de mulheres idosas sobre a violência para, a partir do olhar deste público, identificar fragilidades que apontem para a formulação de políticas públicas mais eficazes na detecção, prevenção e direcionamento aos cuidados necessários.

Deste modo, este estudo propôs compreender as percepções e significados do fenômeno violência para mulheres idosas e a vivência de possíveis eventos violentos sofridos. Como objetivos específicos, este estudo buscou caracterizar as mulheres quanto aos aspectos sociodemográficos; identificar e analisar os significados de violência para a mulher idosa e identificar a possível vivência de eventos violentos pela mulher idosa.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa (Minayo, 2014), tomando como base o método de avaliação participativa rápida das necessidades da comunidade – APR, do inglês *Rapit Participatory Appraisals* – RPA, trata-se de uma abordagem voltada para coletar dados sobre diversos problemas em um curto espaço de tempo, com baixo custo e sem exigir muitos recursos técnicos, promovendo a participação ativa da comunidade. É utilizada como ferramenta para identificar demandas antes da elaboração de estratégias e ações futuras (Annett; Rifkin, 1995).

O método RPA propõe os seguintes passos: a) obter informações por meio de um formulário; b) enviar/oferecer o formulário para informantes-chaves para que respondam à pesquisa e encaminhem a outros participantes que atendam os critérios de inclusão; c) coletar as informações; d) organizar as informações para que sejam analisadas; e) revisar os resultados; f) preparar a redação do produto (Annett; Rifkin, 1995). Os resultados permitem traçar um mapa geral da situação e propor ações que tragam resultados efetivos na prevenção de danos para a comunidade de um modo geral.

2.2 LOCAL

As entrevistas foram conduzidas em parte em uma Unidade Básica de Saúde, com quatro idosas, enquanto outras cinco idosas foram entrevistadas em suas residências. Todas as mulheres entrevistadas residiam no município selecionado, na região do entorno do Distrito Federal. As entrevistas aconteceram em local privativo, o que garantiu o sigilo e a confidencialidade dos dados.

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídas na pesquisa idosas com idade declarada igual ou superior a 60 anos, com condições cognitivas para responder às perguntas.

2.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Poderiam ser excluídas aquelas participantes que porventura oferecessem respostas inapropriadas ou ofensivas e que não fossem pertinentes ao estudo.

2.5 SELEÇÃO DAS PARTICIPANTES

A seleção das participantes foi realizada por conveniência. As idosas foram convidadas a participar do estudo e recrutadas durante atividades físicas realizadas em um grupo de idosos vinculado a uma Unidade Básica de Saúde, ou por meio de indicação. Foram selecionadas e entrevistadas 9 (nove) participantes; entretanto, uma entrevista foi perdida por falha do aparelho de gravação. Ao final, contabilizaram-se 8 (oito) idosas participantes do estudo.

2.6 COLETA DE DADOS

Após aceitarem participar do estudo, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, foram agendados os dias e horários para as entrevistas.

A coleta de dados foi realizada nos anos de 2023 e 2024, conduzida por um roteiro de coleta de dados semiestruturado, e finalizada com base no critério de “poder de informação”, em que as convergências das informações descritas pelos sujeitos sinalizam para a finalização da coleta (Minayo, 2017).

Inicialmente, foram solicitadas informações sobre a idade, gênero, cor/raça autodeclarada, profissão, local de trabalho, tempo de exercício profissional e, posteriormente, as perguntas de pesquisa. As perguntas realizadas às participantes buscaram investigar suas percepções sobre a violência, como elas identificavam a violência, além de vivências e sentimentos atrelados ao fenômeno central investigado. Ainda, foram questionadas sobre como percebiam as relações entre saúde e violência e se possuíam alguma influência nesses contextos.

As perguntas nortearam a entrevista, entretanto, as pesquisadoras permitiram às entrevistadas expressarem sentimentos, recordações, percepções sobre o fenômeno investigado, garantindo a liberdade e a singularidade às entrevistadas.

2.7 ANÁLISE DOS DADOS

As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas. Feito isso, foi realizada a análise de conteúdo modalidade temática. De acordo com Bardin (2011, p.42), o processo de análise de conteúdo visa compreender o que se encontra por trás dos conteúdos manifestos pelos participantes, “indo para além das aparências do que está sendo comunicado”.

Este método de análise de dados consiste em três etapas, sendo a primeira a “pré-análise”, que consiste em uma leitura compreensiva e exaustiva do conjunto do material coletado. A segunda, “exploração do material”, a mais complexa, inicia-se por um esquema de classificação conforme as ideias centrais identificadas, seguindo o agrupamento dessas ideias em núcleos de sentido para que posteriormente sejam classificadas segundo temáticas mais amplas. Na terceira e última etapa, desenvolve-se a redação da “síntese interpretativa” por meio de uma articulação entre os objetivos propostos para a pesquisa e seus pressupostos, por meio da literatura, buscando pela articulação entre os dados coletados e conceitos teóricos que sustentam a pesquisa (Bardin, 2011).

Após a análise dos dados, emergiram as categorias: “Representações da violência”; “A violência e suas consequências”; “Caminhos para melhoria da qualidade de vida e saúde”.

2.8 ASPECTOS ÉTICOS

As participantes da pesquisa receberam garantias éticas durante todo o processo. As idosas foram resguardadas quanto à sua identidade e privacidade das informações obtidas, que estão mantidas sob a guarda da pesquisadora responsável, de forma confidencial e sigilosa por até cinco anos (conforme Resolução CNS 466/12); após este período, serão descartadas. Todas as participantes foram orientadas sobre os objetivos do estudo e assinaram Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Este projeto foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Goiás e aprovado sob Protocolo 4.495.115.

3 RESULTADOS

Foram entrevistadas 8 (oito) mulheres, com idade entre 60 e 75 anos. Os resultados demonstraram que as participantes vivem em um ambiente complexo, com violência comunitária e violência estrutural. Assim, após a análise dos dados, emergiram as categorias: “Representações da violência”; “A violência e suas consequências”; e “Caminhos para melhoria da qualidade de vida e saúde”. Os dados sociodemográficos que caracterizam as idosas pesquisadas estão apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1

Perfil sociodemográfico das idosas, Águas Lindas de Goiás, 2024

ID	Idade	Estado civil	Profissão atual	Profissão anterior
1	66	Divorciada	Aposentada	Auxiliar de enfermagem
2	60	Casada	Aposentada	Dona de Casa
3	72	Casada	Aposentada	Dona de Casa
4	75	Casada	Aposentada	Dona de Casa
5	71	Casada	Aposentada	Dona de Casa
6	64	–	Copeira	Copeira
7	63	Casada	Dona de Casa	Dona de Casa
8	61	Divorciada	Aposentada	Professora

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.1 REPRESENTAÇÕES DA VIOLÊNCIA

As idosas pesquisadas representaram a violência como atos de agressões físicas, psicológicas, negligências, pelo medo, discriminação, roubos e assassinatos. Nos relatos das participantes, observamos que a violência provém do marido ou companheiro, da comunidade violenta e da negligência dos aparelhos públicos de assistência e saúde.

I1. Porque as vezes, a pessoa [pode] não estar nem sofrendo agressão, violência, como é que a gente fala? De apanhar, de tudo, as vezes ela está sentindo uma violência, de... Você... Ah é... Tipo a pessoa ficar recuada, entendeu? E não tem ninguém para conversar [...]

I2. Muito ruim né?! Porque hoje em dia do jeito que a gente vê as coisas, a gente tem medo até de sair na rua, porque, por causa da violência que está no mundo, ninguém tem mais piedade de ninguém, e parece que ninguém tem amor mais um ao outro, isso tudo é muito temeroso.

I5. Quando um marginal vem roubar, aí é uma violência, porque as vezes bate, até mata, aí é uma violência... [...] existe... quando o marido bate na mulher né? E aí também é uma violência grande, não é?!

3.2 A VIOLÊNCIA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

3.2.1 A VIOLÊNCIA SOFRIDA

As idosas pesquisadas relataram consequências da violência, por vezes sofridas diretamente ou vivenciadas de forma indireta.

I1 – Muitas sequelas... é, eu tomo remédio até hoje por causa de violência [...] E até hoje eu faço tratamento, tomo antidepressivo e... muitas sequelas, né? Cabeça, muita coisa, muita coisa ruim.

Nas falas das pesquisadas, percebemos um importante componente da violência estrutural do sistema político e das organizações públicas de assistência social, seguridade e saúde.

I2. Quando as vezes liberam uma coisa, eles já passam a mão em mais da metade daquilo. E aí agora sempre a saúde está do jeito que está aí, uma desordem. Eu mesma... já tem mais de quinze dias que eu tento marcar uma consulta e não consigo. Porque quando eu chego lá, às vezes até tem as marcações, mas eu chego já não arranjo mais vaga, porque quando eles marcam eles dão poucas fichas, e o pessoal está tudo na precisão, a maioria, todo mundo.

