



# CIÊNCIAS BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR



**ORGANIZADORES:**

**GHUNTER PAULO VIAJANTE  
GIOVANI AUD LOURENÇO  
GISELLE CARVALHO BERNARDES  
HUGO XAVIER ROCHA  
JOÃO PAULO VICTORINO SANTOS  
LEONARDO GARCIA MARQUES  
LUÍS GUSTAVO WESZ DA SILVA**

EBOOK

Ghunter Paulo Viajante  
Giovani Aud Lourenço  
Giselle Carvalho Bernardes  
Hugo Xavier Rocha  
João Paulo Victorino Santos  
Leonardo Garcia Marques  
Luís Gustavo Wesz da Silva  
**(ORGANIZADORES)**

**SECITEC**  
2023



# **CIÊNCIAS BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: Uma abordagem multidisciplinar**

ISBN: 978-65-00-95810-2

Itumbiara - Goiás  
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Ciências básicas para o desenvolvimento  
sustentável [livro eletrônico] : uma abordagem  
multidisciplinar / organização Ghunter Paulo  
Viajante...[et al.]. -- Itumbiara, GO :  
Ed. dos Autores, 2024.  
PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Giovani Aud Lourenço,  
Giselle Carvalho Bernardes, Hugo Xavier Rocha, João  
Paulo Victorino Santos, Leonardo Garcia Marques,  
Luis Gustavo Wesz da Silva.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-95810-2

1. Ciências 2. Desenvolvimento sustentável  
3. Desenvolvimento sustentável - Aspectos ambientais  
4. Meio ambiente 5. Sustentabilidade ambiental  
I. Viajante, Ghunter Paulo. II. Lourenço, Giovani  
Aud. III. Bernardes, Giselle Carvalho. IV. Rocha,  
Hugo Xavier. V. Santos, João Paulo Victorino.  
VI. Marques, Leonardo Garcia. VII. Silva,  
Luis Gustavo Wesz.

24-196075

CDD-304.2

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Sustentabilidade ambiental : Ecologia 304.2

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

## PREFÁCIO

É com grande alegria que apresentamos à comunidade o primeiro ebook do IFG Câmpus Itumbiara contendo uma coletânea dos principais trabalhos apresentados na **SECITEC – Semana de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG – Câmpus Itumbiara**, cujo tema principal, no ano de 2023, foi: Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável.

Os trabalhos foram avaliados por professores do Câmpus, que selecionaram aqueles de maior destaque, e o resultado é esta compilação de artigos e ideias que se diferenciaram não apenas pela sua originalidade, mas também pela qualidade.

Cada trabalho é uma demonstração do compromisso dos estudantes com a pesquisa e inovação. Ao destacar estes projetos, reconhecemos o mérito individual de cada participante e o potencial transformador que a ciência e a tecnologia têm em nossas vidas.

No decorrer destas páginas, os leitores terão a oportunidade de conhecer um pouco das atividades acadêmicas e de pesquisa desenvolvidas no IFG – Câmpus Itumbiara, bem como refletir sobre temáticas de interesse das áreas de engenharia, química e afins, incentivando o aprofundamento no conhecimento.

Agradecemos a todos os envolvidos na SECITEC 2023 – alunos, professores, comissão organizadora, núcleos de pesquisa: Núcleo de Pesquisas em Sistemas de Energia (NuPSE), Núcleo de Pesquisas e Inovação Tecnológica em Fontes Renováveis de Energia (NUPSOL), Núcleo de Pesquisas em Química (NuPEQUI), Núcleo de Pesquisa e Extensão Tecnológica Baseado em Cultura Maker (NuPEMaker), Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Educação e Processos Educacionais (NuPEPE), Programa de Educação Tutorial (PET) Química: Educação, Ambiente e Sociedade, e aos órgãos de fomento, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, MCTI.

Que este ebook inspire e motive os acadêmicos e todos que reconhecem o poder transformador da pesquisa e da educação.

Luís Gustavo Wesz da Silva  
Gerente de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão – IFG Câmpus Itumbiara  
Coordenador Geral da SECITEC 2023

# Sumário

## CAPÍTULO 1

**DEGRADAÇÃO DA RODAMINA B: Avaliação do desempenho de fotocatalisadores** . . . . p. 8

*Bárbara Xavier da Costa Fonseca; Maria Antônia Martins Santos; Katiúscia Daiane Ferreira*

## CAPÍTULO 2

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA IOT DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE INVERSO-RES SOLARES COM VISTA A APLICAÇÃO EM MICRORREDES** . . . . . p. 16

*Keldson Alves Lopes; Ghunter Paulo Viajante*

## CAPÍTULO 3

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM ÓLEO DE SOJA NOVO E USADO EM FRITURAS** . . . . . p. 24

*Cleisla Pereira Firmino; Emile Bianca Alves Mota; Pedro Paulo de Souza Silva; Samara Ruthiely Araújo Borges; João Paulo Victorino Santos*

## CAPÍTULO 4

**CONTROLE REMOTO DE IMPRESSORA 3D** . . . . . p. 30

*Gustavo Dourado Silva; Gesmar de Paula Santos Júnior; Josemar Alves dos Santos Júnior*

## CAPÍTULO 5

**ESTAÇÃO DE COLETA DE DADOS METEOROLÓGICOS VIA PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO LORA** . . . . . p. 38

*Yuri D. P. Cirino; João Vitor Fernandes de Azevedo Silva; Ghunter Paulo Viajante; Marcelo Escobar de Oliveira; Gesmar de Paula Santos Júnior; Josemar Alves dos Santos Júnior*

## CAPÍTULO 6

**DEGRADAÇÃO DO AGROTÓXICO CLORPIRIFÓS POR FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA** . . . . . p. 45

*Paulo Antônio Medeiros Palastrim; Katiúscia Daiane Ferreira; Simone Machado Goulart; Adilson Correia Goulart*

## CAPÍTULO 7

**EFEITO DE MATRIZ NA QUANTIFICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: Análise qualitativa utilizando o paralelismo das retas** . . . . . p. 51

*Bhrenda Alves Oliveira; Heloisa Eusebia Lima; Julia Duarte Ribeiro; Adilson Correia Goulart; Simone Machado Goulart*

## **CAPÍTULO 8**

**VACINAÇÃO: Experiência de estudantes de medicina com dependentes químicos** . . . . p. 58

*Rogério Pacheco Rodrigues; Tiago Nogueira de Abreu*

## **CAPÍTULO 9**

**PROTODUINO: Kit de desenvolvimento de programação em plataforma Arduino** . . . . p. 66

*Thales Fleury Santos; Josemar Alves dos Santos Júnior*

## **CAPÍTULO 10**

**EDUCAÇÃO ALÉM DAS FRONTEIRAS: Um caso de curricularização da extensão com o ensino médio em Itumbiara** . . . . . p. 72

*Diuly Pereira Tófaló; Anna Karolyna Marques Rodrigues; Erick Nascimento de Oliveira; Eryc Dias Medeiros Silva; Marcelo Escobar de Oliveira*

## **CAPÍTULO 11**

**DESPERTANDO O HERÓI INTERIOR: Gamificação como motivação diária** . . . . . p. 79

*Anna Karolyna Marques Rodrigues; Danielly Ferreira Rios; Eryc Dias Medeiros Silva; João Vitor Fernandes de Azevedo Silva; Marcelo Escobar de Oliveira*

## **CAPÍTULO 12**

**NÚMERO DE ÓBITOS POR DENGUE EM ITUMBIARA (GO): Registros no Datasus e da vigilância epidemiológica** . . . . . p. 86

*Thamires Guizzetti; Ana Beatriz Mota de Carvalho; Gabriella Guizzetti; Henrique Bruno Franco Pereira Garcia; Iara Guimarães Rodrigues*

## **CAPÍTULO 13**

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS: Novos caminhos para o aprendizado** . . . . . p. 91

*Diuly Pereira Tófaló; Marcelo Escobar de Oliveira; Carlos Eduardo Silva*

## **CAPÍTULO 14**

**CAMINHADA PLANETÁRIA: Relato de experiência de uma visita técnica ao museu dica** p. 99

*Olívio Lima de Santana; Bhrenda Alves Oliveira; Heloisa Eusebia Lima; Uildisney Ferreira Goes; Blyeny Hatalita Pereira Alves*

## **CAPÍTULO 15**

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO OPENHAB E HOME ASSISTANT** . . . . p. 105

*Mateus Borges Araújo; Gesmar de Paula Santos Júnior; Ghunter Paulo Viajante; Josemar Alves dos Santos Júnior*

**CAPÍTULO 16**

**A ABORDAGEM DO PACIENTE COM LOMBALGIA AGUDA NA EMERGÊNCIA MÉDICA:**

**Uma revisão de literatura** . . . . . p. 112

*Arthur Godoi Guerra; Luís Fellipe Ribeiro Vasconcelos; Raíssa Rodrigues de Menezes; Luiz Cláudio Kehdi Guimarães; Rogério Pacheco Rodrigues*

**LISTA DE AUTORES** . . . . . p. 118



# CAPÍTULO 1

## DEGRADAÇÃO DA RODAMINA B: Avaliação do desempenho de fotocatalisadores

**Bárbara Xavier da Costa Fonseca** - barbaraxcfonseca@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Maria Antônia Martins Santos** - mariaantoniamartinss@hotmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Katiúscia Daiane Ferreira** - katiuscia.ferreira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** O tratamento de efluentes industriais representa um problema de alta complexidade, devido a geração de resíduos que contém uma variedade de compostos orgânicos persistentes que não são removidos por processos de tratamento convencionais. Indústrias alimentícias, têxteis, de couro e pedras preciosas geram um alto volume de resíduos líquidos com forte coloração, devido a presença de corantes como a Rodamina B, que impactam fortemente o ambiente aquático. O presente trabalho apresentará os resultados da avaliação da degradação deste corante por fotocatalise heterogênea usando os semicondutores  $TiO_2$ ,  $Bi_2O_3$  e  $Bi_{12}TiO_{20}$ , sem alterações nos meios e com alterações no pH e no agente oxidante  $H_2O_2$ . Foram realizados testes de fotólise, adsorção e fotocatalise para cada óxido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotocatálise Heterogênea; Rodamina B;  $TiO_2$ ;  $Bi_2O_3$ ;  $Bi_{12}TiO_{20}$ .

### 1. INTRODUÇÃO

Processos industriais que utilizam grande volume de água vêm contribuindo com a poluição hídrica, por não contarem com meios de tratamento adequados tanto para o grande volume quanto para os contaminantes presentes nos efluentes gerados (Freire et al., 2000). De forma geral, o tratamento de efluentes industriais representa um problema de alta complexidade, devido a geração de resíduos que contém uma variedade de compostos orgânicos persistentes que não são removidos por processos de tratamento convencionais. As indústrias alimentícias, têxteis, de couro e pedras preciosas são exemplos de atividades que geram um alto volume de resíduos líquidos com forte coloração devido a poluentes orgânicos provenientes de corantes sintéticos ou naturais (Barbosa, 2019). Entre estes corantes, a Rodamina B é utilizada principalmente na indústria têxtil, mineral e marcação de fluxo de água (Richardson et al., 2004).



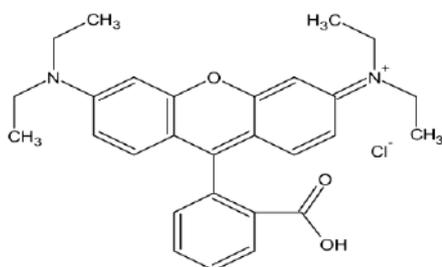
Se descartados sem o tratamento adequado, os efluentes provenientes dessas atividades industriais contaminam o meio ambiente, podendo atingir redes de captação de água, comprometendo o abastecimento populacional, além de prejudicar a agricultura e a vida aquática (Cervantes et al., 2009).

Apesar de existirem inúmeras técnicas para tratamento de efluentes que incluem processos biológicos, físicos e químicos, os contaminantes orgânicos não são totalmente degradados por alguns deles (Beltrame, 2006; Cervantes, et al., 2009). Os tratamentos chamados de POA's (Processos Oxidativos Avançados), tem como princípio a utilização de espécies altamente oxidantes para uma degradação efetiva do efluente a ser tratado (Brito e Silva, 2012) e vêm sendo bastante utilizados por serem mais sustentáveis a longo prazo e permitir, em muitos casos, a completa mineralização de compostos orgânicos presentes (Filho e Durigan, 2013).

A fotocatalise pertence à classe dos POA's, pois o radical hidroxila é formado a partir de sua reação na quebra de moléculas de água. O princípio da fotocatalise heterogênea envolve a ativação de um semicondutor – em sua maioria compostos inorgânicos –, por luz solar ou artificial, gerando o par elétron/lacuna, que nesse processo reagem com o meio formando OH-, espécie altamente oxidante, que transformam os poluentes orgânicos em substâncias químicas inócuas como CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O (Lacey e Schirmer, 2008).

A Rodamina B é um corante de cor rosa altamente solúvel em água, metanol e etanol, pertencente a classe dos xantenos e amplamente utilizado em indústrias farmacêuticas e têxteis, além de sua aplicabilidade como marcador fluorescente de água (Richardson et al., 2004). Outra indústria que utiliza este corante é a de coloração de pedras preciosas, sendo apontados diversos impactos ambientais causados aos efluentes, no tingimento de ágatas com o uso da Rodamina B (Pizzolato et al., 2008). Segundo a IUPAC (União Internacional da Química Pura e Aplicada), tem nome cloreto de 9-(2-carboxifenil-6-dietilamino-3-xantenilideno-dietilamonio) e massa molar de 479,03 g/mol. Possui absorvância máxima em 555 nm. Possui toxicidade aguda e crônica para o ambiente aquático. A Rodamina B é muito lentamente biodegradável no meio ambiente e possui uma alta toxicidade em peixes. Sua estrutura química está apresentada na Figura 1.

**FIGURA 1 – ESTRUTURA QUÍMICA DO CORANTE RODAMINA B (C<sub>28</sub>H<sub>31</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Cl).**



Fonte: Almeida e Silva *et al.*, 2017.



## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Óxidos Catalisadores

Antes da realização dos testes de fotodegradação da Rodamina B, o catalisador óxido binário, titanato de bismuto com fase sillenita, de composição  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ , foi sintetizado através de reação no estado sólido. Para a síntese pesou-se 9,7225g de óxido de bismuto,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (Sigma-Aldrich) e 0,2776g de dióxido de titânio,  $\text{TiO}_2$  (Sigma-Aldrich) de forma que a relação estequiométrica de  $6\text{Bi}_2\text{O}_3 : 1\text{TiO}_2$  fosse obedecida na síntese de 10g do composto. Os óxidos foram moídos e homogeneizados em um mortár de alumina com ajuda de álcool isopropílico e o pó resultante foi levado a um forno com controle de temperatura microprocessada dentro de um cadinho de platina e tratado a uma temperatura de  $800^\circ\text{C}$  durante 24h. O material resultante foi caracterizado por Difração de Raios X (DRX).

Os outros dois catalisadores foram utilizados nos testes na forma comercializada: dióxido de titânio (IV)  $\text{TiO}_2$  (Sigma-Aldrich) e óxido de bismuto (III)  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (Sigma-Aldrich).

### 2.2 Construção do reator

O reator fotocatalítico foi construído em material MDF e com as seguintes dimensões: 40cm x 50 cm x 40 cm. Foi projetado de modo que coubessem em seu interior 3 lâmpadas UVC e um suporte universal com garra para fixar um condensador onde passaria a solução do composto orgânico. Outro requisito, era a vedação para impedir qualquer saída de luz UV por frestas do reator. Após a confecção da caixa em MDF, foi preciso instalar 3 soquetes e uma tomada, para que as lâmpadas UVC pudessem ser ligadas.

### 2.3 Ensaios fotocatalíticos

Para os ensaios fotocatalíticos foi preparada 2 L de uma solução estoque de Rodamina B com concentração de 24 mg/L. Para cada teste essa solução foi diluída utilizando sempre 500 mL de solução padrão com concentração final igual a 6 mg/L em um béquer de 600 mL. O béquer com a solução padrão foi mantido fora do reator e através de um fluxo contínuo a solução era bombeada usando uma bomba de aquário (Bomba Submersa AM-Mini 220V, Amicus) até o interior do reator, passando por um tubo, que consistia em um destilador, improvisado para tal finalidade, que permitia a exposição da solução às lâmpadas UVC (253,7 nm) da marca G-Light. Os ensaios consistiram em:

- **Teste de Fotólise** – Neste ensaio 500 mL da solução padrão de Rodamina B a 6 mg/L foi mantida na presença de luz UVC, sem o catalisador, para verificar o processo de degradação de moléculas orgânicas por meio exclusivamente da radiação luminosa. Foram retiradas alíquotas de 1mL a cada 30 minutos, durante 3h, para leitura por espectroscopia de absorção UV/VIS.
- **Teste de Adsorção** – À 500 mL de solução padrão de Rodamina B a 6 mg/L foi adicionado 100 mg do catalisador. O fluxo foi ligado e a amostra foi colocada no escuro, durante 120 minutos. Foram retiradas alíquotas de 1mL a cada 30 minutos, para leitura por espectroscopia de absorção UV/VIS. O teste de adsorção consiste em uma análise de



processo de transferência de massa, onde uma substância presente em um fluido passa a ser transferida e acumulada na interface de outra (SCHNEIDER, 2008).