I3. E na saúde a gente vê também muita discriminação né?! Assim... pelo atendimento, a gente vai no hospital com necessidade no atendimento e as pessoas não sabem receber bem [...] as vezes a pessoa já está lá na porta e não entra, isso aí é uma desconsideração com a comunidade...

I3. Essa semana mesmo eu fui lá na regulação marcar uma consulta, fui lá três vezes para poder marcar uma consulta, e a gente se cansa, a gente tem vezes que não está podendo ir, isso para mim é um desrespeito à humanidade.

Ainda, as participantes relataram violências sofridas por parte dos profissionais de saúde.

I1. Humano? Aquilo não foi humano, lá no centro cirúrgico foi tudo legal, foi tudo ok, mas quando chegamos ao quarto, foi um atendimento desumano e não... E não veio a medicação, não veio medir PA, não veio cuidado não, nada, não foram fazer nada, eu acho isso desumano, e é tipo uma agressão da saúde.

I4. Está, está ruim, eles não ajudam a gente, eles só querem botar a gente para trás... Eles não procuram ajudar a gente não.

A violência também esteve presente nos ambientes domésticos. Algumas participantes relataram terem sofrido violência por parte dos parceiros íntimos.

I4. Nunca aconteceu não, só esse meu marido que é muito violento e ele me humilha tanto, mas só...

I6. Meu esposo me maltratava muito, batia, me espancava e tinha que ficar em silêncio, pois não podia me separar naquela época porque era feio para mulheres, ficava sem chão, nunca tive ninguém para desabafar, foi sofrido mais venci.

As participantes relataram casos de violência que presenciaram ou que tiveram conhecimento no ambiente comunitário.

I2. Que nem aquele caso lá mesmo do Lázaro, aquilo para nós aqui foi um horror né, foi uma violência danada, muito feia. Que nem ele matava as pessoas que nem ele matou aí, a gente fica preocupado. Ainda mais que veio matar bem aqui pertinho aqui de casa.

I7. É muito violento onde estava, e eu sei que é toda a cidade. Tem uns 30 dias, mataram 5. [...] Lá, pertinho, mas eu não olhei, porque eu tenho medo para ficar gravado na mente...

3.2.2 CONSEQUÊNCIAS DA VIOLÊNCIA

As consequências da violência foram apontadas pelas participantes, como traumas e transtornos mentais.

I8. Eu acho que entre a saúde e a violência, ela (a violência) traz ansiedade, ela traz depressão. E nesse mundo que nós estamos vivendo, ninguém ama mais a ninguém. Mesmo o companheiro, a gente não conhece.

3.3 CAMINHOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA E SAÚDE

Ao passo que as participantes relataram violências sofridas — suas percepções sobre a violência estrutural, com foco especial na saúde — elas também apresentaram caminhos para a melhoria da qualidade de vida e diminuição da violência. A família foi um importante elo para as participantes.

I2 – Porque eu tenho a minha família, mas graças a Deus a minha família sempre me dá prazer, nunca me deu desgosto.

As participantes idosas indicaram, como propostas, a necessidade de melhorar os serviços públicos, incluindo unidades de saúde e assistência social, com a expansão dos atendimentos destinados à população, especialmente às mulheres idosas.

I1. Acho que podia ter, é... Mais psicólogos e mais é... acompanhamento familiar e tinha que ter, assim um... Uma área com capacidade a acompanhar [...]

I1. Ah, uma coisa que iria ajudar muito, principalmente os idosos, um lugar que eles pudessem, é... Reunir e uma atividade para a gente, uma atividade assim, é que eu não posso fazer todas, tinha que ter uma atividade... Um salão, um lugar que os idosos reunissem, mais tudo arrumadinho, não bagunçado, igual tinha....

I5. Eu acho que ter mais atendimento para a comunidade, sabe? Porque tem mas não é suficiente para a comunidade [...] é mais policiamento nas ruas, a noite quase não vemos carro de polícia, acho que seja isso...

4 DISCUSSÃO

A confecção A trajetória dessas mulheres foi frequentemente caracterizada por dor, solidão, tristeza e depressão, resultando em uma bagagem emocional marcada pelo sofrimento. As palavras e gestos descritos durante as entrevistas revelam as adversidades enfrentadas por essas idosas, apontando para o caráter emocional dessas experiências e suas consequências, em especial eventos violentos. Com isso, compreender as percepções e significados atribuídos pelas idosas à violência é fundamental.

No decurso da vida, as entrevistadas sofreram de modo direto ou indireto a violência. Entre as principais formas de violência percebidas pelas idosas, representadas em suas falas, destacam-se agressões físicas, psicológicas, negligências, discriminação, violência por parceiro íntimo e roubos. Destaca-se que foi identificada nas representações de violência a negligência dos serviços públicos. Dessa forma, as percepções da violência para as idosas foram ampliadas, o que incluiu a violência simbólica (Bourdieu, 1989). Diferentemente, no estudo de Alarcon *et al.* (2020), os participantes idosos representaram a violência em agressões físicas e verbais, e ainda buscavam justificar as agressões sofridas.

Segundo os estudos, as principais formas de violência contra a pessoa idosa foram: os abusos físicos, psicológicos (agressões físicas ou gestuais que visam aterrorizar, rejeitar, humilhar, restringir a liberdade ou ainda isolar a pessoa idosa do convívio social), sexuais (consistem em práticas eróticas e sexuais não consensuais contra uma pessoa idosa), financeiros (o uso ilegal ou impróprio dos bens da pessoa idosa) e negligências (Sanches; Lebrão; Duarte, 2008; Minayo, 2004; Santos *et al.*, 2021).

Os dados revelaram a ocorrência de violência na comunidade, um tipo de agressão que pode envolver estranhos, amigos ou conhecidos, manifestando-se fora do ambiente familiar, como também foi encontrado no estudo de Pereira *et al.* (2020). É caracterizado por confrontos físicos, assaltos, com ou sem a utilização de armas de fogo ou de armas brancas (CDC, 2024c). As experiências não fatais de violência e a violência indireta tiveram um impacto na saúde pública, uma vez que afetam o contexto social e a saúde (Campbell, 2002; Milan; Eur-Holden; Leaf, 2010; Pabayo; Molnar; Kawachi, 2014).

A violência, em especial a sexual, pode ter consequências graves para o indivíduo, tais como depressão, raiva, suicídio, dificuldade em se comunicar, enfermidades físicas, perda de identidade, falta de confiança, mudanças de crenças e valores, dependência de bebidas alcoólicas, jogos e drogas (Sena *et al.*, 2022).

A violência por parte de um parceiro íntimo é caracterizada por danos físicos, sexuais e psicológicos. Já a violência sexual refere-se a atos praticados sem consentimento ou quando este não é dado de forma livre e autônoma, podendo incluir contatos sexuais indesejados ou penetração forçada. Ambos os tipos de violência têm como causador um ex-parceiro ou companheiro atual. A violência sexual e a violência do parceiro íntimo estão muito relacionadas (CDC, 2024a; 2024b).

Um aspecto da violência, não esperado pelos pesquisadores, foi a violência sofrida em decorrência de cuidados de saúde. As participantes revelaram vulnerabilidades no atendimento à saúde, sugerindo que os profissionais de saúde podem ser agentes de violência, enquanto deveriam acolher e proteger essa população. O profissional da saúde apresenta limitações em relação aos atendimentos e ações, sendo muitas vezes influenciado por crenças, mitos e representações. Isso pode dificultar ou impedir o reconhecimento e a abordagem da violência. A falta de conhecimento, interesse e aceitação de que a violência é um problema de saúde é uma limitação, o que dificulta as intervenções de suporte e apoio à população (Pereira, 2017).

No Brasil, infelizmente, a violência contra a pessoa idosa é uma realidade. Dessa forma, são indispensáveis a mobilização social e a elaboração de ações multidisciplinares e intersetoriais para a criação de uma rede de proteção à pessoa idosa, visando impactar positivamente na diminuição dos casos de violência. Dessa forma, a violência contra a pessoa idosa se reflete na queda da qualidade de vida dessa população, assim como na acirrada situação de vulnerabilidade à qual fica exposta, sobretudo em ambientes domiciliares (Lopes *et al.* 2018). Dessa forma, as percepções das idosas sobre a violência poderão subsidiar as ações dos profissionais de saúde quanto à importância de identificar precocemente os casos de violência, e a partir da detecção, que esses atores sociais promovam ações articuladas em defesa desse público.