- **Teste de Fotocatálise** – À 500 mL de solução padrão de Rodamina B 6 mg/L foi adicionado o catalisador, mantida na presença de luz UVC (253,7 nm) por 3h. A cada 30 minutos, alíquotas de aproximadamente 1mL eram retiradas para medidas por espectroscopia de absorção UV/Vis. Foram testadas as seguintes variações de parâmetros para mudança de condições reacionais:
  - Três catalisadores:  $TiO_2$ ,  $Bi_2O_3$  e  $Bi_{12}TiO_{20}$
  - Meio natural, que é um meio básico (pH=8,5) ou meio ácido (pH= 2,5 alcançado com adição de 2,5 mL de HCl 0,1 mol/L)
  - Meio natural ou oxidante (adição de 113mL de  $H_2O_2$  3% ou 0,2mol/L)

### 2.4 Espectroscopia de absorção UV/Vis

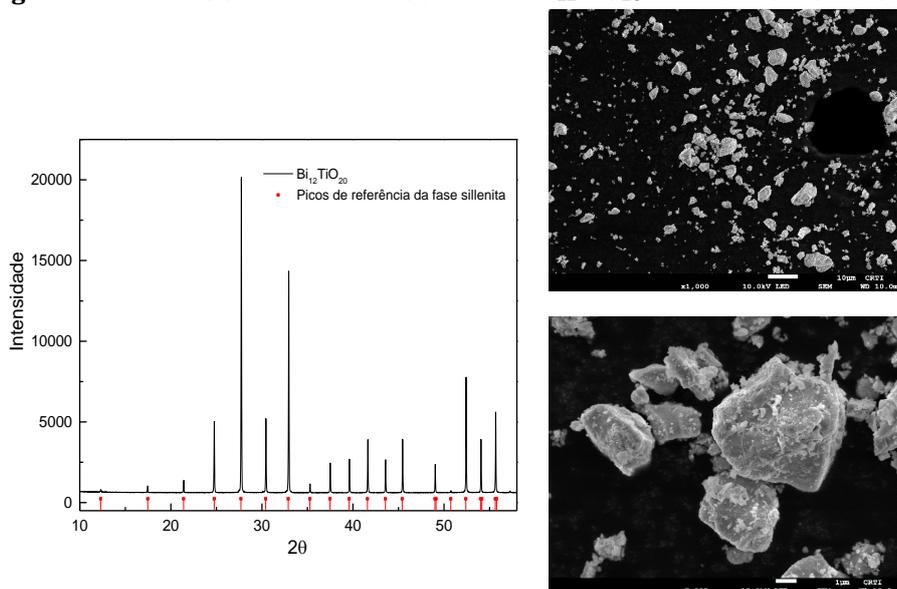
A concentração da rodamina B nas alíquotas foi determinada por espectroscopia de absorção UV/Vis usando o espectrofotômetro Kasuaki IL593 no comprimento de onda de 555 nm, característico do corante Rodamina B.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Síntese e caracterização do $Bi_{12}TiO_{20}$

O difratograma resultante da medida de DRX na amostra sintetizada por reação no estado sólido mostra uma fase única sillenita, como observado na Figura 2. Essa figura também mostra imagens obtidas através da análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Observa-se que os grãos obtidos são menores que 10  $\mu m$  e maiores que 1  $\mu m$ . As imagens mostram grãos com distribuição de tamanho uniforme, que apesar de não apresentarem tamanhos nanométricos, devido ao método de obtenção, podem ser adequados para aplicações em fotocatalise.

Figura 2- DIFRATOGRAMA DA AMOSTRA DE  $Bi_{12}TiO_{20}$  E IMAGENS DO PÓ OBTIDAS POR MEV.





### 3.2 Testes Fotocatalíticos

Para realizar os testes fotocatalíticos primeiramente foi construída uma curva de calibração usando uma série de padrões, com concentrações diferentes e conhecidas de Rodamina B, a saber 6 mg/L, 5 mg/L, 4 mg/L, 3 mg/L, 2 mg/L e 1 mg/L. Depois dessa etapa, o primeiro ensaio realizado foi o de fotólise, seguidos pelos ensaios fotocatalíticos para cada catalisador utilizado: ensaio de adsorção, fotocatalise com pH natural (básico=8,5), com pH ácido (2,5) e adição ou não de peróxido de hidrogênio.

- **Fotólise**

Os valores mostraram que depois de 60 min houve uma estabilização na fotólise e que aproximadamente 10% das moléculas de Rodamina B sofreram degradação por meio exclusivamente da radiação luminosa depois do tempo de exposição.

- **Ensaio com TiO<sub>2</sub>**

Os resultados dos ensaios de adsorção e fotocatalise, utilizando o catalisador TiO<sub>2</sub> em testes diferentes com variações de parâmetros, estão apresentadas no quadro 1. O tempo 0 refere-se a solução logo depois do preparo. O tempo 0+120min indica o período de adsorção, sem a presença da luz UV. A partir do tempo 150 min até 270 min as lâmpadas UVC permaneceram ligadas para os ensaios de fotocatalise. Observa-se que, dentre todos os ensaios, o que apresentou uma melhor degradação foi a combinação de meio ácido com meio oxidante (meio ácido + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) com uma degradação total de cerca de 85% da de Rodamina B inicialmente presente no meio.

**QUADRO 1 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ADSORÇÃO E FOTOCATALÍSE USANDO O CATALISADOR TiO<sub>2</sub> EM VARIADAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.**

Tempo (min)		Meio básico [ ]%	Meio ácido [ ]%	Adição de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> [ ]%	Meio ácido + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> [ ]%
0	Adsorção	100	100	100	100
0+120		79,0	72,51	72,7	55,3
150	Fotocatalise	72,6	63,82	69,6	49,7
180		64,5	59,21	71,2	40,2
210		51,6	57,44	57,5	28,9
240		51,6	45,74	59,1	20,1
270		41,9	39,89	48,4	15,1

Fonte: Autoria própria.

- **Ensaio com Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Os resultados dos ensaios de adsorção e fotocatalise para o Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aplicando as mesmas variações de parâmetros e condições do ensaio anterior, estão apresentadas no quadro 2. Os resultados mostram que, utilizando o catalisador Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em diferentes condições experimentais, o ensaio com maior percentual de degradação do corante foi também aquele com meio ácido mais meio oxidante (meio ácido + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) com degradação total de cerca de 70% da Rodamina B.



**QUADRO 2 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ADSORÇÃO E FOTOCATALÍSE USANDO O CATALISADOR  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  EM VARIADAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.**

Tempo		Meio básico	Meio ácido	Adição de $\text{H}_2\text{O}_2$	Meio ácido + $\text{H}_2\text{O}_2$
(min)		[ ]%	[ ]%	[ ]%	[ ]%
0	Adsorção	100	100	100	100
0+120		83,6	100	92,7	75,1
150	Fotocatálise	77	94,47	81,8	68,55
180		70,5	78,39	76,3	58,07
210		63,9	68,67	74,5	48,9
240		59	62,31	68,7	39,3
270		54,1	56,11	67,8	30,56

Fonte: Autoria própria.

- **Ensaio com  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$**

Para o catalisador  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ , os resultados dos ensaios de adsorção e fotocatalise estão apresentadas no quadro 3. Os mesmos resultados dos ensaios com catalisadores anteriores pode ser observado, evidenciando que a condição combinada de meio ácido e meio oxidante (meio ácido +  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) proporciona o maior percentual de degradação, que no caso do  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  foi de cerca de 74% da Rodamina B.

**QUADRO 3 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ADSORÇÃO E FOTOCATALÍSE USANDO O CATALISADOR  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  EM VARIADAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.**

Tempo		Meio básico	Meio ácido	Adição de $\text{H}_2\text{O}_2$	Meio ácido + $\text{H}_2\text{O}_2$
(min)		[ ]%	[ ]%	[ ]%	[ ]%
0	Adsorção	100	100	100	100
0+120		84	90,49	94,1	53,9
150	Fotocatálise	79	80,45	90,1	49,0
180		73,9	72,00	88,2	43,7
210		67,2	60,21	84,3	36,42
240		62,2	51,05	78,4	29,8
270		57,1	40,31	72,5	26,8

Fonte: Autoria própria.

Os resultados apresentados para os diferentes tipos de catalisadores e meios são muito promissores. Observa-se uma otimização da degradação da Rodamina B quando as condições de pH ácido e meio oxidante são aplicados nos ensaios, especialmente para o catalisador  $\text{TiO}_2$ , cujos resultados mostram que após 150 minutos ocorreu uma degradação de 85,5% do corante. A figura 3 mostra a perda visível de cor rosa da solução durante este ensaio em específico.



FIGURA 3- DEGRADAÇÃO RODAMINA B PERCEBIDA PELA DIMINUIÇÃO VISÍVEL DA COR ROSA DURANTE 150MIN DE ENSAIO FOTOCATALÍTICO USANDO O  $TiO_2$  EM MEIO ÁCIDO E OXIDANTE.



Fonte: Autoria própria.

## 4. CONCLUSÃO

O teste de fotólise apresentou resultado de 10% de degradação do corante apenas com a incidência luminosa, em um tempo de 120 minutos, evidenciando a importância do uso dos catalisadores para melhorar o processo.

Após a realização de todos os testes de adsorção e fotocatalise, foi possível observar que o semicondutor  $TiO_2$  é o mais eficiente na adsorção e fotodegradação da Rodamina B. Esse reagente apresenta área superfície alta, com grãos na ordem nanométrica, resultando em uma eliminação de até 85% da Rodamina em meio ácido e oxidante.

O  $Bi_2O_3$  não foi tão eficiente quanto o  $TiO_2$ , por apresentar grãos de tamanhos micrométricos, resultando em uma degradação menor. Utilizando o  $Bi_{12}TiO_{20}$ , o percentual de retirada da Rodamina B da solução foi de até 74% em meio ácido e oxidante. Este resultado é muito promissor, por apresentar um alto percentual de degradação apesar da alta granulometria dos grãos, obtidos por síntese por reação no estado sólido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A.A. **Degradação de corantes alimentícios utilizando processos fotocatalíticos**. 2019. p. 20-127. Tese de Doutorado – Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

BELTRAME, L.T.C. **Sistemas microemulsionados aplicados à remoção de cor de efluente têxtil**. 2006. p. 1-184. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BRITO, N. N.; SILVA, V. B. M. Processos Oxidativos Avançados e sua aplicação ambiental. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S.I.], v.1, n.3, p. 36-47, 2012.

CERVANTES, T.N.M. et al. Estudo da fotocatalise heterogênea sobre  $Ti/TiO_2$  na descoloração de corantes sintéticos. **Química Nova**, Londrina, v. 32, n. 9, p. 2423-2428, 2009.



FILHO, E.A.; DURIGAN, M.A.B. **Estudo da degradação de corante têxtil utilizando UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**, 2013, p. 419-431, FAE – Centro Universitário, Curitiba.

FREIRE, R.S.; et al. Novas Tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.

LACEY, M.E.Q.; SCHIRMER, W.N.; Uso da fotocatalise para desinfecção e desodorização do ar interno. **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v.4, n.2, p. 309-325, 2008.

PIZZOLATO, T. M.; CAISSIMI, E.; MACHADO, E. L.; SCHNEIDER, I. A. H. Color removal with NaClO of dye wastewater from na agate-processing plant in Rio Grande do Sul. **International Journal of Mineral Processing**, v. 65, p. 203-211, 2002.

RICHARDSON, S.D.; WILSON, C. S.; RUSCH, K. A. Use of rhodamine water tracer in the marshland upwelling system. **Ground Water**, V. 42, p-678-688, 2004.



## CAPÍTULO 2

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA IOT DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE INVERSORES SOLARES COM VISTA A APLICAÇÃO EM MICRORREDES

**Keldson Alves Lopes** – keldson.al@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Ghunter Paulo Viajante** – ghunter.viajante@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** A supervisão e controle de microrredes são cruciais, especialmente na operação isolada ou em paralelo com a rede elétrica da distribuidora, quanto de maneira isolada dela, desde que esteja em sincronia com outra fonte de energia. Para microrredes que possuam sistemas de geração fotovoltaica, faz-se necessário garantir que a energia gerada atenda a alguns parâmetros específicos, além de garantir a desconexão completa do inversor com a rede de distribuição, na ocorrência de uma falta na rede concessionária, de forma a assegurar a segurança e a integridade tanto da instalação quanto do sistema de distribuição de energia. Nesse sentido, o gerenciamento da geração do sistema fotovoltaico se torna um aspecto crucial para garantir o controle e o funcionamento adequado de uma microrrede. Com base nisso, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de supervisão e controle de um inversor fotovoltaico utilizando o protocolo Modbus RTU para a comunicação com um microcontrolador ESP32, de forma a tornar possível o acesso ao sistema de maneira remota, através de uma aplicação web.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrrede; Controle; Supervisão; Inversor; Microcontrolador.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo (ALCÂNTRA, 2011), uma microrrede pode ser compreendida como um sistema integrado constituído de recursos de energia distribuídos e cargas, operando como uma rede única e autônoma em paralelo com a rede da distribuidora, ou completamente ilhada, podendo assumir, em menor escala, a função do sistema elétrico centralizado. A utilização deste sistema se torna uma alternativa ambientalmente sustentável, pois auxilia na oferta de energia no sistema elétrico como um todo por meio de fontes renováveis, como a fotovoltaica e eólica, além do fato de possuir um prazo de implementação menor do que a construção de grandes centrais geradoras, e consecutivamente, ocasionando um adiamento, ou até mesmo impedimento, de investimentos no sistema interligado (SOUZA, 2020).



As microrredes são ainda mais fortalecidas com o surgimento das Redes Inteligentes, do inglês *Smart Grids*, que representam sistemas auto-suficientes, que otimizam e encontram soluções para determinados problemas na rede elétrica (BAYINDIR et al., 2016), oferecendo uma solução para o controle do sistema de geração, transmissão e distribuição de uma concessionária, por exemplo.

Do ponto de vista técnico, para garantir este tipo de operação com qualidade, confiabilidade e segurança, alguns parâmetros devem ser atendidos por parte da microrede. Utilizando de um sistema que seja constituído de uma fonte de geração fotovoltaica e um gerador a biogás, como exemplo, tanto o inversor quanto o gerador devem atender a determinados níveis de tensão, corrente e frequência, de maneira que a sincronia com a rede de distribuição seja possível, quando esta opera de maneira paralela. No caso de falta de energia por parte da distribuidora, o inversor bidirecional deve cessar sua ligação com a rede de distribuição por motivos de segurança, passando a operar em sincronia com outra fonte de energia, sendo esta o gerador a biogás, de forma que não haja comprometimento da geração da microrede por completo.

Assim, assume-se que microrede passa a operar de maneira isolada, e neste modo de operação os parâmetros de sincronia mudam, tendo em vista que o gerador a biogás pode fornecer maiores faixas de variação de tensão e frequência do que geralmente ocorre quando há a sincronia com a rede da distribuidora. Além disso, o gerador a biogás é incapaz de absorver o excedente de energia que o sistema fotovoltaico pode gerar, fazendo com que seja necessário garantir que a potência de geração do sistema do fotovoltaico seja inferior ao da carga, de modo que o gerador a biogás consiga trabalhar dentro de uma faixa mínima de geração, garantindo o sincronismo com o inversor.

Com base nisso, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de supervisão para inversores fotovoltaicos da marca Fronius, especialmente o modelo Primo, visando contribuir com o controle em microrredes. Para isso, a comunicação com o inversor é estabelecida por meio de uma rede Modbus RTU, no padrão RS-485, facilitada pelo uso de um microcontrolador ESP32, que assume a responsabilidade de monitorar e ajustar os parâmetros de geração do inversor, processando os dados da comunicação em seu algoritmo, para, posteriormente, transmitir essas informações a um servidor local via protocolo MQTT. A utilização da ferramenta Node-Red possibilita a criação de uma interface em uma aplicação web, de forma a proporcionar a supervisão e controle remoto em tempo real dos parâmetros de geração do inversor

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 CONFIGURAÇÃO DO MICROCONTROLADOR E COMUNICAÇÃO DO SISTEMA

Os inversores fotovoltaicos da fabricante Fronius, modelo Primo, apresentam compatibilidade com o protocolo de comunicação Modbus RTU, e por este motivo foi-se utilizado uma rede baseada neste tipo de comunicação para a realização deste trabalho. Ele se trata de um protocolo de comunicação serial aberto, já difundido no setor industrial, sendo desenvolvido em 1979 e mantido até os dias atuais. Este tipo de comunicação possui apenas um par trançado como meio físico para transmissão da informação, e é baseado no método de comunicação mestre-seguidor,



em que o dispositivo configurado como mestre é o único responsável por iniciar a comunicação com os demais, e os dispositivos seguidores apenas responderão a solicitação do dispositivo mestre, nunca iniciando uma comunicação (NASCIMENTO e LUCENA, 2003).

Quanto a divisão da mensagem durante a transmissão dos dados deste protocolo, esta é feita conforme o quadro 1. Neste trabalho, exemplificando o processo de acesso ao modelo do inversor, a configuração seria ajustar o endereço do escravo para 1 (padrão do inversor), o código da função para 3 (leitura de registradores) e o endereço do registrador para 40021, conforme indicado no manual de endereços do fabricante (FRONIUS, 2023). Assim, seria solicitado ao inversor a leitura do endereço 40021, correspondente ao modelo de fábrica do equipamento na memória do dispositivo. O inversor responde ao mestre com os mesmos parâmetros anteriores, mas com a coluna "Dados" preenchida com o valor do parâmetro requisitado, indicando o modelo, como por exemplo, "Fronius Primo 3.0-1". A manutenção do código CRC inalterado indica uma comunicação bem-sucedida e sem erros, sendo que a alteração nesse valor resultaria em uma mensagem de erro no supervisório.

**TABELA 1 – FORMATO DE TRANSMISSÃO DE DADOS NO PROTOCOLO MODBUS.**

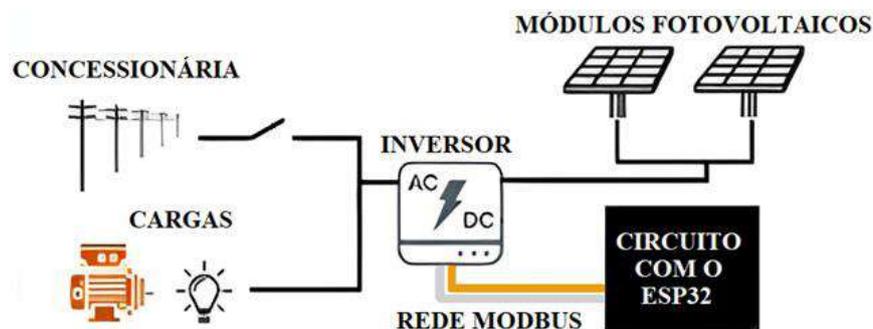
1 - ENDEREÇO DO SEGUIDOR	2 - CÓDIGO DA FUNÇÃO	3 - ENDEREÇO DO REGISTRADOR	4 - DADOS	5 - CRC
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTES	N BYTES	2 BYTES

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO, J. M. A.; LUCENA P. B (2003).

Com isso, para cada variável de geração, como tensão, corrente e potência, é vital atentar para esses parâmetros de comunicação, pois cada variável reside em registros distintos na memória do equipamento e é apresentada em diferentes tipos de dados, como inteiros com sinais, sem sinais, entre outros.

Tendo como base as informações quanto ao protocolo Modbus, a figura 1 apresenta um esquema simplificado do sistema de geração fotovoltaico e da rede de comunicação elaborada entre o inversor e o microcontrolador, que serviram de base para o desenvolvimento deste trabalho.

**FIGURA 1 – ESQUEMA DO SISTEMA DE GERAÇÃO E COMUNICAÇÃO DO SISTEMA.**



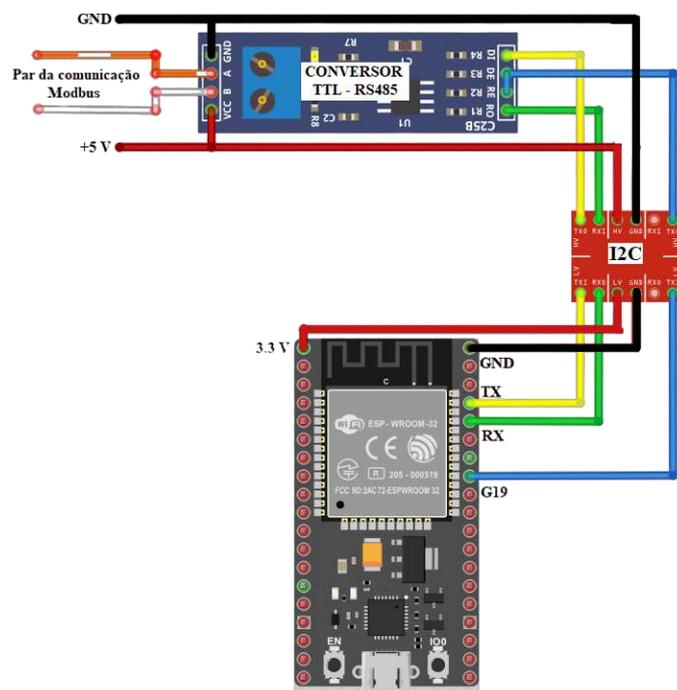
Fonte: Autor.

Para que a conexão do inversor com o microcontrolador ocorra conforme a figura 1, é necessário, primeiramente, compatibilizar os sinais de comunicação serial dos dois dispositivos. Para isso, é utilizado um conversor TTL-RS485, que fica encarregado de converter o sinal provindo da lógica de sinal diferencial da comunicação Modbus, para a lógica TTL com tensão de 5 V, que, por sua vez, é compreendida por grande parte dos microcontroladores do mercado. Porém, mesmo com



o sinal convertido, ainda é necessário adequar os níveis de tensão da lógica TTL de 5 V para 3,3 V, por meio de um conversor bidirecional I2C, tendo em vista que esta se trata da tensão máxima suportada nos terminais do ESP32. Assim, a figura 2 demonstra o circuito estruturado para integrar o microcontrolador na comunicação com o inversor.

**FIGURA 2 – CIRCUITO UTILIZADO PARA INTEGRAÇÃO DO MICROCONTROLADOR COM A REDE MODBUS.**



Fonte: Autor.

Com todos os aspectos físicos da comunicação com o inversor considerados, resta, como etapa final deste tópico, a programação do microcontrolador, via plataforma Arduino IDE, de forma a realizar a leitura e a escrita, em tempo real, das variáveis de geração do sistema fotovoltaico. Para isso, a biblioteca disponibilizada por (WALKER, 2016) foi adaptada de forma a ser adequada nos parâmetros definidos na comunicação com o inversor, assim como a configuração dos pinos utilizados no circuito de acordo com a figura 2.

Com base nas informações apresentadas, a comunicação entre o inversor fotovoltaico e o microcontrolador encontra-se finalizada, de maneira que se torne possível fazer a requisição das variáveis de geração tanto na entrada quanto na saída do inversor. Além disso, a utilização desse sistema ainda permite a alteração direta de dois parâmetros na operação do dispositivo, sendo eles a potência ativa máxima injetada pelo sistema fotovoltaico na rede, e o fator de potência de operação do dispositivo.

## 2.2 CONFIGURAÇÃO DA INTERFACE DO SISTEMA

Com a obtenção dos dados de geração do sistema fotovoltaico através da comunicação do microcontrolador com o inversor, a próxima etapa do projeto consiste na apresentação visual dessa informação para os usuários. Para isso, a utilização da conectividade Wi-Fi do ESP32 se fez necessária, de forma a tornar possível a conexão do sistema de monitoramento em uma rede sem fio, com acesso à internet, tendo como objetivo o encaminhamento desses dados para uma



aplicação web, utilizando do protocolo de comunicação MQTT como método para a transferência de dados.

Segundo (NERI; LOMBA; BULHÕES, 2019), o protocolo MQTT foi criado pela IBM na década de 90, com o objetivo de realizar a comunicação entre máquinas (*Machine to Machine* - M2M) de maneira simples e leve, possibilitando, assim, grandes aplicações no período atual, especificamente no âmbito da Internet das Coisas, tendo em vista que este consiste, basicamente, na troca de informações entre diversos dispositivos.

Este protocolo opera com base na interação entre dois tipos de dispositivos na rede: o cliente e o broker, podendo este ser definido como um servidor intermediário, recebendo, processando e enviando informações conforme os dados fornecidos pelos clientes, exercendo a função, na prática, de um servidor local ou em nuvem. Já entre aqueles, destacam-se sensores e atuadores de uma planta, que são divididos em *publishers* e *subscribers*, em que *publishers* encaminham dados ao broker, enquanto os *subscribers* aguardam receber informações do servidor para executar funções específicas, sendo possível que um único dispositivo trabalhe das duas formas.

O método de comunicação utilizado neste protocolo é chamado Padrão *Publish-Subscribe*, sendo que, neste método, não há interação direta entre os clientes, fazendo com que tanto os *publishers* quanto os *subscribers* sejam vinculados apenas ao broker. Com isso, o broker fica responsável por receber e repassar informações conforme necessário para os clientes, através de um vínculo denominado de tópico, em que cada tipo de dado enviado ao broker possui um único tópico correspondente (NERI; LOMBA; BULHÕES, 2019). No contexto deste trabalho, cada variável de geração do inversor está vinculada exclusivamente a um tópico MQTT, semelhante à relação entre cada parâmetro e um endereço de memória no inversor na comunicação Modbus.

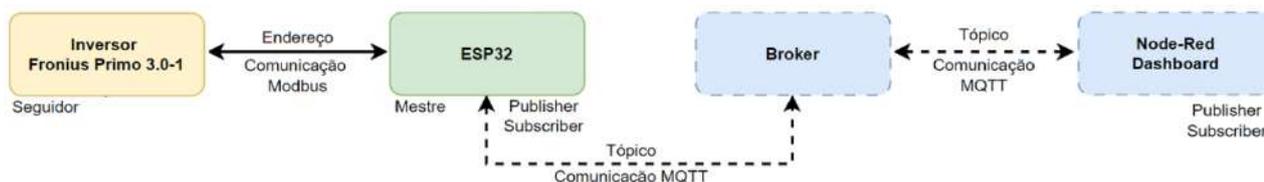
Para a modelagem da interface, se fez necessário a utilização do Node-Red, que de acordo com (PASSE, 2017), se trata de uma ferramenta de programação de código aberta, também desenvolvida pela IBM, voltada a programação por fluxos, utilizando da interface do navegador como ambiente de programação. Nesta plataforma, há a presença de vários nós com funções específicas e bem definidas, de forma a substituir a necessidade de códigos complexos de programação. Dentro dessa grande variedade de nós disponíveis na plataforma, os nós voltados para a comunicação MQTT e para a apresentação de dados utilizando o Node-Red *Dashboard*, são os essenciais para o desenvolvimento do sistema de supervisão de inversores fotovoltaicos, e por isso, foram exclusivamente utilizados na programação via Node-Red.

Com base nisso, é possível estabelecer uma rede MQTT semelhante à da figura 3, em que o microcontrolador recebe os dados de geração do inversor via comunicação Modbus, para posteriormente operar como *Publisher* na comunicação MQTT, enviando esses dados para o *broker* por meio de um tópico específico. O broker, por sua vez, irá encaminhar estes dados ao *dashboard* gerado no Node-Red, que tem seu funcionamento baseado como um *Subscriber*. No caso de o usuário realizar a alteração de algum parâmetro, como a potência máxima de injeção por exemplo, o *dashboard* agora funcionará como *Publisher*, enviando essa informação ao *broker*, que repassará ao microcontrolador que se encontra inscrito neste respectivo tópico. O ESP32,



por sua vez, realizará todo o processamento dessa informação, de forma a permitir a escrita, via comunicação Modbus, do registro responsável pela limitação da potência injetada na instalação.

FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO COMPLETA DA COMUNICAÇÃO DO SISTEMA.



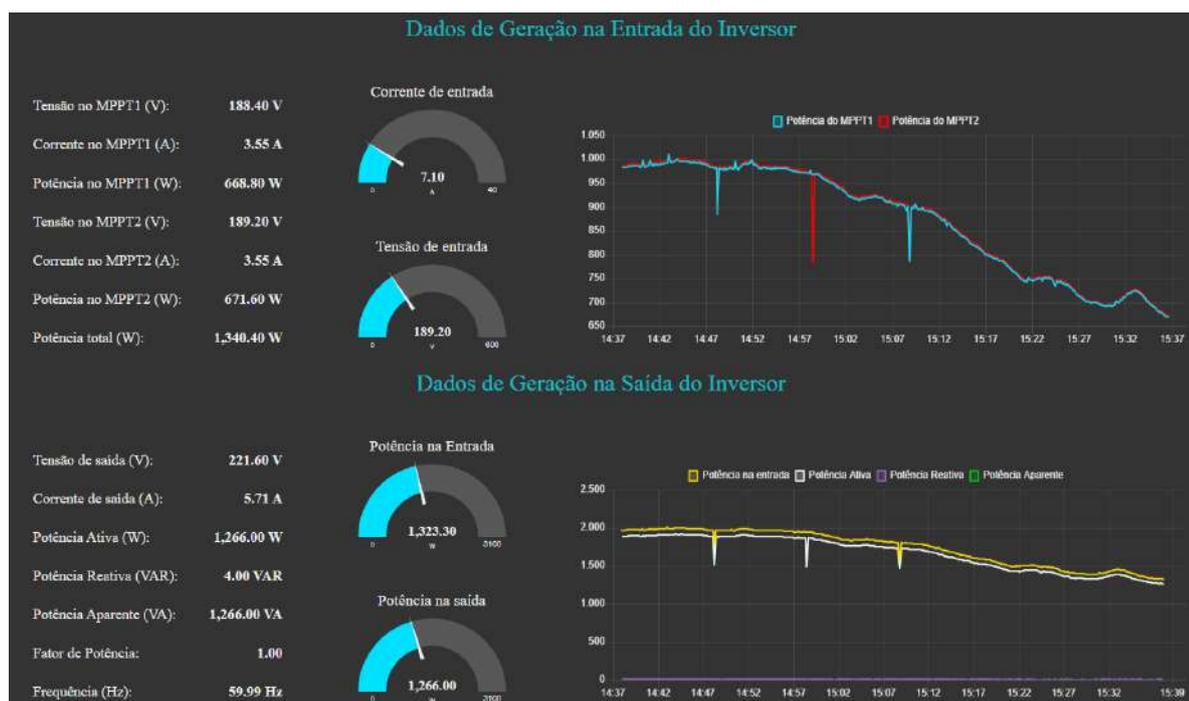
Fonte: Autoria própria.

Por fim, para que esta etapa possa ser concluída, é necessário fazer com que o ESP32 consiga enviar os dados de geração para o *Dashboard*, utilizando do protocolo MQTT. Para isso, assim como ocorreu na configuração da comunicação Modbus do microcontrolador, a biblioteca disponibilizada por (O’LEARY, 2020) foi adaptada de forma a atender aos parâmetros definidos para a rede MQTT, fazendo com que o fluxo dos dados aconteça de acordo com a figura 3.

### 3. RESULTADOS

Conforme apresentado nos tópicos anteriores, o sistema opera por meio do processamento do código do microcontrolador, estabelecendo comunicação via rede Modbus com o inversor fotovoltaico, de forma a interagir com os dados de geração. Em seguida, o ESP32 se conecta ao broker e transmite esses dados via MQTT para um dashboard na web, acessível por dispositivos conectados à rede local. Esse ciclo de processamento ocorre a cada segundo, mantendo o dashboard atualizado em tempo real através da apresentação de informações em campos de texto, medidores e gráficos, como ilustrado na Figura 5.

FIGURA 5 – TELA INICIAL DO SISTEMA DE SUPERVISÃO E MONITORAMENTO.