5 CONCLUSÃO

As idosas experimentaram a violência na comunidade pesquisada, seja de maneira direta ou indireta. Elas reconhecem a violência, especialmente a física, mas também compreenderam que a falta de suporte social, dos serviços públicos, como da saúde e da assistência social, também pode causar violência, como apresentado na subcategoria “A violência sofrida” da categoria teórica “A violência e suas consequências”.

A violência precisa ser tratada com cuidado por profissionais de saúde e assistência social para o reconhecimento precoce e prevenção. É essencial que os órgãos públicos estratégicos criem redes de proteção às idosas, assegurando o acesso, acolhida, atendimento humanizado e solução.

As entrevistas realizadas evidenciaram que as idosas manifestam, de maneira recorrente, o desejo por cuidado, acolhimento, zelo e atenção. As situações de violência vivenciadas tiveram impacto profundo na saúde mental e nas subjetividades dessas mulheres.

O abandono e os maus-tratos destacam a necessidade de reflexão sobre o futuro e as condições que aguardam a população idosa. Essa situação reforça a importância de desenvolver recursos e políticas públicas eficazes para garantir qualidade de vida, mesmo em contextos sociais desafiadores.

Assim, sugere-se que os profissionais de saúde na Atenção Primária se aproximem dos contextos de vida das mulheres idosas. Além disso, recomenda-se a implementação de uma rotina de anamnese detalhada na consulta de enfermagem, voltada à identificação de sinais e sintomas relacionados a possíveis situações de violência. O propósito é promover a identificação precoce, oferecer proteção através de encaminhamento à Rede de Proteção à Violência, conforme prevê a Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências, de modo a garantir não apenas o acolhimento, mas também o encaminhamento adequado e a efetivação dos direitos das idosas.

OS AUTORES

Laísia Mendonça de Lima

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Técnico Integrado em Enfermagem/Proeja – Pibic-EM
laisla.lima@academico.ifg.edu.br

Patrícia Carvalho de Oliveira

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Departamento de Áreas Acadêmicas
patricia.oliveira@ifg.edu.br

Thatiane Marques Torquato

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Departamento de Áreas Acadêmicas
thatiane.torquato@ifg.edu.br

Danielly Bandeira Lopes

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Departamento de Áreas Acadêmicas

danielly.lopes@ifg.edu.br

William Stefano Silva

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Águas Lindas/Coordenação de Registros Acadêmicos e Escolares

william.silva@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ALARCON, M.F.S. *et al.* Percepção do idoso acerca da violência vivida. *Revista Baiana de Enfermagem*, v. 34, 2020.

ANNETT, H.; RIFKIN, S. B. *Guidelines for rapid participatory appraisal to assess community health needs: a focus on health improvements for low-income urban and rural areas*. Genebra: World Health Organization, 1995.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOURDIEU, P. *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

CAMPBELL, J. C. Health consequences of intimate partner violence. *Lancet*, v. 359, n. 9314, p. 1331-1336, 2002.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *About Youth Violence*. 2024a. Disponível em: <https://www.cdc.gov/violenceprevention/youthviolence/definitions.html>. Acesso em: 2 maio 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *Intimate Partner Violence Prevention*. 2024b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/intimate-partner-violence/about/index.html>. Acesso em: 2 maio 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *Sexual Violence Prevention*, 2024c. Disponível em: <https://www.cdc.gov/sexual-violence/about/index.html>. Acesso em: 2 maio 2025.

CERQUEIRA, D. *et al.* *Atlas da Violência 2018*. Rio de Janeiro: IPEA, 2018.

CERQUEIRA, D. *et al.* *Atlas de violência 2019*. Rio de Janeiro: IEPA/FBSP, 2019..

CERQUEIRA, D. *et al.* *Atlas da violência 2021*. São Paulo: FBSP, 2021.

CHAUI, M. Ética e Violência no Brasil. *Revista Bioethikos*, v. 5, n. 4, p. 378-383, 2011.

CHAUI, M. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, 2000.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Síntese de Indicadores Sociais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Censo Demográfico 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102038.pdf> Acesso em: 2 maio 2025.

JESUS, M.; HERNANDES, C. Violência generalizada como ameaça à saúde e ao bem-estar: um estudo qualitativo de jovens que vivem em ambientes urbanos no "Triângulo Norte" da América Central. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 18, p. 3465, 2019.

LOPES, L. G. F. et al. Violência contra a pessoa idosa. *Revista de Enfermagem UFPE On-Line*, v. 12, n. 9, p. 2257-2268, 2018.

MENDONÇA, C. S. et al. Violência na Atenção Primária em Saúde no Brasil: uma revisão integrativa da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 6, 2020.

MILAM, A. J.; FURR-HOLDEN, C. D. M.; LEAF, P. J. Perceived school and neighborhood safety, neighborhood violence, and academic achievement in urban schoolchildren. *Urban Review*, v. 42, n. 5, p. 458-467, 2010.

MINAYO, M. C. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 5, n. 7, p. 1-12, abr. 2017.

MINAYO, M. C. S. et al. Institucionalização do tema da violência no SUS: avanços e desafios. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, n. 6, p. 2007-2016, 2018.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MINAYO, M. C. S. *Violência e saúde*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006.

MINAYO, M. C. S. *Violência contra idosos: o avesso do respeito à experiência e à sabedoria*. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2004.

OLIVEIRA, A. A. V. et al. Maus-tratos a idosos: revisão integrativa da literatura. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 66, n. 1, p. 128-133, 2013.

OLIVEIRA, M. L. C. et al. Características dos idosos vítimas de violência doméstica no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 15, n. 3, p. 555-566, jul. 2012.

PABAYO, R.; MOLNAR, B. E.; KAWACHI, I. Witnessing a violent death and smoking, alcohol consumption, and marijuana use among adolescents. *Journal of Urban Health*, v. 91, n. 2, p. 335-354, 2014.

PARAÍBA, P. M. F. S.; MAIA, M. C. M. Perfil da violência contra a pessoa idosa na cidade do Recife/PE. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 18, n. 2, p. 295-306, 2015.

PEREIRA, J. B. et al. Marks of violence among elderly people. *Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental On-line*, v. 12, p. 928-933, 2020.

PEREIRA, P. S. Mulheres em situação de violência: percepções sobre a perpetuação da violência em suas vidas. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) — Universidade Federal de Goiás, 2017.

SANCHES, A. P. R. A.; LEBRÃO, M. L.; DUARTE, Y. A. O. Violência Contra Idosos: uma questão nova? *Saúde e Sociedade*, v. 17, n. 3, p. 90-100, 2008.

SANTOS, A. M. R. *et al.* Violência contra o idoso durante a pandemia COVID-19: revisão de escopo. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 34, p. 1-10, 2021.

SENA, G. *et al.* Fatores de risco associados à violência contra pessoas idosas na atualidade. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2022. D

SILVA, P. M. C. *et al.* Percepções, dificuldades e ações de professores frente às drogas na escola. *Educação e Pesquisa*, v. 44, p. 1-16, 2018.

SILVA, P. L. N. *et al.* Práticas educativas sobre violência contra a mulher na formação de universitários. *Revista Bioética*, v. 24, n. 2, p. 276-285, 2016.

WHO (World Health Organization). *Global status report on violence prevention 2014*. Genebra, 2014.

WHO (World Health Organization). *Missing voices: views of older persons on elder abuse*. Geneva: WHO, 2002.

Material didático em genética clássica e molecular para alunos cegos e com baixa visão

11

Alline Braga Silva
Alysson Benite de Freitas
Daniel Honório Aguiar
Nathan Ferreira Gregorio

Resumo

O ensino inclusivo busca garantir a participação plena de todos os alunos, exigindo a adaptação da sociedade, diferentemente da integração, que exige a adaptação do indivíduo. Tornar os conteúdos de Biologia acessíveis a estudantes com deficiência visual é essencial para uma atuação social crítica e transformadora. Diante disso, neste trabalho teve-se por objetivos identificar e propor recursos didáticos acessíveis relacionados ao ensino de Genética Clássica e Molecular para alunos cegos ou com baixa visão, buscando promover a inclusão no âmbito escolar. A partir do levantamento bibliográfico, foram identificados materiais que abordaram as leis

de Mendel, heredogramas, herança ligada ao sexo, estrutura dos ácidos nucleicos e síntese de proteínas. Além disso, foi produzido um material tátil com dois quadros de Punnett para realizar análises de cruzamentos com um ou mais pares de alelos localizados em genes que apresentam segregação independente. Esse material foi utilizado para resolver exercícios sobre as leis de Mendel e validado por um aluno cego, mostrando-se eficaz neste propósito. Conclui-se, portanto, que os recursos táteis identificados e a produção desenvolvida podem contribuir para a inclusão de alunos cegos ou com baixa visão na prática escolar.

Palavras-chave: inclusão; leis de Mendel; DNA; recursos didáticos.