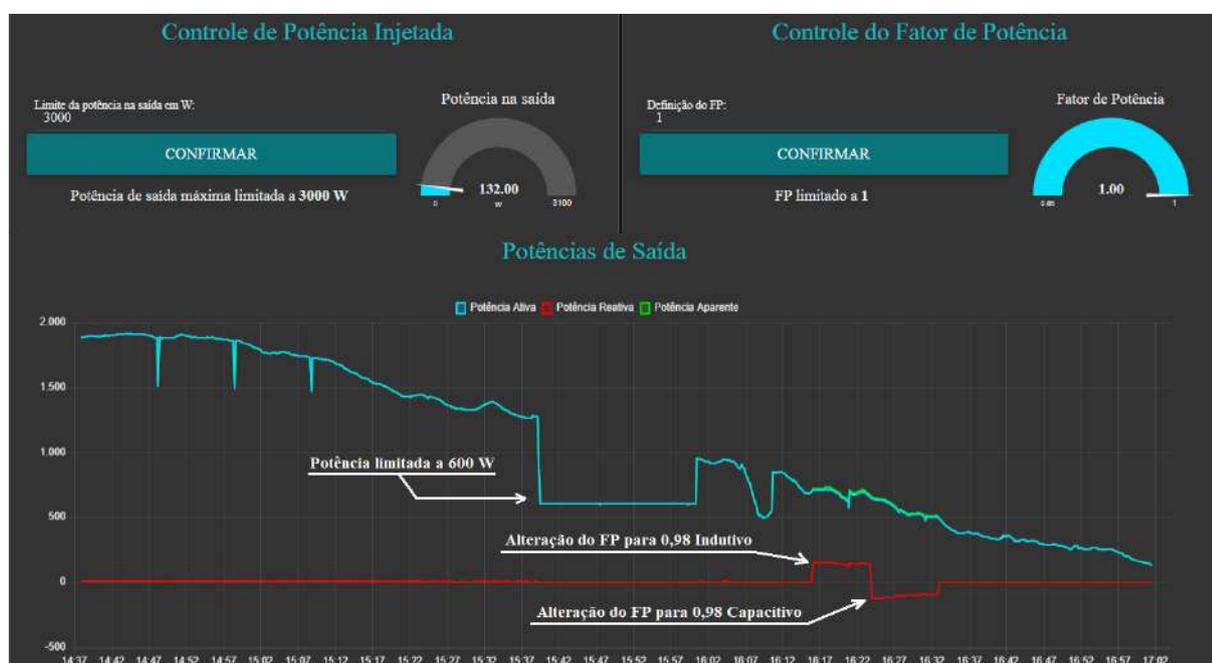
Fonte: Autoria própria.



Com base na figura 5, é possível supervisionar diversas variáveis de interesse do sistema, como os níveis de tensão, corrente e potência na entrada e na saída do inversor, além do monitoramento do fator de potência e da frequência da onda convertida pelo dispositivo, que são parâmetros de grande importância na operação isolada de uma microrrede.

Além dos aspectos de supervisão deste sistema, a comunicação Modbus com o inversor permite que o microcontrolador possa definir, de maneira direta, os limites de geração da potência ativa e reativa do inversor, o que garante uma vantagem a mais na utilização deste tipo de sistema, tendo em vista que, para a aplicação em microrredes, a limitação de potência de um sistema fotovoltaico é um aspecto essencial para garantir o funcionamento dela. Com base nisso, a figura 6 apresenta a tela desenvolvida para a interação com o usuário, em que se pode perceber a presença de um campo específico para a configuração desses parâmetros, além de medidores e gráficos que permitem o acompanhamento em tempo real dessa interação.

FIGURA 6 – TELA DE CONTROLE DA POTÊNCIA E DO FATOR DE POTÊNCIA DE OPERAÇÃO DO INVERSOR.



Fonte: Autoria própria.

## 4. CONCLUSÃO

Com a comunicação entre o microcontrolador e o inversor estabelecida com sucesso, e posteriormente a apresentação dos dados de geração do inversor em uma aplicação web, pode-se perceber que este sistema de supervisão IOT se trata de uma solução viável para diversas aplicações envolvendo sistemas de geração fotovoltaica, incluindo a aplicação em microrredes.

Para instalações de geração distribuída, o monitoramento do sistema fotovoltaico é de suma importância para garantir o funcionamento completo das pequenas, médias e grandes usinas, de forma a se obter uma gestão da potência injetada na instalação e na rede, e consecutivamente garantir um retorno financeiro aos proprietários. Além, disso, o monitoramento a nível de MPPT pode contribuir na identificação de anomalias no sistema, como perdas por sombreamentos



sazonais, sujeira sobre os módulos, ou queda de rendimento devido a danos ou fim da vida útil dos equipamentos, de modo a auxiliar na manutenção e continuidade do sistema de geração.

Para aplicações em microrredes, a alteração das características de potência reativa na geração do inversor, e a possibilidade de limitação de potência ativa, garantem outro aspecto vantajoso nos momentos em que as microrredes operam de maneira isolada, tendo em vista a impossibilidade dos geradores rotativos de consumirem o excedente de potência ativa na rede nos momentos de baixo consumo da instalação, fazendo com que seja necessário a limitação da potência injetada pelo sistema fotovoltaico.

Por fim, este tipo de sistema de supervisão, é ainda mais fortalecido com a difusão das *Smart Grids*, tendo em vista que, para uma concessionária de distribuição de energia elétrica, o acesso a essas variáveis de geração por meio de métodos de tarifação específicos, podem acarretar no melhor gerenciamento de todo o sistema de distribuição, melhorando na qualidade do serviço prestado e da energia fornecida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Márcio Venício Pilar. **Microrredes inteligentes: um novo modelo de negócio para a distribuição de energia elétrica**. O setor elétrico, v. 71, p. 36-45, 2011.

SOUZA, Marcus Evandro Teixeira. **Microrredes: Estado da arte, desafios e tendências para geração, distribuição e uso sustentável de energia elétrica / Microgrids: State-of-the-art, challenges and trends for the sustainable generation, distribution and use of electricity**. Brazilian Applied Science Review, 2020.

BAYINDIR, R. et al. Smart grid technologies and applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdã, Holanda, v.66, n.Supplement C, p.499 – 516, 2016.

NASCIMENTO, J. M. A.; LUCENA P. B. **Protocolo Modbus**. Redes para automação industrial, UFRN, 2003.

FRONIUS Download Search: Solar Energy. **Fronius**, 2023. Disponível em: <<https://www.fronius.com/en/solar-energy/downloads#!/searchconfig>>. Acesso em: 31, ago. de 2023.

WALKER, Doc. **4-20ma/ModbusMaster**. GitHub, 2016. Disponível em: <<https://github.com/4-20ma/ModbusMaster>>. Acesso em: 29, nov. de 2022.

NERI, R.; LOMBA, M.; BULHÕES, G. **MQTT**. MQTT, 2019. Disponível em: <<https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/mqtt/>>. Acesso em: 30, nov. de 2022.

PASSE, F. F. et al. **Perspectivas para o uso do Node-Red no Ensino de IoT**. Computer Architecture Education (IJCAE), v.6, n.1, p.46, dezembro de 2017.

O'LEARY, Nicholas. **knolleary/pubsubclient**. GitHub, 2020. Disponível em: <<https://github.com/knolleary/pubsubclient>>. Acesso em: 03, dez. de 2022.



# CAPÍTULO 3

## DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM ÓLEO DE SOJA NOVO E USADO EM FRITURAS

**Cleisla Pereira Firmino** - cleisla.p@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Emile Bianca Alves Mota** – emilebiancaalves@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Pedro Paulo de Souza Silva** – pedropdesouzasilva@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Samara Ruthiely Araújo Borges** – samararuthiely9@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**João Paulo Victorino Santos** – joao.santos1@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** O óleo de soja é o produto obtido a partir da extração de sementes de *Glycine max L.* (soja). Pela legislação brasileira, o óleo de soja deve possuir teor máximo de índice de peróxido igual a 10 meq. O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de óleo. Quando usado repetidas vezes e em elevada temperatura o óleo de soja está sujeito à oxidação, o que acarretará a formação de peróxidos que afetam a qualidade. Este trabalho tem como objetivo determinar o índice de peróxido em duas amostras (A e B) de óleo de soja novo e duas amostras (C e D) de óleo de soja usados em frituras. O método utilizado foi da titulação que avalia todas as substâncias capazes de reagir nas mesmas condições dos peróxidos. Os resultados mostraram que as amostras A, B e C encontram-se dentro do limite estabelecido pela ANVISA para óleos e gorduras. Um alto nível de peróxido é um sinal para o aparecimento da acroleína, uma substância cancerígena, como ocorreu na amostra D, além de ser um indicativo de uso prolongado ou produto acondicionado de forma incorreta. A implementação de medidas rigorosas de controle de qualidade para o óleo usado é de extrema importância. Isso envolve não apenas a substituição periódica por óleo novo, mas também o monitoramento da temperatura ao longo do processo de fritura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice de Peróxido; Frituras; Estabilidade Oxidativa.

### 1. INTRODUÇÃO

Os óleos e as gorduras são substâncias de cadeias moleculares complexas, apresentando características físico-químicas bem diferentes conforme o tipo de ligação intermolecular existentes nesses compostos. A diferença entre óleo (líquido) e gordura (sólida), reside na proporção de grupos acila saturados e insaturados, tornando-os líquidos à temperatura



ambiente de 25° C, ao passo que nas gorduras as cadeias carbônicas são saturadas, deixando-as sólidas à mesma temperatura ambiente (MORETTO; FETT, 1998).

Óleo de soja é o produto obtido a partir da extração de sementes de *Glycine max L.* (soja). No Brasil, a soja foi introduzida em 1908, inicialmente na região de São Paulo, por imigrantes japoneses. Teve sua cultura iniciada no Rio Grande do Sul por volta de 1914, porém a expansão desta leguminosa no estado gaúcho só aconteceu na década de 1970, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional (NUNES et al., 2003). A soja é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, com papel importante nas áreas econômica e social, sendo que a utilização dos seus grãos é predominantemente direcionada para a obtenção de óleo e ração para animais.

Pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), o óleo de soja refinado (óleo pronto para consumo) deve possuir índice de peróxido máximo igual a 10 meq. O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de óleo.

O óleo de soja, uma substância hidrofóbica de complexa cadeia molecular formada pela ligação de ácidos graxos a uma molécula de glicerol, é extensivamente empregado, especialmente no setor alimentício, para a execução de processos de fritura. Quando usado repetidas vezes e em elevada temperatura o óleo de soja está sujeito à oxidação, o que acarretará a formação de peróxidos que afetam a qualidade do óleo e ao serem integrados aos alimentados podem ser prejudiciais à saúde (MARINHO, et al., 2021).

A degradação dos óleos vegetais pode ocorrer por meio dos processos de hidrólise, oxidação e polimerização dos lipídios constituintes. Ácidos graxos podem ser liberados durante o processo de extração dos óleos. Contudo, estes ácidos graxos livres são removidos em grande parte durante o refino dos óleos vegetais, mais especificamente na etapa de neutralização (ARAÚJO, 1995).

A hidrólise lipídica é uma reação importante durante o processo de fritura, devido ao grande conteúdo de água no alimento e às temperaturas relativamente altas a que se mantém o óleo. O desenvolvimento de níveis altos de ácidos graxos livres ao longo do processo de fritura está geralmente associado à diminuição do ponto de fumaça e da tensão superficial do óleo, e também a uma redução da qualidade dos alimentos fritos. Além disso, os ácidos graxos livres são mais susceptíveis à oxidação do que os ácidos graxos que se encontram esterificados ao glicerol (FENEMA, 2000).

A partir da cisão homolítica oxidativa da ligação C-O do glicerol, que é outro produto proveniente desta hidrólise, pode ser formada a acroleína (propenal) que é uma substância extremamente tóxica ao homem (FULLANA, CARBONELL-BARRACHINA, SIDHU, 2004).

A intensidade com que as reações de degradação ocorrem, depende de vários fatores, tais como: temperatura e tempo de fritura, relação superfície:volume de óleo, tipo de aquecimento, tipo de óleo empregado, adição de óleo novo e natureza do alimento a ser frito (JORGE; MALACRIDA, 2003).



O tipo de óleo empregado na fritura também é um fator importante a ser considerado no estudo da degradação. Óleos vegetais que possuem uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados ou poli-insaturados estão mais sujeitos à oxidação do que óleos que possuem uma maior quantidade de ácidos graxos saturados. Além da insaturação, a qualidade inicial do óleo, resultante de efeitos do processamento (temperatura, adição de ácido cítrico e agentes antiespumantes), assim como a presença de componentes em nível traço e antioxidantes naturais, são fatores importantes na estabilidade dos meios de fritura (BOBBIO, 2003).

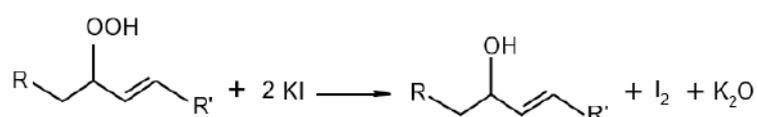
Portanto, este trabalho tem o objetivo de determinar o índice de peróxido em amostras de óleo de soja novo e usado em frituras. A análise desse índice é importante para compreender as potenciais mudanças na qualidade do óleo ao longo do tempo de uso, fornecendo informações valiosas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O ensaio analítico tem objetivo de verificar e quantificar a degradação dos óleos e gorduras. Entre os vários parâmetros temos o índice de peróxido que avalia a oxidação, sendo sinal positivo para o aparecimento da acroleína que é uma substância cancerígena (MENDONÇA et al., 2008).

O Índice de peróxido é um dos índices analíticos que avalia o grau de oxidação de óleos e gorduras. Ele é usado para quantificar os hidroperóxidos, produtos primários da rancidez oxidativa, e é dado em unidades de miliequivalentes de oxigênio por massa, em kg, de óleo. Os métodos oficiais da AOCS Cd 8-53 e Cd 8b-90 (AOCS, 2003; Instituto Adolfo Lutz, 2008) consistem de uma titulação iodométrica, a qual está baseada na liberação de iodo pela oxidação de iodeto de potássio pelos peróxidos, representada nas reações da figura 1.

**Figura 1: Reações da determinação do índice de iodo.**



Fonte: adaptado de AOCS (2003).

Nesta pesquisa foram avaliadas quatro amostras de óleo de soja, sendo duas amostras de óleos novos e duas usados em frituras. As amostras foram analisadas em triplicata. O método utilizado foi de Índice de Peróxido (I.P), que consiste em uma titulação que avalia todas as substâncias capazes de reagir nas mesmas condições dos peróxidos (Instituto Adolfo Lutz, 2008), com resultado expresso em meq. por 1000 g.



Para o teste, inicialmente, adicionam-se amostras de óleo de 5 g ( $\pm 0,05$ ) em um frasco Erlenmeyer de 250 ml. Em seguida, incorpora-se 30 ml de uma solução ácido acético-clorofórmio (3:2), agitando-se vigorosamente até a completa dissolução da amostra. Posteriormente, são acrescentados 0,5 ml da solução saturada de KI, deixando em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto.

Após este período, são adicionados 30 ml de água e titulado com solução de tiosulfato de sódio  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ , com constante agitação. A titulação deve seguir até que a coloração amarela tenha quase desaparecido, para na sequência ser adicionado 0,5 ml de solução indicadora de amido (1% m/v), continuando a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul formada. Uma prova em branco, nas mesmas condições deve ser realizada.

### 3. RESULTADOS

A partir das análises, foram obtidos os resultados para índice de peróxido indicados no Quadro 1. As amostras A e B foram óleos novos, enquanto as amostras C e D foram óleos utilizados em frituras diversas.

**Quadro 1 - Índice de Peróxido em  $\text{meq.kg}^{-1}$**

Amostra	Índice de peróxido em $\text{meq.Kg}^{-1}$
A	$3,52 \pm 0,06$
B	$1,26 \pm 0,11$
C	$9,12 \pm 0,32$
D	$31,40 \pm 1,27$

Fonte: Autoria própria.

Os resultados para as amostras de óleo usado tiveram uma grande variação. Conforme destacado por Marinho et al. (2021), os valores desses parâmetros são influenciados pelas condições de fritura, tais como tempo, temperatura, tipo de alimento e presença de contaminantes. No estudo de Morais et al. (2020), foram encontrados índices de peróxido de  $11,295 \text{ meq.Kg}^{-1}$  e  $7,306 \text{ meq.Kg}^{-1}$  para óleos de soja provenientes da fritura de batatas.

Ao comparar os resultados apresentados no quadro 1, verifica-se que as amostras A, B e C estão em conformidade com o limite estabelecido pela ANVISA para óleos e gorduras, que é de  $10 \text{ meq.Kg}^{-1}$ . Por outro lado, a amostra D, ao apresentar um nível elevado de peróxido, sinaliza a possível presença de acroleína, uma substância reconhecida como carcinogênica. Estes resultados indicam que a amostra D tem indícios de uso prolongado ou produto acondicionado de forma incorreta (MARINHO, et al, 2021).