1 INTRODUÇÃO

Na Constituição Federal de 1988, afirma-se que a educação é um direito de todos e, em seu artigo 208, fica claro que é dever do Estado garantir “atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino” (Brasil, 1988). Apesar de ser um direito assegurado, somente em 2005, com o Decreto Federal nº 5.626, os cursos de Licenciatura inseriram a disciplina de LIBRAS em sua grade curricular. Dessa forma, inicia-se a formação de professores capacitados para incluir estudantes surdos ou com deficiência auditiva nas escolas (Mori; Sander, 2015). Entretanto, a formação de professores para atuar com estudantes que possuem outras necessidades específicas ainda é muito incipiente, assim como a estrutura física das escolas (Dias; Silva, 2020). De acordo com Karagiannis *et al.* (1999), uma das principais dificuldades apontadas para o ensino inclusivo é a falta de capacitação e formação de professores para trabalhar com alunos com deficiência.

Por outro lado, o número de alunos com necessidades específicas matriculados em escolas regulares tem aumentado a cada ano (Brasil, 2023), sendo que em 2022 houve um acréscimo de cerca de 17,5% quando comparado a 2021. Desses, cerca de 88 mil apresentam baixa visão ou cegueira, o que requer adaptação das estratégias de aula, dos materiais e recursos didáticos utilizados. Haja vista que esses alunos já estão inseridos nas escolas, urge pensar em estratégias e adaptações para promover a inclusão escolar.

Entre os componentes curriculares do ensino médio, o ensino de Biologia apresenta inúmeras barreiras ao aprendizado por alunos com deficiência visual, visto que a explicação de conceitos e processos muitas vezes se baseia em imagens (Yoshikawa, 2010). Dessa forma, o desafio dos docentes tem sido transpor essas imagens em um material acessível, para a promoção do aprendizado significativo no ensino inclusivo. As dificuldades se acentuam quando os conteúdos são classificados como difíceis pelos alunos, como é o caso da Genética (Leal; Meirelles; Roças, 2019).

Embora seja papel do docente, da escola e da comunidade ofertar condições para a educação inclusiva, o despreparo dos profissionais de ensino, assim como o acúmulo de funções e a falta de tempo para planejar atividades, faz com que o processo de inclusão não seja pleno. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi levantar e produzir materiais de ensino sobre Genética Clássica e Molecular para alunos com cegueira ou com baixa visão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino inclusivo é a prática de inclusão de todos os alunos em salas de aula nas quais as necessidades dos estudantes são satisfeitas, independentemente de sua deficiência, de sua origem social ou cultural (Karagiannis *et al.*, 1999). Para se compreender melhor a proposta de ensino inclusivo, torna-se importante diferenciar os conceitos “integração” e “inclusão”. Embora pareçam sinônimos e, por alguns autores, assim são utilizados (Caiado, 2014), a integração é a aceitação de pessoas com deficiência somente nos espaços em que a sociedade consegue aceitá-las, sem se modificar (Sassaki, 1997). Isso significa que, para se integrar na sociedade, as pessoas com deficiência devem ser capazes de satisfazer as necessidades impostas pela mesma, caso contrário, o processo de integração não ocorre. Já a inclusão é um processo no qual se busca transformar as estruturas sociais, educacionais e culturais, a fim de garantir a participação ativa e igualitária de todas as pessoas, promovendo uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva (Sassaki, 1997).

De acordo com Vigotski (2022), a concepção de deficiência visual compreende três estágios: um período místico, um período biológico-ingênuo e um período científico. O período místico compreende a Antiguidade, a Idade Média e parte da Idade Moderna. Neste período, a cegueira é considerada uma grande desgraça, assim como uma dádiva. Por um lado, a pessoa com deficiência visual estava desamparada e indefesa, porém, por outro lado, a perda da visão lhe conferia uma luz

espiritual que somente pessoas cegas poderiam possuir (Costa; Paulino, 2022). O período biológico-ingênuo se desenvolve ao longo do Iluminismo, que tem sua origem marcada por um grande desenvolvimento da ciência. Nesse período, muitos estudiosos supõem que a ausência de um órgão sensorial pode ser compensada com o aumento do funcionamento dos outros órgãos sensoriais (Costa, 2022). Nesse contexto, a educação do aluno com cegueira passa a priorizar a educação dos sentidos intactos. Por fim, o período científico traz uma abordagem no qual a pessoa com deficiência a deficiência visual não pode ser reduzida a uma lesão biológica, já que ela é um indivíduo social e histórico, que internaliza conhecimentos a partir das relações sociais.

Na perspectiva de educação inclusiva, conforme Sasaki (1997), é fundamental tornar os conteúdos de Biologia acessíveis a todos os estudantes. A compreensão do ensino de Biologia possibilita ao aluno a capacidade de assimilar, refletir, criticar e aprofundar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos e a entender a importância dos mesmos na construção de tecnologia, os quais gerarão produtos que poderão impactar a sociedade e o ambiente (Krasilchik, 2000). Desde 1953, com a descrição da estrutura do DNA, a Genética e a Biologia Molecular têm apresentado grandes mudanças, tanto nos aspectos conceituais como tecnológicos, promovendo inovações na saúde, no ambiente e na sociedade (Glick; Patten, 2022). Dar acessibilidade aos alunos com cegueira ou com baixa visão ao aprendizado pleno desses conteúdos, possibilita que eles desempenhem papéis de transformação na sociedade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um levantamento bibliográfico na base de dados Scielo e no Google Acadêmico, delimitando o período dos últimos 15 anos (2010 a 2024). Foram utilizados como descritores de pesquisa a combinação dos seguintes termos: “ensino de Biologia”, “ensino de Genética”, “ensino de Biologia Molecular” e “deficiência visual”. Após o levantamento primário, foi realizada a leitura dos resumos de cada trabalho (artigo, dissertação e tese) e foram selecionados aqueles que abordavam a construção de materiais didáticos para alunos cegos nas áreas de Genética Clássica e Molecular. Esses trabalhos foram selecionados e categorizados de acordo com essas áreas (Bardin, 2011).

Foi produzido, como material didático, o quadro de Punnett¹ para realizar análises do cruzamento de dois pares de alelos. A fim de se evitar a construção de um quadro relativamente grande (com dezesseis campos de cruzamento), foram criados dois quadros de Punnett, com quatro campos cada.

¹ O quadro de Punnett é um quadro gráfico que possibilita o cruzamento entre os alelos dos parentais, sendo possível prever os possíveis genótipos e fenótipos da prole, bem como suas probabilidades de ocorrência (Griffiths *et al.*, 2022)

Na confecção do material, foi utilizada uma chapa de metal reaproveitada de CPU em desuso como base para a confecção dos Quadros de Punnett. Os quadros foram delineados com barbante. Para fixá-lo na chapa de metal foram testadas cola quente, cola de metal e cola para artesanato Tekbond. Apenas a última foi eficaz neste propósito. A indicação das linhas e colunas que representam os alelos dos parentais foi realizada por meio de folhas de EVA nas texturas atalhadas e com glitter. Os alelos foram confeccionados utilizando-se tampas de álcool etílico PA (puro para análise) obtidas de recipientes vazios.

Elas foram pintadas com esmalte de unhas com cores contrastantes, criando grande diferença visual, para atender também a alunos com baixa visão. Foram fixados alfinetes na superfície das tampas, para criar texturas que permitiram diferenciar os tipos de alelos, resultando em tampas rosa com nenhum alfinete, tampas vermelhas com um, tampas verdes com dois ou tampas amarelas com três alfinetes. As tampas foram preenchidas com massa para artesanato E.V.A, com o objetivo de fixar um ímã de neodímio com diâmetro de 10 mm em cada uma delas.

Para o registro dos resultados pelos estudantes, foram criados dois campos abaixo dos quadros de Punnett, com folha de E.V.A. na textura lisa. O denominador da fração (número quatro) foi representado por meio de quatro bolinhas desenhadas com cola em alto-relevo. Foram utilizadas tampas de álcool etílico arredondadas, pintadas com esmalte azul, para a anotação dos resultados. Por fim, o título do material foi impresso à tinta e escrito em braille em uma folha de acetato.

Posteriormente, o material foi validado por um aluno cego que cursou o ensino médio há dois anos. Para a validação, foi retomado o conteúdo teórico sobre as leis de Mendel e solicitado ao aluno que resolvesse exercícios referentes ao tema, utilizando o material produzido. Embora os exercícios selecionados abordem a herança por dominância, o material pode ser utilizado para se trabalhar outros tipos de heranças, como dominância incompleta, codominância, polialelia e alelos letais.² Por isso, optou-se por não definir quais tampas se referiam aos alelos dominantes ou recessivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A pesquisa realizada no Google Acadêmico e na plataforma Scielo resultou em 28 trabalhos, dos quais nove foram selecionados, seguindo como critério a descrição de materiais didáticos

² Herança por dominância é aquela na qual um alelo dominante se expressa tanto em homozigose quanto em heterozigose. Na dominância incompleta, ambos os alelos se expressam em heterozigose, formando-se um fenótipo intermediário entre os indivíduos homozigotos. Na codominância, ambos os alelos também se expressam, formando um novo fenótipo que, diferentemente da dominância incompleta, não é o intermediário entre os homozigotos. Polialelia é um tipo de herança na qual um gene possui mais de dois tipos de alelos distintos. Alelos letais é a herança na qual um alelo em homozigose causa a morte do indivíduo (Griffiths *et al.*, 2022).

adaptados nas áreas de Genética Molecular ou Clássica. Entre eles, quatro são artigos, quatro são trabalhos publicados em anais de congressos e um, dissertação de mestrado. Três desses trabalhos abordaram temas da Genética Molecular, como estrutura do DNA e etapas da síntese de proteínas. Os demais trabalhos se concentraram na área de Genética, abordando temas como Leis de Mendel, análise de heredogramas e heranças ligadas ao sexo (Quadro 1).

QUADRO 1

Descrição dos trabalhos sobre materiais didáticos para alunos cegos obtidos pela revisão bibliográfica

Título do trabalho	Recurso didático	Materiais utilizados	Subárea da Biologia	Conteúdo
Material didático para o ensino de Biologia: possibilidade de inclusão (Vaz <i>et al.</i> , 2012)	Modelos táteis de célula eucariota, núcleo celular e de esquema da tradução de proteínas.	Madeira (MDF), lixa, cola, massa de artesanato, velcro, tintas e isopor.	Genética Molecular	Célula eucariótica, núcleo celular e tradução de proteínas
Aprendendo com Mendel – um recurso facilitador do ensino de genética para deficientes visuais (Oliveira; Braga, 2013)	Representação de fenótipos de ervilhas e alelos por bolas com texturas diferentes.	Bolas com diferentes texturas, caixa de papelão e ábaco.	Genética Clássica	Leis de Mendel
Sequência didática inclusiva: percepção tátil e sistema braile mediando conteúdos na construção de heredogramas (Silva; Vestana, 2014)	Símbolos do heredograma	EVA	Genética Clássica	Heredograma
Construção de um modelo tátil como ferramenta de ensino-aprendizagem das Leis de Mendel (Neto, Agum; Neto, 2017)	Quadro de Punnett com 16 quadrantes	Placa de acrílico, velcro, tampas de garrafa pet, gesso e palitos de madeira.	Genética Clássica	Leis de Mendel
Desenvolvimento de material didático especializado de Biologia para alunos deficientes visuais com foco no ensino médio (Silva, Rosa; Crapez, 2017)	Regiões homólogas e não homólogas dos cromossomos sexuais (X e Y)	Papel cartão, linha urso 00, lixa áspera, película de PVC moldada em máquina thermoform	Genética Clássica	Herança ligada ao sexo
É possível ensinar a genética para alunos cegos? (Delou <i>et al.</i> , 2016)	Modelos táteis de nucleotídeos, da molécula de DNA e da complementaridade de bases do DNA e RNA.	Papelão como molde e folhas de acetato texturizadas na máquina thermoform	Genética Molecular	Estrutura do DNA e RNA, transcrição
Jogando com as ervilhas: inclusão e ludicidade no ensino de genética (Barbosa <i>et al.</i> , 2018)	Jogo com ervilhas representadas por bolas de isopor com diferentes tamanhos e texturas.	Bolas de isopor grandes e pequenas, massa de biscoito, grãos de arroz e cola de isopor.	Genética Clássica	2ª Lei de Mendel

Título do trabalho	Recurso didático	Materiais utilizados	Subárea da Biologia	Conteúdo
Análise e discussões acerca do uso de um material didático tátil para o ensino do tema padrões de herança a estudantes com deficiência visual (Ferreira <i>et al.</i> , 2020)	Heredograma tátil	Folhas de EVA (lisas e com glitter), papelão, cola quente, cola 3D, velcro, zíperes, pano pelúcia, pérolas adesivas.	Genética Clássica	Heredograma
Elaboração, aplicação e avaliação de recurso didático para alunos com deficiência visual no ensino médio (Paulino, 2014)	Modelo de molécula de DNA	Arame, espuma cilíndrica, EVA, miçangas, glitter, tecidos e cola para autorrelevo.	Genética Molecular	Estrutura do DNA

Fonte: Elaboração própria (2024).

Os materiais produzidos na área de Genética Molecular representaram estruturas das moléculas de DNA e RNA (Vaz *et al.*, 2012; Delou *et al.*, 2016; Paulino, 2014) e os processos de transcrição e tradução (Vaz *et al.*, 2012; Delou *et al.*, 2016). Todos os materiais foram produzidos com objetos de fácil acesso. Já Delou *et al.* (2016) também utilizaram a máquina Thermoform para criar modelos texturizados em folhas de acetato dos ácidos nucleicos e suas partes (bases nitrogenadas). Esse é um recurso importante para alunos cegos, pois gera um material tátil que os auxilia durante as aulas. Entretanto, o uso dessa tecnologia é restrito a algumas instituições, visto que a maioria das escolas no Brasil não possui o Thermoform.

Dentro da Genética Clássica, as Leis de Mendel foram o tema mais abordado (Oliveira; Braga, 2013; Neto; Agum; Neto, 2017; Barbosa *et al.*, 2018). Barbosa *et al.* (2018) propuseram um jogo que pode ser utilizado tanto por alunos cegos como por videntes. O jogo consistiu no sorteio de ervilhas, representadas por bolas de isopor, que continham informações sobre seu genótipo e fenótipo. As ervilhas sorteadas foram utilizadas para realizar o cruzamento no quadro de Punnett. O jogo foi testado com alunos videntes que utilizaram vendas nos olhos e com alunos cegos. Embora os fenótipos das ervilhas tenham sido evidenciados pelos diferentes tamanhos e texturas das bolas de isopor, o genótipo foi representado com escrita à tinta. Além disso, não foi feita nenhuma adaptação do quadro de Punnett para alunos cegos.

Um material semelhante também foi desenvolvido por Oliveira e Braga (2013), que propuseram o uso do ábaco para registrar as probabilidades da combinação dos alelos.

Para analisar os cruzamentos entre dois pares de alelos independentes, conforme a 2ª Lei de Mendel, Neto, Agum e Neto (2017) confeccionaram um Quadro de Punnett com 16 quadrantes. Os autores relataram que os estudantes cegos tiveram melhora na aprendizagem após o seu uso.

Entretanto, neste material não havia referências em relação ao número da linha e da coluna no quadro, o que pode dificultar o seu manuseio por alunos cegos devido à quantidade de quadrantes.

Silva e Vestana (2014) e Ferreira *et al.* (2020) desenvolveram representações adaptadas de heredogramas. Silva e Vestana (2014) construíram os principais símbolos representados no heredograma por meio de folhas de E.V.A., com legendas em braille. Em uma das aulas, apresentaram esses símbolos à turma, inclusive à aluna cega. Na aula seguinte, entregaram o material para confecção aos alunos e solicitaram que os mesmos construíssem um heredograma. Entretanto, não ficou evidente se a aluna cega participou deste momento, visto que não foram apresentadas adaptações para a atividade de construção do material.

Ferreira *et al.* (2020) confeccionaram os principais símbolos do heredograma com material tátil, utilizando velcro para que o heredograma pudesse ser montado de diferentes formas. Por fim, Silva, Rosa e Caprez (2017) desenvolveram modelos tácteis dos cromossomos sexuais, para trabalhar o tema herança ligada ao sexo. Assim como Delou *et al.* (2016), também utilizaram a máquina Thermoform para representar os cromossomos em folhas de acetato texturizadas.

Pode-se perceber que os materiais táteis produzidos na área de Genética Molecular abrangeram temas como estrutura dos ácidos nucleicos e síntese de proteínas. Já na Genética Clássica, a maioria dos materiais produzidos foi referente às leis mendelianas e os instrumentos para compreendê-las (heredogramas e quadro de Punnett). Todos esses temas são bastante discutidos no ensino médio, o que torna esses artigos referências importantes para os professores. A fim de complementar o que já foi descrito na literatura, a seguir foi relatada a produção de dois quadros de Punnett, cada um com quatro quadrantes, para a análise de heranças determinadas por dois pares de alelos com segregação independente.