Segundo os autores Jorge, Malacrida (2003), Sanival, Mancini Filho(2002), Araújo (1995) e Vergara, Wally, Pestana, Bastos, Zambiasi (2006), o índice de peróxido deve ser determinado nos primeiros estágios do processo oxidativo. Um nível baixo de peróxidos não constitui uma garantia de boa estabilidade oxidativa, podendo, pelo contrário, ser sinônimo de alteração



pronunciada.

Das três titulações de óleo usado, somente a titulação D apresentou um índice acima do definido pela ANVISA, enquanto as outras se mantiveram abaixo do permitido. Ao comparar esses valores com os resultados de (MORAIS, et al. 2020), os quais também foram obtidos de óleo de soja, percebe-se que eles estão de acordo, em proximidade, com os índices encontrados por ele, que foram de 11,295 meq.Kg<sup>-1</sup> e de 7,306 meq.Kg<sup>-1</sup> em suas duas amostras. O índice de peróxido elevado pode ser relacionado a uma maior exposição à luz ou a temperaturas elevadas. Além disso, o óleo pode ter sido utilizado por um tempo mais longo do que o recomendado, apresentando, por isso, um maior grau de oxidação.

#### 4. CONCLUSÃO

A determinação do índice de peróxido em óleo de soja é uma ferramenta importante na análise da qualidade. A pesquisa verificou que o óleo usado apresenta um índice de peróxido mais elevado, indicando a sua degradação. É importante que se adotem medidas de controle de qualidade para o óleo utilizado em frituras, tais como a substituição do óleo usado por um novo, a utilização de óleos com estabilidade oxidativa mais elevada e o controle de temperatura durante o processo de fritura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais**. Disponível em: <<http://elegis.bvs.br/leisref/public>>. Acesso em: 12\04\2016.

AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign: American Oil Chemists' Society, 2003.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**, Ed. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa - MG, 1995, 335 p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à Química de Alimentos**, 3ª ed. São Paulo: Varela, 2003, 238 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 482, 23 set. 1999. **Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 jun. 2000. Seção 1. p. 21-25. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482\\_99.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482_99.htm)>. Acesso em: 04 jul. 2023.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**, Zaragoza, Espana. Ed. Acribia, 2000, 1280p.

FULLANA, A.; CARBONELL-BARRACHINA, A. A.; SIDHU, S. **Comparison of volatile aldehydes present in the cooking fumes of extra virgin olive, olive, and canola oils**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52, 5207-5214.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos Para Análise de Alimentos**, 1 ed. digital. São Paulo: IMESP, 2008. p. 588-589.

JORGE, N.; MALACRIDA, C. R. **Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê-óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips**. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2003, 6, 245-249.



MARINHO, F., G. et al. **DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ E PERÓXIDO NO ÓLEO DE FRITURA UTILIZADO NO REFEITÓRIO DO IFMT – CAMPUS CONFRESA.** In: TULLIO, F. B. M.; MACHADO, L. M. B. As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento. [s.L]: Atena Editora, 2021, p. 17-21.

MENDONÇA, M.A, BORGIO, L.A; ARAÚJO, W.M.C., NOVAES, M.R.C.G. **Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de frituras em unidades de refeição no Distrito Federal.** Revista de Ciência Saúde, Brasília, n.19, p.115-122, dez\, Abr.2008.

MORAIS, G. B. T. de, et al. **Alterações químicas e oxidativas dos óleos ultra processados por frituras de batatas do comércio central ambulante.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e452985690-e452985690, 2020.

MORETTO, E; FETT, R. **Tecnologia de óleos vegetais e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1998.

NUNES, A. G. et. al. **Análise da cadeia produtiva da soja.** Disponível em: < <http://graosoja.sites.uol.com.br>> Acesso em 10 out. 2023.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI FILHO, J. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura.** *Food Ingredients South América*, 2002, 18, 64-71.

VERGARA, P.; WALLY, A. P.; PESTANA, V. R.; BASTOS, C.; ZAMBIAZI, R. C. **Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata.** *Boletim Ceppa*, 2006, 24 (1), 207-220.



# CAPÍTULO 4

## CONTROLE REMOTO DE IMPRESSORA 3D

**Gustavo Dourado Silva** – gustavod.silva.gd@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Gesmar de Paula Santos Júnior** - gesmarjunior@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Câmpus Itumbiara- IFG

**Josemar Alves Santos Júnior** - josemar.junior@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Câmpus Itumbiara- IFG

**RESUMO:** O presente capítulo relata a implementação de um sistema de controle e monitoramento remoto para impressoras 3D. O objetivo foi de criar um sistema que além de proporcionar controle a distância também proporciona uma produção de maior qualidade em menor tempo. Para isso foram utilizados computadores e câmeras para realizar o controle e monitoramento da produção. Constatou-se que o sistema, produziu peças de forma mais rápidas e com uma qualidade melhor, com o sistema de câmeras e controle remoto proporcionando um monitoramento capaz de evitar falhas e gravar vídeos de timelapse. Assim pode se constatar que este sistema pode ser utilizado para aprimorar a produção feita por impressoras 3D.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impressão 3D; Automação; Monitoramento Remoto.

### 1. INTRODUÇÃO

A impressão 3D é um dos pilares da indústria 4.0. A produção aditiva está transformando os processos de fabricação, produção e até mesmo a vida das pessoas. A produção de peças de engenharia, próteses, objetos de decoração e até mesmo alimentos já são feitas com essa tecnologia (PORTELA, 2022)

Hoje em dia existem até mesmo empresas que trabalham apenas fornecendo serviços relacionados a esta área. Para que uma empresa se sustente ela necessita de produzir com qualidade, de forma rápida e com o menor custo de produção possível.

Para cumprir estes requisitos foi implementado um sistema de controle e monitoramento de impressora 3D que possibilita a produção com uma qualidade maior, de forma mais rápida e que proporcione um sistema de monitoramento e controle remoto.



## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Nos testes realizados foram usados para controlar a impressora dois computadores diferentes. O primeiro foi um computador comum de escritório com 4GB de memória RAM utilizando o sistema operacional Debian GNU/Linux, conforme ilustra FIGURA 1. O segundo foi um microcontrolador Raspberry Pi Zero W, FIGURA 2, o qual utilizava o sistema operacional MainsailOs. Em ambos foi utilizado os softwares Klipper, Moonraker e Mainsail.

**Klipper:** O firmware da impressora 3D que tem a função de receber os comandos enviados pelo computador para que a impressão seja feita.

**Moonraker:** Software responsável por estabelecer a comunicação entre o firmware da impressora e o computador, também responsável por fornecer a API (Interface de programação de aplicação, do inglês Application Programming Interface) para o uso de interfaces de usuário e as integrações de software.

**Mainsail:** Interface de usuário para controlar e monitorar a impressora.

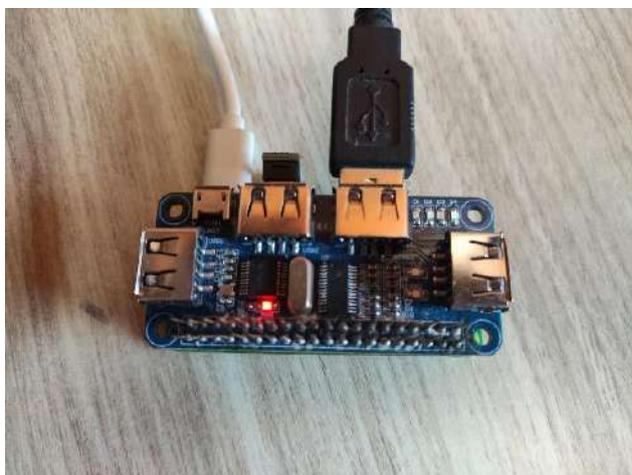
No caso do computador também foi utilizado o script Kiauh para realizar a instalação e atualização dos softwares citados acima.

**FIGURA 1 – COMPUTADOR UTILIZADO**



Fonte: De autoria própria.

**FIGURA 2 – RASPBERRY PI UTILIZADO**



Fonte: De autoria própria.

As impressoras 3D utilizadas foram as disponíveis no laboratório IFMAKER do IFG campus Itumbiara. A principal foi a Creality Ender-2 Pro (FIGURA 3) e alguns testes foram realizados na Creality CR-200B (FIGURA 4). Como a segunda se trata de uma impressora fechada não foi possível utilizar a função de câmera com ela.



FIGURA 3 – IMPRESSORA ENDER-2 PRO



Fonte: De autoria própria.

FIGURA 4 – IMPRESSORA CR200B



Fonte: De autoria própria.

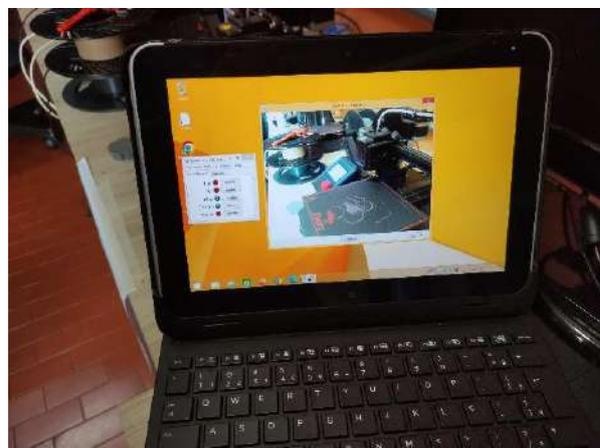
Para que haja uma câmera de monitoramento foram utilizados um módulo ESP32-CAM (FIGURA 5) e um tablet HP Elitepad 900 (FIGURA 6) com o *software* Yawcam para transmissão de imagem e. Em ambos a imagem foi transmitida para a interface de usuário no formato JPEG.

FIGURA 5 – CÂMERA ESP32-CAM



Fonte: De autoria própria.

FIGURA 6 – CÂMERA TABLET



Fonte: De autoria própria.

## 2.2 INSTALAÇÃO DO SISTEMA

Para que o sistema seja implementado é necessário que o firmware Marlin presente nas impressoras seja substituído pelo firmware Klipper. Para isso é necessário que o firmware seja compilado com a configuração correta para o processador da placa mãe da impressora e então um arquivo de configuração com a função de cada pino seja enviado. Este procedimento é de fácil execução devido à facilidade de obtenção na internet do arquivo de configuração e as instruções para a compilação do firmware tanto para a impressora Ender-2 Pro (OWEN, 2023), quanto para a impressora CR-200B (SMITH, 2021). Após a instalação do firmware as impressoras foram conectadas ao computador de controle utilizando o cabo micro USB.



O computador foi preparado para o uso apenas utilizando o *script* Kiauh para instalar e atualizar as ferramentas utilizadas no sistema Linux já presente, enquanto no Raspberry Pi foi necessário apenas instalar o sistema operacional MainsailOS, o qual é disponibilizado na ferramenta de instalação de imagem do Raspberry Pi. Este sistema operacional foi escolhido por vir configurado com as ferramentas necessárias para a impressão 3D já instalados e configurados.

### 2.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Em uma impressora 3D operando de forma tradicional, o processamento dos arquivos G-code, formato de arquivo utilizado para enviar instruções a CNCs e a impressoras 3D, ocorre no processador interno da placa mãe da impressora, contudo esse processamento interno em impressões maiores e mais complexas pode ser insuficiente, ocasionando travamentos e atrasos de impressão. Para combater este problema, alternativas como o firmware Klipper são utilizadas.

Neste tipo de firmware, o processamento dos arquivos ocorre em um computador, comumente um Raspberry Pi, ligado a impressora por um cabo usb que após o processamento do G-code envia as instruções necessárias para que a impressão ocorra. Como neste sistema o processamento está ocorrendo em um processador bem mais forte do que o presente na impressora 3D, é possível realizar impressões maiores, mais complexas e em velocidades mais altas sem o enfrentamento de problemas de processamento.

O computador que está ligado a impressora também possibilita a realização de atividades que antes não seriam possíveis, como o envio e armazenamentos de arquivos G-code, acompanhamento e controle do progresso da impressão, integração com sistemas de automação residencial, pré-aquecimento remoto e mudança de configurações sem a necessidade de reinstalação do firmware.

**FIGURA 7 – SISTEMAS DE IMPRESSÃO TRABALHANDO**



Fonte: De autoria própria.



Neste sistema também foi adicionado uma câmera que possibilita o monitoramento remoto da impressão e a criação de vídeos de *timelapse*. O monitoramento remoto serve a função de acompanhar visualmente o progresso da impressão e assim possibilitar o cancelamento caso ocorra uma falha, ou observar que o filamento está acabando e pausar para realizar a troca. A criação de vídeos *timelapse* ocorre ao se tirar uma foto para cada camada de impressão feita, estes vídeos podem ser utilizados tanto para entender como cada camada foi feita para encontrar pontos de melhoria, como também podem ser utilizados como anúncio de trabalhos realizados.

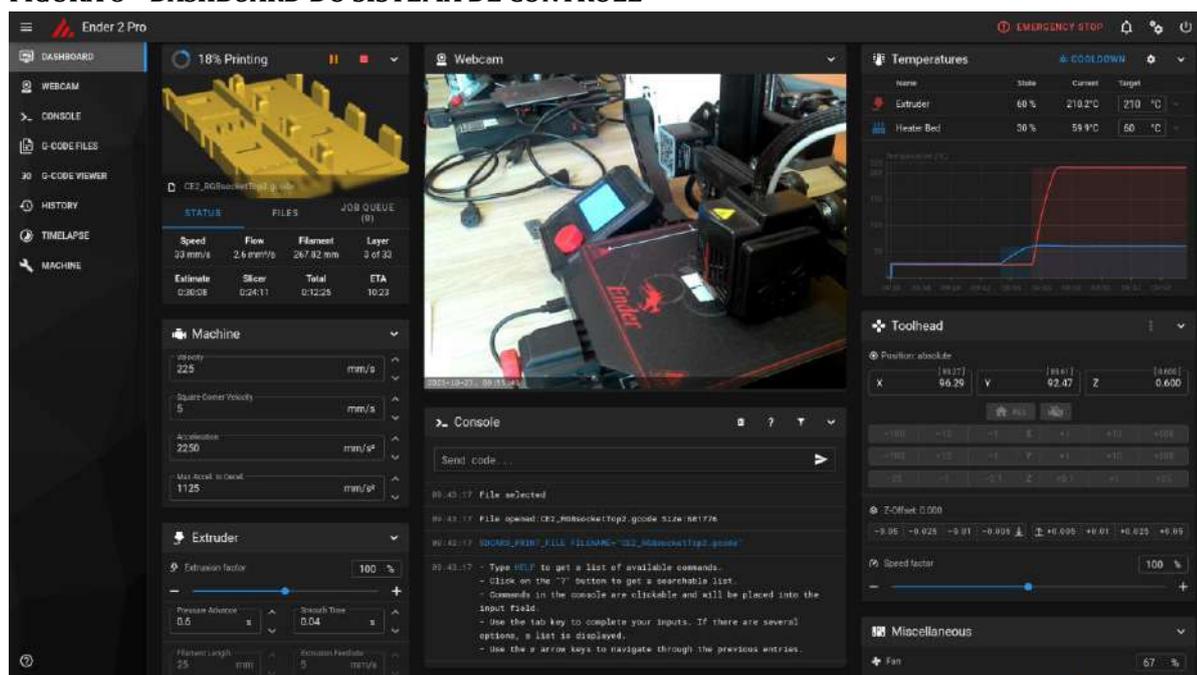
### 3. RESULTADOS

Ao utilizar o sistema de automação de impressão 3D é possível realizar o controle de temperatura, início e fim de impressão, acompanhamento dos movimentos da impressora por câmera e software, armazenar arquivos para futuras impressões e o pré-aquecimento da mesa e do bico de impressão para agilizar o trabalho.

A utilização do computador no sistema permitiu o uso de tecnologias avançadas como o Pressure Advance que, após calibrado e configurado, tem a função de diminuir os excessos de extrusão ao realizar movimentos laterais e evitar a formação de bolhas no exterior da impressão ao realizar curvas. (GHARGE, 2022)

A FIGURA 8 demonstra o dashboard presente no aplicativo Mainsail. Com ele é possível controlar a temperatura, posicionamento da cabeça de impressão, observar códigos de erro, aumentar e diminuir a velocidade de operação, acompanhar o progresso do trabalho e observar o console para possíveis erros.