4.2 MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO

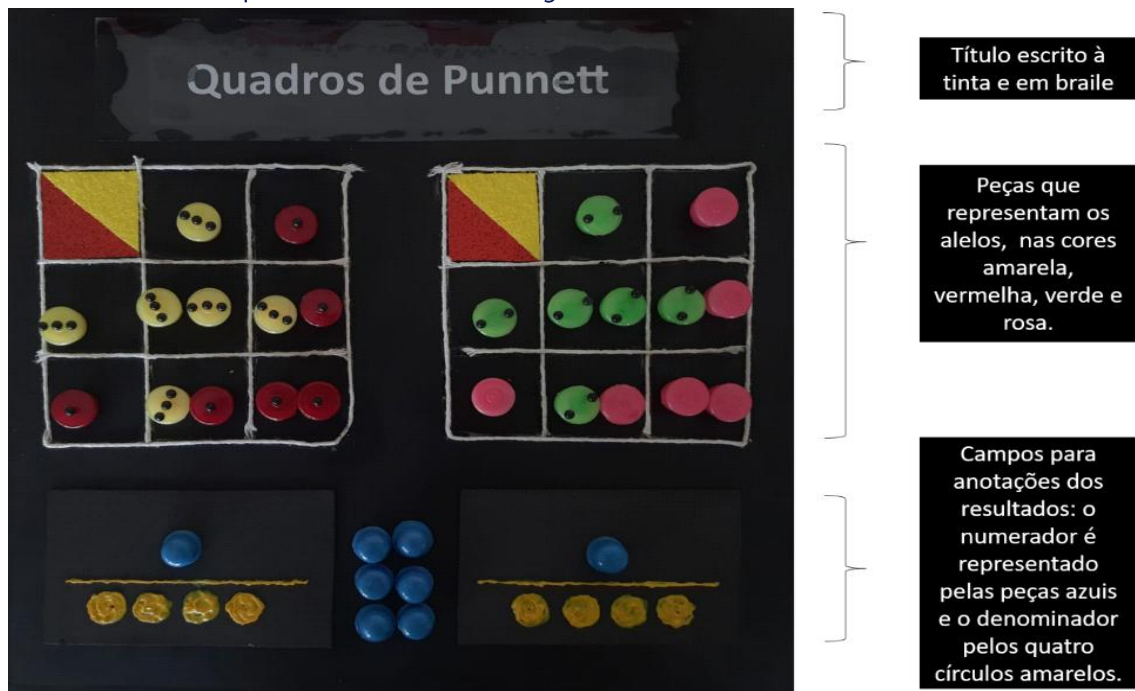
Os dois quadros de Punnett foram montados em um tabuleiro de metal, utilizando peças com ímãs fixados, representando os alelos (Figura 1). Optou-se por construir um material fácil para que estudantes cegos ou com baixa visão possam resolver exercícios com o quadro de Punnett simultaneamente aos colegas nas aulas de Biologia.

Ao utilizar os dois quadros de Punnett, serão obtidos os valores de probabilidade de cada par de alelos. Dessa forma, é importante que o professor que utilize este material tenha o cuidado de explicar à turma que a probabilidade de resultados com dois pares de alelos é equivalente à multiplicação do resultado obtido com cada par de alelos, no caso de genes que se segregam de forma independente. Por isso, abaixo de cada quadro há um campo para que o estudante anote o resultado obtido para cada gene, realizando a multiplicação posteriormente. Como o denominador

da fração é sempre quatro, esse valor foi representado por meio de quatro círculos produzidos com cola de alto relevo. Já o numerador pode variar de zero a quatro e pode ser registrado por meio das peças com ímã destinadas para essa finalidade.

FIGURA 1

Quadros de Punnett adaptados ao uso de alunos cegos e com baixa visão.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.3 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Foram selecionados dois exercícios sobre Leis de Mendel, evidenciando-se como os mesmos podem ser resolvidos utilizando o material produzido.

4.3.1 EXERCÍCIO 1: CRUZAMENTO COM UM PAR DE ALELOS (FONTE: VESTIBULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2023)

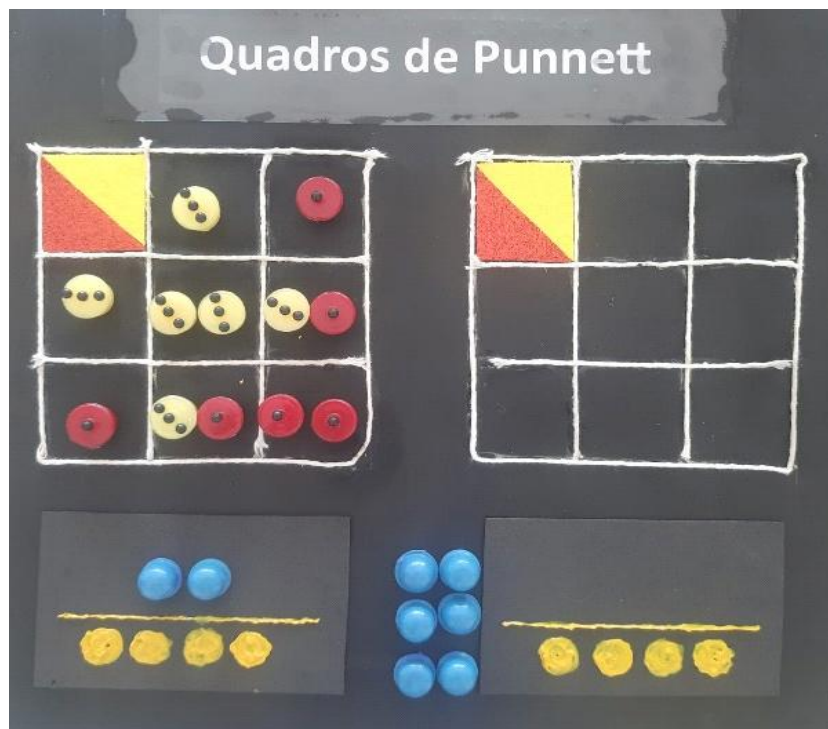
(Uft 2023) Considere uma espécie animal cuja cor da pelagem é definida por um gene. Ambos os progenitores são heterozigóticos para essa característica. A proporção esperada de descendentes também heterozigóticos para essa mesma característica é:

- a) 25% b) 50% c) 75% d) 100%

Para resolver o exercício 1, os estudantes deverão utilizar apenas um quadro de Punnett e dois tipos de peças com texturas diferentes para representar o par de alelos, conforme a figura 2. O resultado obtido, na forma de fração, poderá ser convertido mentalmente em porcentagem.

FIGURA 2

Resolução de exercício com um par de alelos, utilizando um quadro de Punnett com quatro quadrantes



Nota: Na região inferior da figura, encontra-se a anotação da proporção encontrada (2/4).

Fonte: Elaboração própria (2024)

4.3.2 EXERCÍCIO 2: CRUZAMENTO COM DOIS PARES DE ALELOS (FONTE: PROCESSO DE AVALIAÇÃO SERIADA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2024)

(UEM-PAS 2024) Considere cruzamentos genéticos em que estejam envolvidos dois caracteres (genes) com segregação independente, de acordo com a Segunda Lei de Mendel, e assinale o que for correto.

- 01) Do cruzamento entre parentais duplo homozigoto dominantes com duplo homozigoto recessivos esperam-se 100% de descendentes com o fenótipo igual ao parental dominante.
- 02) Do cruzamento entre parentais duplo homozigoto dominantes e duplo homozigoto recessivos esperam-se 50% de descendentes com o genótipo igual ao parental dominante.
- 04) Do cruzamento entre parentais duplo heterozigoto esperam-se na descendência quatro fenótipos diferentes.
- 08) Do cruzamento entre parentais duplo heterozigoto esperam-se na descendência dezesseis genótipos diferentes.
- 16) Um parental duplo heterozigoto formará oito tipos de gametas geneticamente diferentes.

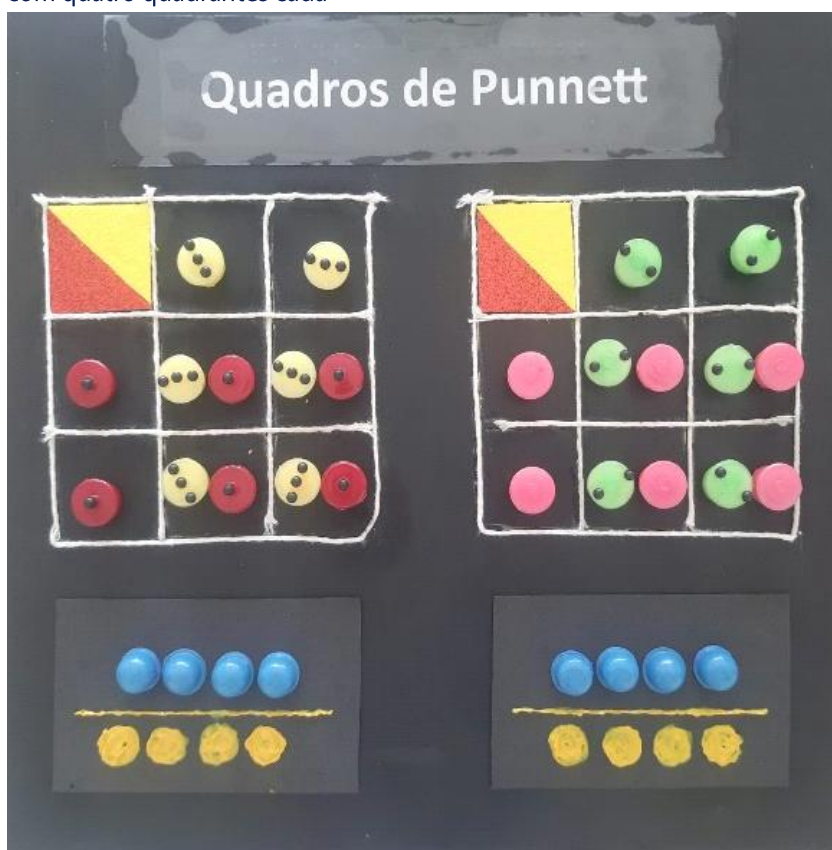
O exercício 2 usualmente é resolvido utilizando-se um quadro de Punnett com 16 quadrantes. Entretanto, para que os alunos cegos não se percam inserindo os genótipos em cada um desses quadrantes, foi proposta a utilização de dois quadros. Essa forma de resolução pode estimular a compreensão de que os pares de alelos são independentes, bem como a da teoria matemática envolvida (multiplicação de probabilidades). Dessa forma, recomenda-se que o professor utilize a mesma forma de resolução com todos os estudantes (cegos e videntes). A resolução do exercício 2 deve ser realizada em etapas, já que cada afirmação requer uma análise específica dos dados e os

estudantes devem definir previamente quais são as peças que representam os alelos dominantes e recessivos de cada gene.

Na afirmação 1, um dos parentais terá apenas alelos dominantes tanto para o primeiro gene (quadro de Punnett 1) quanto para o segundo (quadro de Punnett 2). O segundo parental terá apenas alelos recessivos para os dois genes. Para que os descendentes tenham o fenótipo igual ao do parental homozigoto dominante, deverão ter o genótipo homozigoto dominante ou heterozigoto para os dois genes.

FIGURA 3

Resolução de exercício que envolve o cruzamento de dois pares de alelos, utilizando dois quadros de Punnett com quatro quadrantes cada



Nota: São apresentados os resultados anotados para cada par de alelos (4/4). O resultado final é obtido pela multiplicação entre os resultados de cada par ($16/16 = 1$).

Fonte: Elaboração própria (2024).

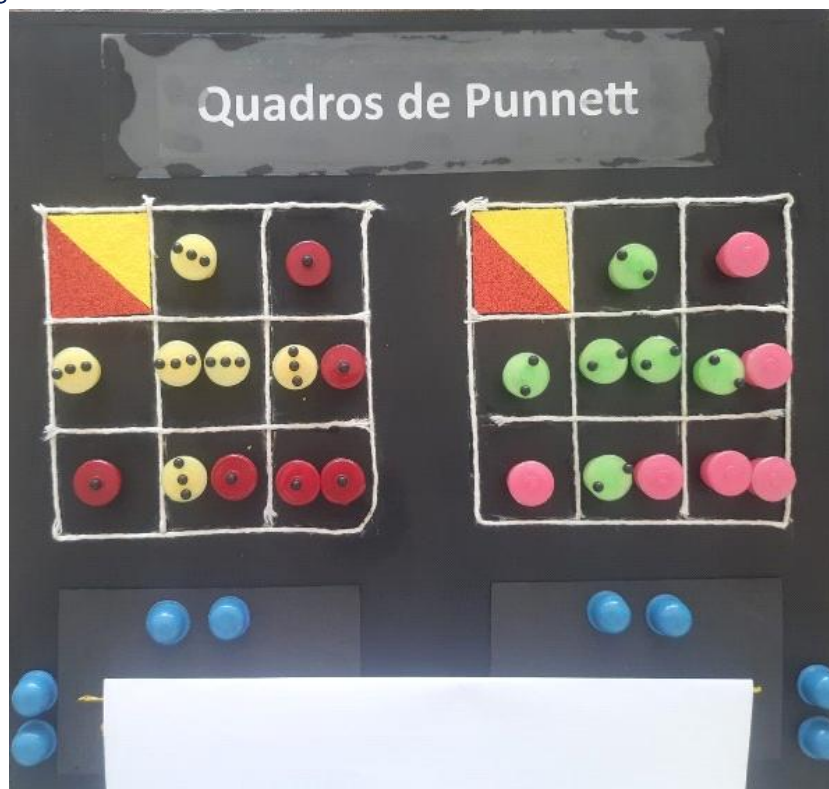
Na afirmação 2, o cruzamento é o mesmo que foi realizado na afirmação 1 (Figura 3). Deve-se, portanto, verificar se há descendentes homozigotos recessivos para o gene 1 e para o gene 2. Neste caso, não há. Caso houvesse, deveria ser realizada a multiplicação das proporções.

Na afirmação 4, ambos os parentais devem ser representados por peças diferentes nos dois quadros. Para calcular a quantidade de fenótipos resultantes, deve-se calcular quantos fenótipos são

obtidos em cada cruzamento e multiplicar os resultados parciais, já que o resultado será uma combinação dos fenótipos do gene 1 com o gene 2 (Figura 4).

FIGURA 4

Resolução de exercício que objetiva calcular a quantidade de fenótipos originados do cruzamento de parentais duplos heterozigotos



Nota: No campo de resultados está indicado o número de fenótipos originados do cruzamento de cada par de alelos. O denominador da fração foi omitido, pois tem-se um número absoluto e não uma proporção. O resultado é a combinação entre os fenótipos de cada par, dada pela multiplicação entre os dois resultados parciais.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Na afirmação 8, o cruzamento é o mesmo realizado na afirmação 4 (Figura 4). Entretanto, agora pretende-se calcular o número de genótipos e não de fenótipos. Para isso, deve-se multiplicar o número de genótipos obtidos no Quadro 1 com o número de genótipos obtidos no Quadro 2.

A resolução da afirmação 16 não necessita da utilização dos quadros de Punnett. O estudante apenas precisa realizar a combinação da quantidade de gametas originados no primeiro gene (2 gametas) com a combinação de gametas do segundo gene (2 gametas).

Verifica-se que a resolução dos exercícios depende tanto de conhecimentos na área de biologia quanto de matemática, o que abre a possibilidade de se criar uma abordagem interdisciplinar utilizando esse mesmo material, abordando conteúdos de probabilidades e das leis

de Mendel. Vale salientar que a metodologia adotada pelo professor para a resolução dos exercícios deve ser a mesma para toda a turma, a fim de proporcionar a plena inclusão dos estudantes.

4.4 VALIDAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

O aluno que validou o material apresenta cegueira total desde os 9 anos de idade. Há dois anos concluiu o ensino médio e por isso foi necessário realizar uma revisão sobre as leis de Mendel. A princípio, apresentou dificuldades no exercício 2, pois não estava habituado a resolver questões que consideravam mais de um gene. Relatou nunca ter utilizado um Quadro de Punnett com 16 quadrantes para as anotações genotípicas. Após a explicação do conteúdo pelos autores deste trabalho, o aluno conseguiu resolver o exercício 2 e outros similares, evidenciando um processo de aprendizagem da leitura científica por meio deste material didático. Além disso, não apresentou dificuldades de manuseio do material, relatando que as texturas estavam adequadas para a identificação dos quadros e das peças que representam os alelos.

Apesar de o material ter sido útil para a realização dos exercícios, o estudante ainda precisou do apoio dos autores para a leitura dos enunciados. Isso evidencia a importância de planejar as aulas com diferentes recursos de acessibilidade, como textos em braille ou compatíveis com leitores de tela. A escolha do recurso mais adequado deve considerar as necessidades de cada estudante.

5 CONCLUSÃO

A partir do levantamento bibliográfico realizado, foi possível observar que já foram Clássica, quanto da Genética Molecular. Embora a publicação dos trabalhos possa auxiliar os professores na confecção dos materiais, isso demanda tempo e recursos financeiros, mesmo quando os materiais utilizados têm baixo custo. Portanto, é importante que a instituição forneça os recursos necessários para a inclusão dos alunos, como a disponibilização da matéria-prima.

O uso de quadros de Punnett com quatro quadrantes ao invés de dezesseis pode facilitar o manuseio do material por alunos cegos. Notou-se que foi possível resolver exercícios com um par e com dois pares de alelos, havendo a possibilidade de extrapolar para maiores quantidades de pares, desde que os resultados parciais sejam anotados.