FIGURA 8 – DASHBOARD DO SISTEMA DE CONTROLE

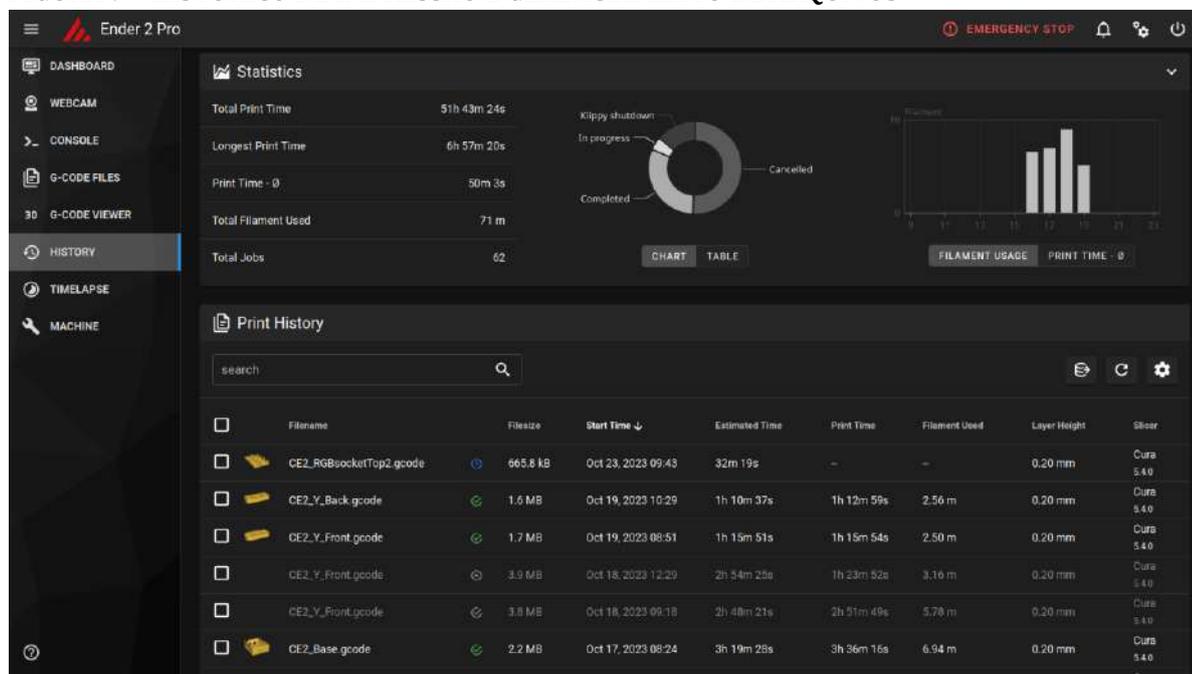


Fonte: Autoria própria.



Através do menu de histórico presente na FIGURA 9 pode se observar o histórico de trabalhos realizados, se resultaram em sucesso ou fracasso e as configurações que foram utilizadas. Estes dados são de vital importância para encontrar quais configurações são mais prováveis de causar erro e quais garantem um melhor sucesso.

FIGURA 9 – HISTÓRICO DE IMPRESSÃO E GERENCIAMENTO DE ARQUIVOS



Fonte: Autoria própria

A inclusão da câmera foi de grande ajuda para o monitoramento do progresso da impressão. As primeiras camadas normalmente apresentam a maior quantidade de falhas e com o auxílio de uma câmera e a opção de cancelamento remoto tornaram evitar estas falhas algo trivial. Este controle da produção fez com que desperdícios de material fossem evitados. A câmera também foi utilizada para a gravação de vídeos timelapse. Os resultados dos vídeos das impressões realizadas com sucesso podem ser encontrados no Youtube. (DOURADO, 2023a)

### 3.1 INTEGRAÇÕES COM OUTRAS APLICAÇÕES

Através deste sistema a impressora 3D é conectada a internet através do computador de controle, este acesso possibilita a integração de funções da impressora com outras ferramentas presentes na rede. Através de ferramentas como o Obico-server é possível receber notificações do status de impressão através de e-mail e Telegram além de realizar o controle de pausa e cancelamento, o que significa que o equipamento consegue ser controlado e monitorado remotamente.

O Home Assistant é um sistema de controle de automação residencial gratuito de código aberto ao qual pode ser integrado com o sistema de controle de impressão para receber os dados da câmera, progresso da atividade e temperatura. O acesso a estes dados pode então ser usado para



criar cenários de automação, como por exemplo ligar a iluminação do quarto quando o trabalho for concluído ou pausar quando a temperatura do ambiente não for ideal.

### 3.2 DESVANTAGENS E PROBLEMAS

Um dos primeiros problemas enfrentados foi a dificuldade de instalação do sistema, pois para que este seja implementado é necessário realizar a compilação e a instalação do firmware na impressora 3D. Além de que o software de controle está disponível nativamente apenas para Linux, um sistema operacional pouco difundido.

Os dispositivos utilizados como câmera em múltiplos momentos apresentaram falhas. O tablet utilizado como câmera apenas transmite a imagem enquanto sua tela está ligada, o que proporciona em um consumo maior de energia desnecessário. Este tablet também apresentou um problema de mudança de foco que não foi possível corrigir, o que resultou em vídeos de timelapse com a imagem trêmula.

O outro equipamento utilizado como câmera foi o modulo ESP32-CAM, o qual por apresentar um processador muito fraco para a tarefa exigida, somente conseguiu exibir imagens em alta resolução a uma taxa de quadros muito baixa, assim permitindo a criação de vídeos timelapse de alta qualidade, mas sem muita possibilidade de monitoramento por imagem.

Efeitos externos como quedas de energia, desligamento da iluminação enquanto a gravação estava ocorrendo e desligamento da câmera foram fatores que afetaram diversas das gravações de timelapse. Os problemas citados podem ser observados nos vídeos disponíveis no Youtube. (DOURADO, 2023b)

Devido ao aumento de velocidade de impressão possibilitado pelo processamento mais rápido, os ruídos mecânicos e vibrações do equipamento também aumentaram, por conta disso não se utilizou velocidades ainda mais elevadas para evitar ruídos altos no ambiente de trabalho, desgaste maior no equipamento e deformações em formato de ondas e anéis na superfície da impressão as quais são popularmente chamadas de ringing.

### 3.3 POSSÍVEIS IMPLEMENTAÇÕES

Da mesma forma que em uma impressora funcionando de forma convencional, o sistema de controle e monitoramento remoto pode ser aprimorado através do uso do sensor de Auto Bed Levelling, um sensor responsável por observar a altura em diversos pontos da mesa da impressora para ajustar a altura correta para uma primeira camada de maior qualidade. Como o firmware utilizado pode ser configurado sem a necessidade de reinstalação, a configuração deste sensor se torna mais fácil e com a possibilidade de utilizar diversos perfis de precisão.

O efeito de ringing citado anteriormente pode ser reduzido através do aperto dos parafusos, tensionamento da correia e lubrificação. Outra forma de se reduzir os efeitos de ressonâncias e vibração e utilizando um acelerômetro acoplado a cabeça de impressão que é ligado ao computador para que os cálculos de compensação sejam feitos e utilizados.



## 4. CONCLUSÃO

A aplicação do sistema produziu os resultados esperados, o que o torna um grande aliado para se obter uma produção de melhor qualidade e em menor tempo, assim possibilitando que mais operações sejam feitas em um número menor de impressoras. O sistema de monitoramento se mostrou não apenas como uma ferramenta que evita falhas, mas como uma que pode ser utilizada como divulgação de trabalhos realizados.

A implementação tanto no computador de escritório quanto no Raspberry Pi não apresentou problemas de desempenho, mesmo este segundo apresentando um processador bem mais fraco e uma memória RAM bem menor. Este bom desempenho, mesmo em computadores antigos e mais fracos, faz com que a implementação possa ser feita de forma econômica ao reutilizar equipamentos ultrapassados já presentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOURADO, Gustavo. **Timelapse Impressão 3D**. [S. l.], 23 nov. 2023. Disponível em: [https://youtube.com/playlist?list=PLBWTUOXf8yqIzfwijCSyjGNxyC540xu05&si=doL\\_DmLaQfGBUdOR](https://youtube.com/playlist?list=PLBWTUOXf8yqIzfwijCSyjGNxyC540xu05&si=doL_DmLaQfGBUdOR). Acesso em: 23 nov. 2023.

DOURADO, Gustavo. **Timelapse Impressão 3D falhas**. [S. l.], 23 nov. 2023. Disponível em: <https://youtube.com/playlist?list=PLBWTUOXf8yqJXqGnslqgKW5HBKA9BSeYB&si=ovsheOKrPSCMP4Uk>. Acesso em: 23 nov. 2023.

GHARGE, Pranav. **Klipper Pressure Advance Tuning**. [S. l.], 30 nov. 2022. Disponível em: <https://www.obico.io/blog/klipper-pressure-advance/>. Acesso em: 23 nov. 2023.

OWEN, Spencer. **Klipper Ender 2 Pro**. Github, 11 mar. 2023. Disponível em: <https://github.com/spuder/klipper-ender2pro>. Acesso em: 21 nov. 2023.

PORTELA, Sérgio. **O que é impressão 3D? Conheça a tecnologia de impressoras 3D!**. 29 jan. 2022. Disponível em: <https://3dlab.com.br/impressao-3d-o-que-e/> acesso em 23 nov. 2023.

SMITH, Emil. **CR-200B Klipper Config**. Github, 20 dez. 2021. Disponível em: <https://github.com/ChewyJetpack/CR-200B-Klipper-Config>. Acesso em: 21 nov. 2023.



# CAPÍTULO 5

## ESTAÇÃO DE COLETA DE DADOS METEOROLÓGICOS VIA PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO LORA

**Yuri D. P. Cirino** - yuricirino@outlook.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**João V. F. A. Silva** - jv.fernandes.a.s@hotmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**Ghunter P. Viajante** - ghunter.viajantel@edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**Marcelo E. Oliveira** - marcelo.oliveira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**Gesmar P. Santos Jr** - gesmarjunior@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**Josemar A. Santos Jr** - josemar.junior@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara- IFG

**RESUMO:** Apesar do avanço das previsões meteorológicas, a obtenção periódica de dados do solo e do ambiente, como umidade e temperatura de pontos específicos do mapa pode ser desafiadora, especialmente em locais sem acesso à internet ou a uma fonte de energia. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma estação de coleta de dados meteorológicos, alimentada por uma bateria recarregável através de energia solar e utilizando o protocolo de comunicação LoRa para estabelecer a conectividade entre os dispositivos

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação Meteorológica; Rede LoRa; Comunicação WPLan.



## 1. INTRODUÇÃO

As previsões meteorológicas têm se tornado cada vez mais precisas com a evolução dos modelos matemáticos e o uso de supercomputadores, facilitando a compreensão e a antecipação do clima em uma determinada região. Essas previsões desempenham um papel crucial em diversas áreas, como na agricultura, onde os agricultores dependem de informações meteorológicas para tomar decisões fundamentais, especialmente em relação ao manejo da água nas plantações.

Apesar da crescente precisão nas previsões, há desafios persistentes, especialmente quando se trata da obtenção periódica de dados específicos do solo e do ambiente, como umidade e temperatura de pontos específicos do mapa. Quando esses dados estão disponíveis, eles se tornam valiosos recursos para automatizar a tomada de decisões, alimentar e treinar modelos de inteligência artificial e impulsionar práticas avançadas como a agricultura de precisão.

### 1.1. SUBESTAÇÃO DE COLETA DE DADOS

Uma maneira eficiente de coletar dados do solo e do ambiente em um local específico se dá com a instalação de equipamentos de coleta das informações desejadas no próprio local. Esse é o conceito que fundamenta uma estação de coleta de dados. No entanto, a instalação de estações de coleta em locais remotos, muitas vezes sem conexão com a internet e/ou rede elétrica apresenta alguns desafios.

Um desses desafios é a questão de como armazenar as informações coletadas. Pode-se optar por salvar os dados em alguma mídia física e recolhê-los periodicamente ou utilizar algum protocolo de comunicação sem fio para enviar os dados a outro dispositivo conectado à rede de dados. Essa decisão depende de condições específicas do ambiente e dos requisitos do projeto, levando em consideração fatores como a disponibilidade de energia, a conectividade e a periodicidade desejada na coleta de dados

### 1.2. PROTOCOLOS LPWAN E O PROTOCOLO LORA

Alguns dos protocolos de comunicação sem fio apresentam limitações de alcance ou alto consumo de energia. O protocolo LoRa (Long Range) destaca-se como uma solução de comunicação via frequência de rádio que permite cobertura em longas distâncias com consumo mínimo de energia e custo reduzido. Este protocolo integra a categoria de protocolos conhecida como LPWAN (Low Power Wide Area Network) [MELO, 2017].

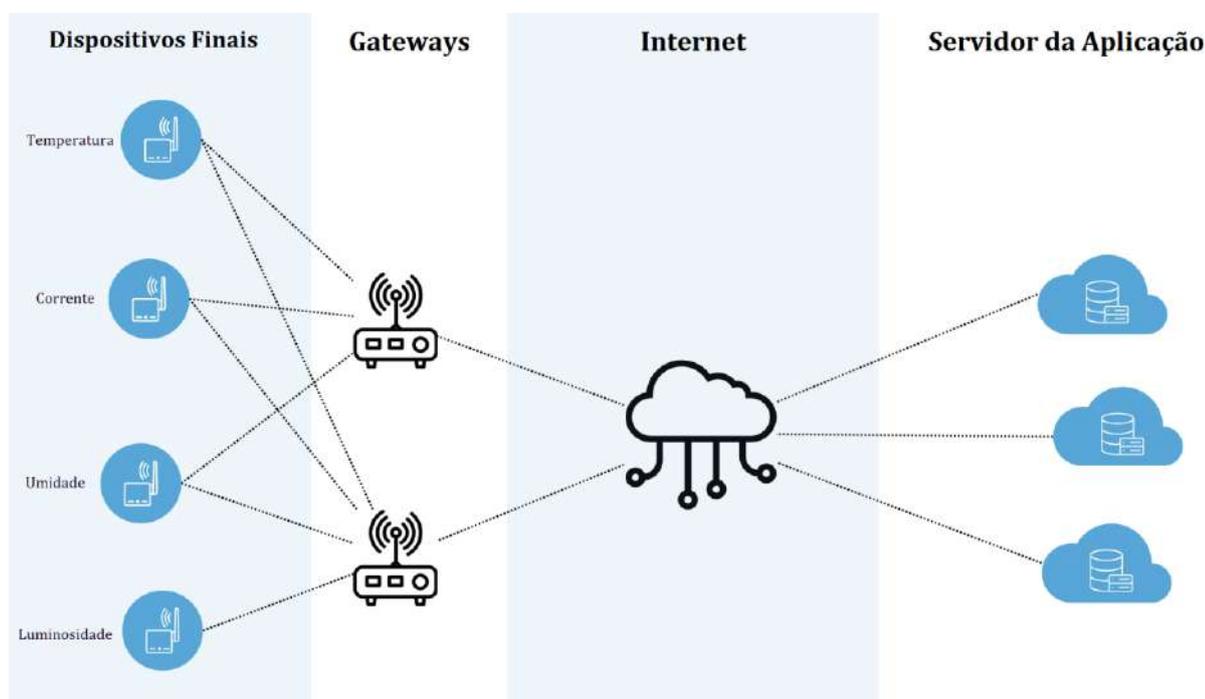
Os protocolos LPWAN são notáveis pela característica de baixo consumo de energia, tornando-os amplamente utilizados em projetos de IoT (Internet of Things - Internet das Coisas). Nestes projetos, os dispositivos geralmente têm acesso a fontes de energia limitadas, destacando assim a importância do baixo consumo de energia proporcionado pelo protocolo para a aplicação.



### 1.3. REDE LORA E SUAS CARACTERÍSTICAS

As redes LoRa geralmente adotam uma topologia básica composta por dispositivos finais e gateways. Os dispositivos finais são predominantemente equipamentos com responsabilidades reduzidas e operação mais simples. Isso ocorre devido à frequente limitação de energia desses dispositivos, como no caso das baterias. Dessa maneira, esses dispositivos são, em sua maioria, sensores responsáveis por coletar informações e transmitir os dados via LoRa. Por outro lado, os gateways são dispositivos LoRa conectados à internet ou a outros tipos de redes de comunicação, muitas vezes com acesso a uma fonte de energia mais abundante, como a rede elétrica [ALLIANCE, [20--]], [MELO, 2017]. A Figura 1 ilustra a topologia básica de uma rede LoRa.

FIGURA 1 – TOPOLOGIA BÁSICA DE UMA REDE LoRa



Fonte: Autoria própria.