Por fim, a partir do levantamento bibliográfico e do material produzido, novas pesquisas podem ser realizadas com a finalidade de se planejar aulas ou sequências didáticas nas quais diferentes recursos para a acessibilidade podem ser utilizados de forma integrada, objetivando-se a

autonomia do estudante cego ou com baixa visão. Além disso, professores de biologia e matemática podem utilizar os dois quadros de Punnett em aulas interdisciplinares, abordando as leis de Mendel e os conceitos de probabilidade.

OS AUTORES

Alline Braga Silva

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas
alline.braga@ifg.edu.br

Alysson Benite de Freitas

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas
alysson.freitas@ifg.edu.br

Daniel Honório Aguiar

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Jataí/Técnico Integrado em Manutenção e Suporte em Informática/Pibic-EM
daniel.honorio@academico.ifg.edu.br

Nathan Ferreira Gregorio

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Jataí/Técnico Integrado em Manutenção e Suporte em Informática/Pibic-EM
nathan.f@academico.ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. C. C.; SILVA, C. R.; MENEZES, C. S. Jogando com as ervilhas: inclusão e ludicidade no ensino de genética. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 3., 2018, Campina Grande. *Anais eletrônicos* [...] Campina Grande, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/44747>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial da União*, Brasília, 5 out. 1988.

BRASIL. Decreto n. 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei n. 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm. Acesso em 26 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo Escolar 2022: divulgação dos resultados*. Brasília, DF: Inep, 2023.

CAIADO, K. R. M. *Aluno com deficiência visual na escola: lembranças e depoimentos*. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2014.

COSTA, C. S. L.; PAULINO, V. C. *Deficiência visual: contextos e práticas educacionais*. São Carlos: EDESP-UFSCar, 2022.

DELOU, C. *et al.* É possível ensinar a genética para alunos cegos? *Conhecimento & Diversidade*, v. 8, n. 16, p. 84-99, 2016.

DIAS, V. B.; SILVA, L. M. Educação inclusiva e formação de professores: o que revelam os currículos dos cursos de licenciatura? *Práxis Educacional*, v. 16, n. 43, p. 406-429, 2020.

FERREIRA, T. C. R. P.; RODRIGUES, A. S.; DA COSTA, F. L. P. Análises e discussões acerca do uso de um material didático tátil para o ensino do tema padrões de herança a estudantes com deficiência visual. *Benjamin Constant*, v. 2, n. 61, p. 24-41, 2020.

GLICK, B. R.; PATTEN, C. L. *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA*. Washington: ASM Press, 2022.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al.* *Introdução à genética*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.

KARAGIANNIS, A.; STAINBACK, W.; STAINBACK, S. Fundamentos do Ensino Inclusivo. *In*: STAINBACK, W.; STAINBACK, S. (org.). *Inclusão – um guia para educadores*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, p. 85-93, 2000.

LEAL, C. A.; MEIRELLES, R. M. S.; RÔÇAS, G. O que estudantes do ensino médio pensam sobre Genética? Concepções discentes baseada na análise de conteúdo. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 5, n. 13, 2019.

MORI, N. N. R.; SANDER, R. E. História da educação dos surdos no Brasil. *In*: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO PPE, 2015, Maringá. *Anais [...]*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015.

NETO, M. F.; AGUM, F. S.; NETO, M. M. F. Construção de um modelo tátil como ferramenta de ensino-aprendizagem das leis de Mendel. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa. *Anais [...]*. Campina Grande: Realize, 2017.

OLIVEIRA, F. G.; BRAGA, L. C. *Aprendendo com Mendel: um recurso didático facilitador do ensino de genética para deficientes visuais*. Ribeirão Preto: SBG, 2013. Disponível em: <http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2013/EN012.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

PAULINO, A. L. de S. *Elaboração, aplicação e avaliação de recurso didático para alunos com deficiência visual no ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

SASSAKI, R. K. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro: WVA, 1997.

SILVA, E. J.; VESTENA, R. F. Sequência didática inclusiva: percepção tátil e sistema braile mediando conteúdos na construção de heredogramas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5., 2014, Niterói. *Anais [...]*. Niterói: Associação Brasileira de Ensino de Biologia, 2014.

SILVA, G. O. A.; DA ROSA, P. I.; CRAPEZ, M. A. C. Desenvolvimento de material didático especializado de biologia para alunos deficientes visuais com foco no ensino médio. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 10, n. 1, p. 6-21, 2017.

VAZ, J. M. C. *et al.* Material didático para ensino de Biologia: possibilidades de inclusão. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1-24, 2012.

VYGOTSKI, L. S. *Obras completas – fundamentos de defectologia*. Cascavel, PR: Edunioeste, 2022.

YOSHIKAWA, Renato Chimaso dos Santos. *Possibilidades de aprendizagem na elaboração de materiais didáticos de Biologia com educandos deficientes visuais*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Créditos

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

Reitora

Oneida Cristina Gomes Barcelos Irigon

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Lorena Pereira de Souza Rosa

Coordenadora da Editora

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Conselho Editorial

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Lidiaine Maria dos Santos

Darlene Ana de Paula Vieira

Adriano de Carvalho Paranaíba

Cristina Gomes de Oliveira Teixeira

Alessandro Silva de Oliveira

Kalinka Martins da Silva

Cláudia Helena dos Santos Araújo

Bruno Pilastre de Souza Silva Dias

Organização do volume

Débora Jerônima Arantes

Francylli Mariana dos Santos Mello Andrade

Lorena Silva Oliveira Costa

Carlos de Melo e Silva Neto

Capa

Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Editoração

Olliver Robson Mariano Rosa

Comitê Interno do Pibicti 2023/2024

Caroline Duarte Alves Gentil

Danielle Pereira da Costa

Francylli Mariana dos Santos Mello Andrade

Hugo Leonardo da Silva Belisário

Kenia Alves Pereira Lacerda

Lorena Silva Oliveira

Maria de Jesus Gomides

Renato Welmer Veloso

Valéria Conceição Mouro Costa

Vinícius Silva Pinto

Conselho Científico da Editora IFG

Adelino Cândido Pimenta (IFG)

Albertina Vientini Assumpção (PUC/GO)

Alice Maria e Araújo Ferreira (UNB)

André Luiz Silva Pereira (IFG)

Angel José Vieira Blanco (IFG)

Antônio Borges Júnior (IFG)

Camila Silveira de Melo (IFG)

Cândido Vieira Borges Júnior (UFG)

Carlos Leão (PUC/GO)

Celso José de Moura (UFG)

Clarinda Aparecida da Silva (IFG)

Cláudia Azevedo Pereira (IFG)

Dilamar Candida Martins (UFG)

Douglas Queiroz Santos (UFU)

Gláucia Maria Cavasin (UFG)

Jullyana Borges de Freitas (IFG)

Jussanã Milograna (IFG)

Kellen Christina Malheiros Borges (IFG)

Kenia Alves Pereira Lacerda (IFG)

Liana de Lucca Jardim Borges (IFG)

Lídia Lobato Leal (IFG)

Lillian Pascoa Alves (IFG)

Manoel Napoleão Alves de Oliveira (IFG)

Marcelo Costa de Paula (IFG)

Marcelo Firmino de Oliveira (USP)

Maria Sebastiana Silva (UFG)

Marshal Gaioso Pinto (IFG)

Marta Rovey de Souza (UFG)

Mathias Roberto Loch (UEL)

Maurício José Nardini (MP/GO)

Pabline Rafaella Mello Bueno (IFG)

Paulo César da Silva Júnior (IFG)

Paulo Henrique do Espírito Santo Nestor (IFG)

Paulo Rosa da Mota (IFG)

Rachel Benta Messias Bastos (IFG)

Ronney Fernandes Chagas (IFG)

Rosana Gonçalves Barros (IFG)

Simone Souza Ramalho (IFG)

Waldir Pereira Modotti (UNESP)

Walmir Barbosa (IFG)



Os cadernos *Em.formação* apresentam aos leitores uma amostra do que os novos pesquisadores do IFG têm desenvolvido por meio da Iniciação Científica e Tecnológica.

Esta publicação cria um espaço dinâmico de divulgação das pesquisas e de contato entre as diferentes áreas do conhecimento, como um convite à proposição de novos projetos e, assim, ao avanço em direção a novas descobertas.

Nas páginas deste volume, a reflexão acadêmica e científica ganha corpo nas vozes de alunos, docentes e servidores da Instituição, investidos em um mesmo papel, o de pesquisadores.

O Programa de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG salienta, com esta publicação, a relevância do diálogo para a construção do conhecimento, que está sempre em formação.