O sinal LoRa, além de possuir um longo alcance e baixo consumo de energia, destaca-se por sua capacidade de superar barreiras físicas com facilidade, devido ao método utilizado para espalhar o sinal. Isso resulta em um alcance eficaz mesmo em áreas urbanas densas, repletas de obstáculos físicos. Além dessa vantagem, o protocolo opera em uma frequência que não requer licença, o que significa que não há custos associados ao seu uso.

Dessa forma, uma estação de coleta de dados utilizando um microcontrolador e comunicação via protocolo LoRa poderia ser facilmente instalada em um local remoto. Esses dispositivos possuem baixo consumo de energia, o que permite a alimentação por meio de baterias recarregáveis utilizando energia solar. O amplo alcance da comunicação proporcionado pelo protocolo LoRa facilitaria a transmissão dos dados para um dispositivo conectado à internet, possibilitando o processamento e armazenamento das informações.



Neste trabalho, foi desenvolvida uma estação de coleta de dados utilizando microcontroladores e módulos LoRa. Esta estação é composta por um microcontrolador ESP32, um módulo de comunicação LoRa e sensores de umidade e temperatura do solo e ambiente. Com essa configuração, os dados coletados pelos sensores são enviados para outro dispositivo compatível com o mesmo protocolo.

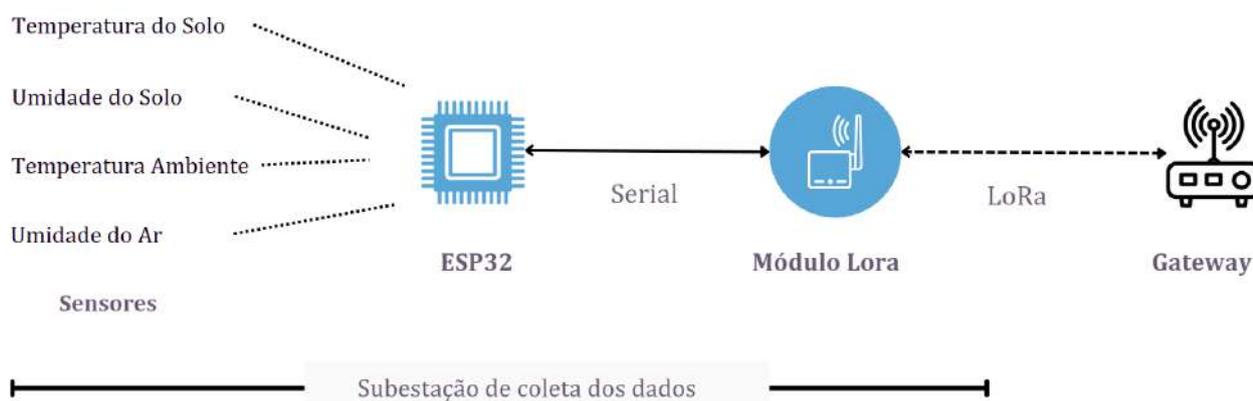
## 2. DESENVOLVIMENTO

Para desenvolver a estação de coleta de dados, o primeiro passo foi assegurar a comunicação básica via Protocolo LoRa entre os microcontroladores. Um deles está localizado em um ponto sem conexão com a internet (denominado dispositivo A ou subestação de coleta), enquanto o outro está conectado à rede de internet (denominado dispositivo B ou gateway). A Figura 2 apresenta a topologia da subestação.

Essa comunicação básica envolve a transmissão de pacotes com poucos bytes do transmissor para o receptor, com a verificação da coerência dos dados. Em outras palavras, o objetivo é garantir que os dispositivos estão se comunicando conforme o esperado.

Após o estabelecimento de uma comunicação estável entre os dispositivos, foram adicionados ao dispositivo A sensores de umidade e temperatura do solo e ambiente. Esses sensores coletam as informações necessárias para serem enviadas ao dispositivo B.

FIGURA 2 – TOPOLOGIA DA SUBESTAÇÃO



Fonte: Autoria própria.

O dispositivo A ou estação de coleta, conta com 2 células de lítio de 3000 mA/h com 4,7 Volts de saída ligadas em paralelo e carregadas por energia solar. Essas duas baterias garantem pelo menos 4 dias de energia para o dispositivo caso não haja sol, visto que o consumo do dispositivo quando está enviando ou recebendo dados é de 200 mA e quando não está enviando e nem



recebendo é de aproximadamente 55 mA. As células fotovoltaicas têm saída de 5V volts e fornecem até 200 mA/h para o dispositivo, ou seja, a célula fotovoltaica só carrega a bateria efetivamente enquanto o dispositivo não está enviando e nem recebendo os dados.

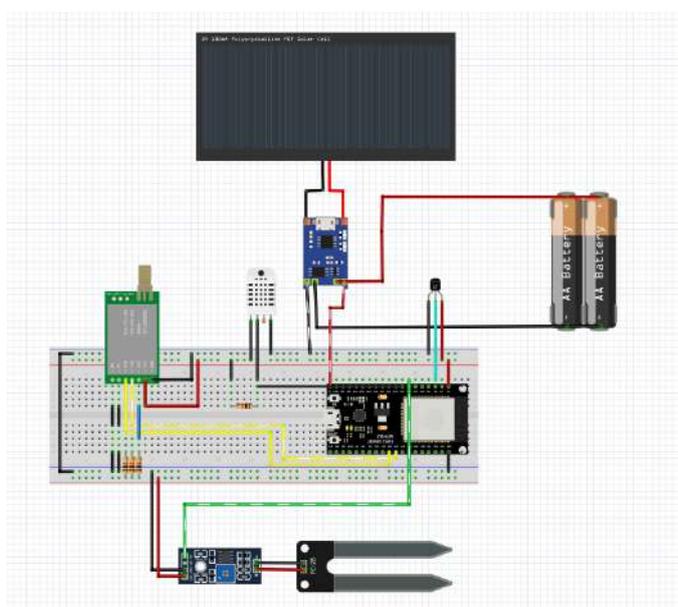
A subestação coleta os dados a cada 15 minutos e os envia para o outro dispositivo (gateway), esse processo dura aproximadamente 15 segundos, então durante o período de 1 hora o dispositivo fica no máximo 1 minuto em seu consumo máximo de energia de 200 mA e o restante do tempo com seu consumo mínimo de aproximadamente 55 mA (Equação 1), isso resulta em um consumo médio de 57,3 mA/h. Para chegar na quantidade de dias de autonomia da bateria, basta dividir a capacidade total das células (6000 mA) pelo consumo médio multiplicado por 24 (Equação 2), resultando na quantidade de dias de autonomia da bateria. Vale ressaltar que esses valores são para condições ideais de irradiação solar, e que os dados de consumo dos dispositivos foram retirados do datasheet.

$$\text{Consumo Médio} = \frac{1}{60} \cdot 200 + \frac{59}{60} \cdot 55 = 57,3 \text{ mA/h} \quad (1)$$

$$\text{Quantidade de dias} = \frac{6000}{57,3 \cdot 24} = 4,36 \text{ dias} \quad (2)$$

Além do conjunto de baterias, módulo de carregamento das baterias e a minicélula fotovoltaica, a subestação também está equipada com um conjunto de sensores para coletar dados como umidade e temperatura do solo e do ambiente. Na Figura 3, está representado o esquema elétrico da subestação, acompanhado pela Tabela 1, que detalha as especificações dos sensores e componentes utilizados.

**FIGURA 3 – ESQUEMA ELÉTRICO DA SUBESTAÇÃO**



Fonte: Autoria própria, utilizando o Fritzing.



**TABELA 1 –SENSORES E COMPONENTES UTILIZADOS NA SUBESTAÇÃO.**

SENSORES	FINALIDADE
DHT22	UMIDADE E TEMPERATURA AMBIENTE
FC28	UMIDADE DO SOLO
DS18B20	SENSOR DE TEMPERATURA DO SOLO

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Como microcontrolador do projeto, optou-se pelo ESP32 devido à sua popularidade no mercado e versatilidade. Essa escolha permite a utilização de diversos sensores compatíveis e disponíveis no mercado, além da conveniência de contar com bibliotecas prontas que facilitam o desenvolvimento.

### 3. CONCLUSÃO

A estação de coleta de dados meteorológicos desenvolvida neste trabalho é capaz de coletar as informações do local que está instalada e enviá-las via protocolo LoRa para outro dispositivo com baixo consumo de energia. O dispositivo consegue se manter ativo mesmo se ficar sem sol por aproximadamente 4 dias. A versatilidade do microcontrolador ESP32 permite a fácil incorporação de diversos sensores disponíveis no mercado ao projeto, como sensores de pH do solo, luminosidade ou irradiância solar. Caso surja a necessidade, expandir a capacidade do sistema é muito simples.

Para aumentar a autonomia do dispositivo em períodos prolongados sem exposição solar, uma abordagem viável seria considerar o aumento da quantidade de células de lítio, ampliando assim a capacidade de armazenamento de energia, e/ou aumentar a quantidade de células fotovoltaicas. Essas melhorias visam assegurar a obtenção de energia suficiente para recarregar o dispositivo durante períodos de máximo consumo, proporcionando maior robustez ao sistema em condições desafiadoras.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

UFRJ/GTA (RJ). Arquitetura da Rede LoRa. In: SIQUEIRA, N. A. S. Arquitetura da Rede Lora. São Paulo, [20--]. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/lora/arquitetura.html>. Acesso em: 16 fev. 2023. LORA: o que é essa solução para a conectividade das coisas?. Brasil, 18 abr. 2021. Disponível em: <https://logpyx.com/blog/lora-solucao-para-conectividade-das-coisas/>. Acesso em: 16 fev. 2023

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA: (Brasil). LoRa: o que é essa solução para a conectividade das coisas?. Brasil: Vidal Pereira da Silva Junior, [201-]. Disponível em: <https://newtoncbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/11992-conheca-a-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan-lor001>. Acesso em: 16 fev. 2023.

ESPRESSIF. ESP32: A feature-rich MCU with integrated Wi-Fi and Bluetooth connectivity for a wide-range of applications. [S. l.]. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 22 mar. 2023.

CAPÍTULO ESTUDANTIL IEEE RAS UFCG (Capítulo Estudantil IEEE RAS UFCG). O Que É Um Microcontrolador?. In: CAPÍTULO ESTUDANTIL IEEE RAS UFCG. O Que É Um Microcontrolador?. Brasil: Capítulo Estudantil IEEE RAS UFCG, 23 set. 2020. Disponível em: <https://edu.ieee.org/br-ufcgras/o-que-e-um-microcontrolador/>. Acesso em: 22 mar. 2023.



CAPÍTULO ESTUDANTIL IEEE RAS UFCG (Capítulo Estudantil IEEE RAS UFCG). Conceito de Sensor. In: CONCEITO.DE (Brasil). Sensor: O que é, conceito e definição. Brasil: Equipe editorial Conceito.de, 20 nov. 2020. Disponível em: <https://conceito.de/sensor>. Acesso em: 22 mar. 2023

ALLIANCE. What is LoRaWAN. In: WHAT IS LORAWAN® SPECIFICATION. What is LoRaWAN® Specification. [S. l.], [20--]. Disponível em: <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SOBRE METEOROLOGIA: Previsão do Tempo. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (Brasil). INMET. Previsão do Tempo: Saiba os passos para a elaboração da previsão do tempo. Eixo Monumental Sul Via S1, Rua G - 4º A: INMET, [20--]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia> Acesso em: 22 nov. 2023.

MELO, Pablo. LPWAN. In: Introdução ao LPWAN (Low Power Wide Area Network). Brasil: Embarcados, 27 jan. 2017. Disponível em: <https://embarcados.com.br/introducao-ao-lpwan/>. Acesso em: 23 nov. 2023.



# CAPÍTULO 6

## DEGRADAÇÃO DO AGROTÓXICO CLORPIRIFÓS POR FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA

**Paulo Antônio Medeiros Palastrim** - paulopalastrim@outlook.com  
Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara – IFG

**Katiúscia Daiane Ferreira** - katiuscia.ferreira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara – IFG

**Simone Machado Goulart** – simone.goulart@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara – IFG

**Adilson Correia Goulart** – adilson.goulart@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta os resultados da avaliação de atividade fotocatalítica de semicondutores no sistema  $\text{Bi}_2\text{O}_3:\text{TeO}_2:\text{Nb}_2\text{O}_5$  ( $\text{Bi}_6\text{NbO}_7$ ,  $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$ , e  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$ ) para degradação do clorpirifós. Esse agrotóxico, muito tóxico, é comumente encontrado acima dos limites permitidos no ambiente, com presença especialmente em águas superficiais, subterrâneas e de abastecimento público. A fotocatalise heterogênea foi avaliada como tratamento alternativo aos convencionais. Os ensaios fotocatalíticos ocorreram em reator com 3 lâmpadas UVC (253,7 nm) de 14W cada. Os três semicondutores foram testados em ensaios de fotólise, adsorção e fotocatalise. Alíquotas foram retiradas para acompanhamento da degradação do clorpirifós através da técnica de Cromatografia Líquida de alta eficiência com detector UV (CLAE-UV). Os resultados mostraram uma boa atividade fotocatalítica dos semicondutores, apesar do tamanho microscópico dos grãos, no entanto, a formação de subprodutos de degradação, que não puderam ser identificados, interferiram fortemente nos resultados analíticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotocatalise; Clorpirifós;  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ;  $\text{TeO}_2$ ;  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ .

### 1. INTRODUÇÃO

No último século, a chamada “Revolução Verde”, iniciada na década de 60, orientou a pesquisa e o desenvolvimento dos modernos sistemas de produção agrícola para a incorporação de pacotes tecnológicos, de suposta aplicação universal, que visavam a maximização dos rendimentos dos cultivos em distintas situações ecológicas. Propunha-se elevar ao máximo a capacidade potencial dos cultivos, a fim de gerar as condições ecológicas ideais, afastando predadores naturais via utilização de agrotóxicos, contribuindo, por outro lado, com a nutrição das culturas através da fertilização sintética (VIVENZA, BIZAWU, 2022).

Nas últimas décadas, estudos revelam que o agrotóxico vem afetando de forma muito negativa a saúde dos consumidores, trabalhadores e até lactentes. Esses agravos refletem em um aumento na demanda dos serviços públicos, principalmente os relacionados a saúde, como consequência



de intoxicações agudas e doenças crônicas relacionadas aos efeitos deletérios dos agrotóxicos (FROTA, SIQUEIRA, 2021). Dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) apresentam que os usos de agrotóxicos acarretaram intoxicações que aumentaram gradativamente de 2007 a 2016, alcançando o segundo lugar entre as intoxicações exógenas e a primeira posição em letalidade (LARA, et. al, 2019).

Estudos realizados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) apresentam um número expressivo de alimentos contaminados. Entre os contaminantes está o clorpirifós, comumente utilizado nas culturas de algodão, batata, café, cevada, citros, feijão, maçã, milho, pastagens, soja, sorgo, tomate e trigo, se mostrando útil no controle de alvos biológicos que causam consideráveis danos à produção (SILVÉRIO, et. al, 2012; BORTOLUZZI, et. al, 2006). De acordo com o Decreto nº 4.074 (BRASIL, 2002) o clorpirifós foi um dos agrotóxicos mais detectados acima dos limites permitidos, com presença em águas superficiais, subterrâneas e de consumo.

Neste contexto, é sabido que métodos de tratamento de efluentes convencionais não se apresentam eficientes para eliminação de agrotóxicos em águas residuais. Os Processos Oxidativos Avançados (POA) vem se tornando cada vez mais utilizados no tratamento alternativo de águas contaminadas com compostos orgânicos persistentes, tais como fármacos, corantes e os agrotóxicos. Os POAs degradam ou mineralizam substâncias orgânicas através de agentes oxidantes que provocam a geração de radicais hidroxila ( $\text{OH}\cdot$ ) (MORAES, 2010). Dentre esses processos, destaca-se a fotocatalise heterogênea, que tem por finalidade ativar um semicondutor, na maioria das vezes um óxido, por luz solar ou artificial.

Neste sentido, no presente trabalho foi realizado um estudo experimental para avaliar as propriedades fotocatalíticas dos semicondutores  $\text{Bi}_6\text{NbO}_7$ ,  $\text{Bi}_6\text{Te}_{20}\text{13}$ , e  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{13}$ , obtidos no sistema  $\text{Bi}_2\text{O}_3:\text{TeO}_2:\text{Nb}_2\text{O}_5$ , para a fotodegradação do agrotóxico clorpirifós, sob incidência de luz artificial na região UV.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Os testes de degradação do clorpirifós foram realizados em um reator de bancada utilizando 3 lâmpadas UVC (253,7 nm) de 14W cada da marca G-Light, como fonte de radiação. Foram utilizadas soluções aquosas do padrão do agrotóxico na concentração de 10 ppm e 0,1 g dos semicondutores  $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$ ,  $\text{Bi}_2\text{NbO}_7$  e  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$  em béqueres de 500 mL. Os três semicondutores avaliados foram obtidos por síntese no estado sólido. Foram realizados ensaios de fotólise, adsorção e fotocatalise. Nos testes de adsorção, os semicondutores foram adicionados aos sistemas, que foram mantidos no escuro por 180 min para avaliação do equilíbrio de adsorção do agrotóxico na superfície do catalisador. Em seguida as lâmpadas UVC foram ligadas e alíquotas de 2 mL recolhidas a cada 30 minutos para quantificação do clorpirifós por CLAE-UV.

Uma extração líquido-líquido com partição à baixa temperatura (ELL-PBT) conforme Oliveira Júnior et al (2021) foi aplicada para extrair o clorpirifós. Utilizou-se 2 mL da fase aquosa em contato com 4 mL do solvente extrator acetonitrila. O sistema foi agitado em agitador de tubos



do tipo vórtex por 60 segundos e deixado em freezer por um período de 3 horas a uma temperatura de aproximadamente  $-20^{\circ}\text{C}$ . Após a partição, uma alíquota de  $20\ \mu\text{L}$  do sobrenadante, fase orgânica, foi injetada e analisada por CLAE-UV.

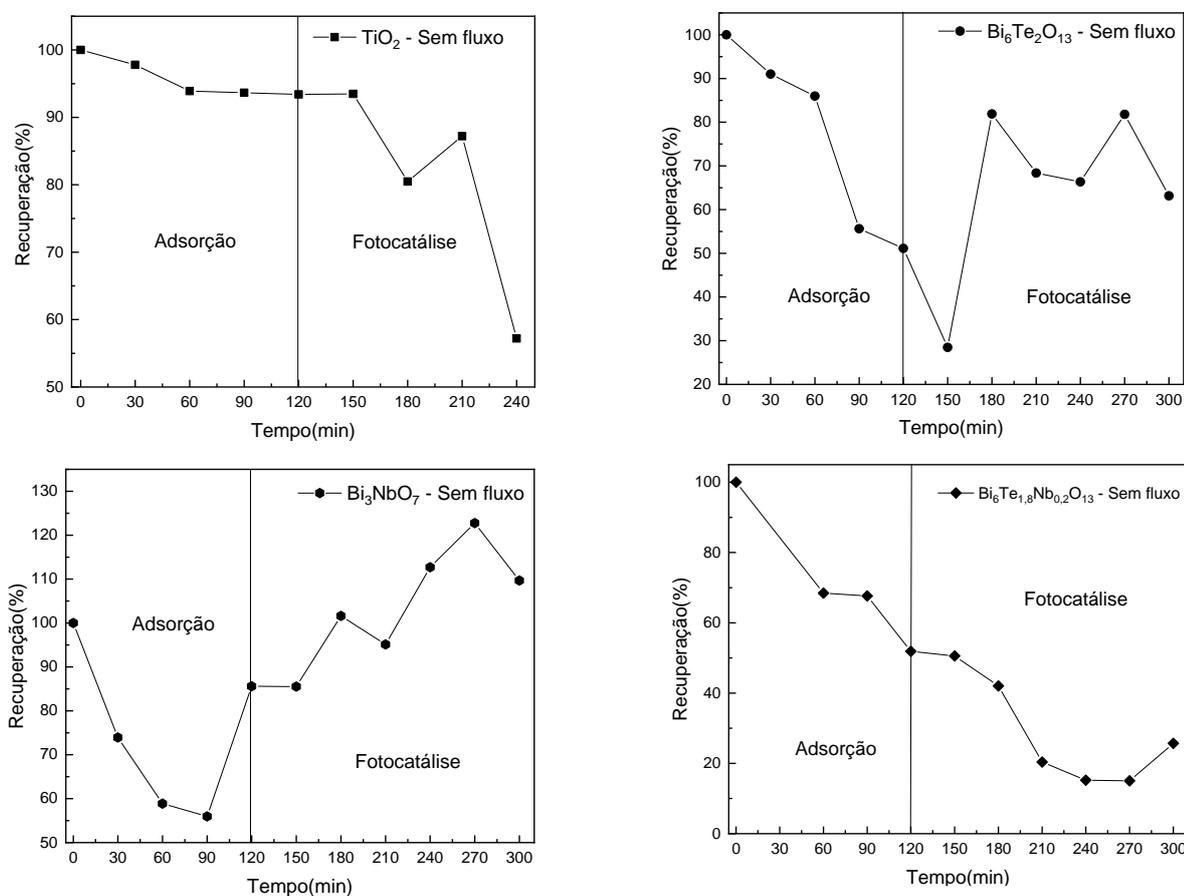
O clorpirifós foi identificado pelo seu tempo de retenção no cromatograma e a quantificação da degradação foi determinada através da resposta do detector (área do pico cromatográfico). Na análise utilizou-se um cromatógrafo líquido da marca Shimadzu LC-20AT com detector UV/VIS; coluna cromatográfica C18 (Modelo Coluna KINETEX®  $5\ \mu$  EVO C18 100A 150 x 4,6 mm); fase móvel: acetonitrila: água purificada 35:65 (v:v), vazão da fase móvel:  $0,8\ \text{mL min}^{-1}$ ; temperatura da coluna:  $35^{\circ}\text{C}$ , volume de injeção:  $20\ \mu\text{L}$  e detector UV ( $\lambda$ : 213 nm).

### 3. RESULTADOS

O primeiro ensaio realizado foi o de fotólise, que consiste em expor a solução à luz, sem a presença dos catalisadores. Os resultados obtidos mostraram um percentual de degradação de 48,13% após 3h de exposição.

Os resultados analíticos dos ensaios de fotocatalise para degradação do clorpirifós usando os semicondutores  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$ ,  $\text{Bi}_2\text{NbO}_7$  e  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$  estão apresentados na figura 1.

Figura 1 – Resultados dos testes de degradação fotocatalítica do clorpirifós para diferentes semicondutores obtidos por CLAE-UV

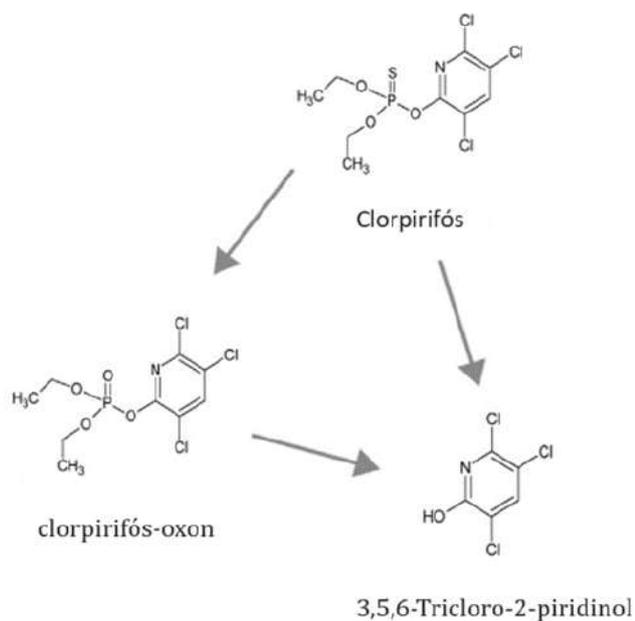


Fonte: Autoria própria.



Os resultados apresentados para os óxidos  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$ ,  $\text{Bi}_3\text{NbO}_7$ , respectivamente, apresentaram certa inconsistência devido ao fato da recuperação do agrotóxico aumentar, após um tempo favorável de degradação. Observa-se uma variação da concentração do clorpirifós em função do tempo de exposição das amostras nos ensaios de fotocatalise. Uma hipótese para este comportamento pode estar relacionada à saída de produtos de degradação do clorpirifós no mesmo tempo de retenção do agrotóxico na sua forma não degradada, como a forma oxon que possui uma semelhança com a estrutura do clorpirifós, levantando a hipótese de saírem em tempos de retenção próximos. Uma característica dos agrotóxicos organofosforados, é a formação no ambiente de alguns produtos de degradação mais tóxicos que as substâncias originais, no caso do clorpirifós há a formação de 2 principais produtos de degradação, o clorpirifós-oxon e o 3,5,6-Tricloro-2-piridinol (Figura 2), que podem levar ainda a outros subprodutos (BATISTA, ARAUJO, 2015).

Figura 2 – Principais produtos de degradação do clorpirifós.



Fonte: Adaptada de BULDARZ, et. al, (2019).

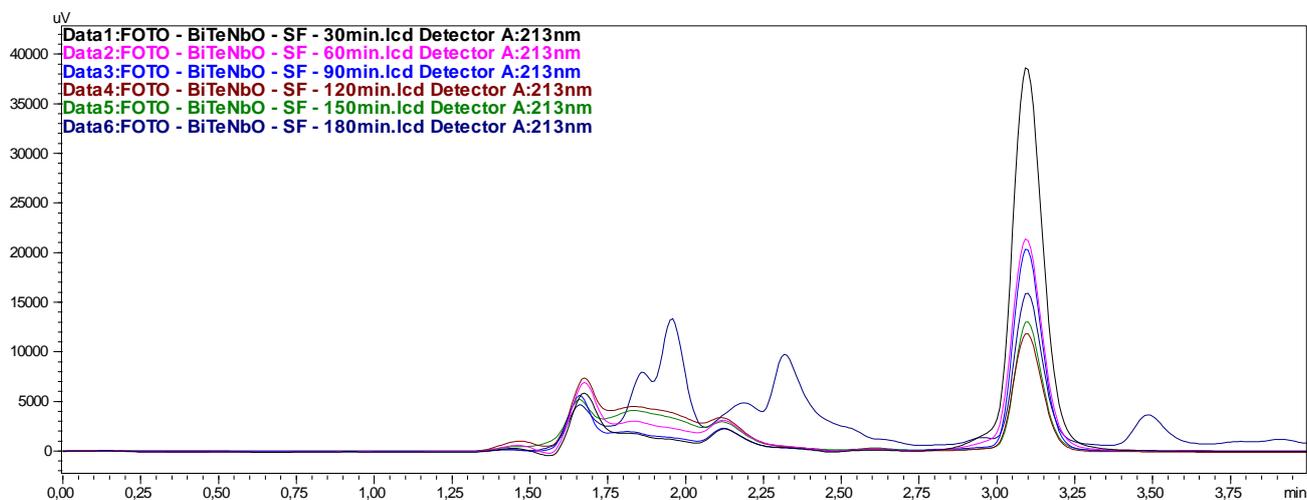
De acordo com o trabalho de Buldarz, *et. al*, 2019, durante os testes de degradação do clorpirifós, cerca de 84% dos produtos resultantes do processo foi o clorpirifós-oxon e 16% resultaram no 3,5,6-Tricloro-2-piridinol. Deste modo, o aumento de concentração pode estar relacionado a saída de algum deste produto de degradação junto com o clorpirifós, assim como a diminuição da concentração pode estar relacionada a degradação do clorpirifós residual ou mesmo o produto de degradação levando a outros produtos.

Quanto ao ensaio fotocatalítico com o óxido,  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$  (figura 1), os resultados apontam uma degradação constante, crescente e promissora com degradação de até 84% do clorpirifós depois de 150 min. A figura 3, apresenta os cromatogramas obtidos para as amostras de



fotodegradação do clorpirifós com este óxido em função do tempo de exposição da amostra aos ensaios.

Figura 3 – Cromatograma resultante do teste com o  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$ .



Fonte: Autoria própria.

Observa-se que no tempo de retenção do clorpirifós, entre 3,02 e 3,25, há uma redução de área de forma gradativa, indicando que o agrotóxico foi sendo degradado durante a fotocatalise. É interessante notar que, para este óxido em específico, picos extras, como o que pode ser observado no tempo 3,50, podem indicar a saída de produtos de degradação, em tempos de retenção diferentes àquele do clorpirifós, que, portanto, não interferem nos resultados, levando a resultados experimentais mais coerentes, com diminuição constante da concentração do agrotóxico devido a degradação por fotocatalise (BULDARZ, *et.al*, 2019; BATISTA, ARAUJO, 2015; SCHWACK, FLOBER-MULLER, 1990; MUHAMAD, 2010).

Os resultados experimentais indicam que produtos de degradações diferentes podem ser gerados, a depender dos semicondutores óxidos usados na fotocatalise. Alguns desses produtos de degradação podem apresentar tempos de retenção semelhantes ao do clorpirifós em análises por CLAE-UV, enquanto outros podem apresentar tempos distintos. Essa diferença nos tempos de retenção pode contribuir para variações nas concentrações do agrotóxico ao longo do tempo nos ensaios. No entanto, essas hipóteses só podem ser confirmadas com padrões dos produtos de degradação para análises na CLAE-UV, mudando as condições cromatográficas como fase móvel, coluna, etc., ou usando a técnica de espectrometria de massas para identificação dos produtos de degradação (BULDARZ, *et. al*, 2019).

## 4. CONCLUSÃO

Os ensaios fotocatalíticos usando os óxidos binários e ternários  $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$ ,  $\text{Bi}_6\text{Te}_{1,8}\text{Nb}_{0,2}\text{O}_{13}$  e  $\text{Bi}_2\text{NbO}_7$ , do sistema  $\text{Bi}_2\text{O}_3:\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{TeO}_2$  se mostraram muito eficientes, com altos percentuais de degradação do clorpirifós, mesmo que os semicondutores utilizados tenham apresentado alto tamanho de grãos. No entanto, os resultados experimentais sofreram forte interferência da



formação de produtos de degradação, que não puderam ser identificados. Estes subprodutos muito provavelmente, na maioria dos casos, saíram no mesmo tempo do clorpirifós nas análises por CLAE-UV, aumentando erroneamente a concentração do clorpirifós na análise. Tais hipóteses poderiam ser comprovadas pelo uso de padrões dos produtos de degradação do clorpirifós ou pela técnica de espectrometria de massas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, S. R. S.; ARAUJO, R. M. T. Avaliação da toxicidade do clorpirifós e de alguns dos seus produtos de degradação frente ao teste de inibição da enzima acetilcolinesterase. CONEP, **II CONGRESSO DE EXTENSÃO E PESQUISA**, 2015.
- BORTOLUZZI, E. C. et al. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 10, n. 4, p. 881-887, 2006.
- BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.
- BULDARZ, F. J. et al. Chlorpyrifos degradation via photoreactive TiO<sub>2</sub> nanoparticles: Assessing the impact of a multi-component degradation scenario. **Journal of Hazardous Materials**, v.372, p. 61-68, 2019.
- FROTA, A. B. T. M.; SIQUEIRA, E. C.. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cad. Saúde Pública** 37 (2), 2021.
- LARA, S. S. et al. A agricultura do agronegócio e sua relação com a intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil. **Hygeia** (Uberlândia) 2019; 15:1-19.
- MORAES, R. A. L. **Aplicação da Fotocatálise Heterogênea para a Degradação de Corantes de uma Indústria de Cosméticos**. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR C. I, CARDOSO A. T, GOULART A. C, OLIVEIRA M. A. C., SANTOS J. P. V., GOULART, S. M. **Determination of Pesticides in Soybean Seeds Incorrectly Discarded Near a Spring of the Paranaíba River, GO-Brazil**. **Chemistry & Biodiversity**, 18, E202100560, 2021.
- SCHWACK, W, FLOBER-MULLER, H. Fungicides and photochemistry. Photodehalogenation of captan. **Chemosphere** 21, 905, 1990.
- VIVENZA, D. S.; BIZAWU, S.; **Uso de Agrotóxicos na Agricultura: Uma questão de Saúde Pública**. Revista da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], v. 50, n. 1, p. 428-449, 2022. DOI: 10.14393/RFADIR-50.1.2022.62732.428-449.



# CAPÍTULO 7

## EFEITO DE MATRIZ NA QUANTIFICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: Análise qualitativa utilizando o paralelismo das retas

**Bhrenda Alves Oliveira** – bhrendaalves1@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Heloisa Eusebia Lima** – heloeusebia@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Julia Duarte Ribeiro** - juliaduari@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Adilson Correia Goulart** – adilson.goulart@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Simone Machado Goulart** – simone.goulart@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** O Brasil é conhecido mundialmente como um dos maiores consumidores de agrotóxicos, muitos ingredientes agroquímicos, como inseticidas, fungicidas, herbicidas e nematicidas, contêm ingredientes ativos tóxicos que têm o potencial de contaminar fontes de água, alimentos e causar impactos ambientais e na saúde pública. Na análise química desses agrotóxicos, pode ocorrer o efeito de matriz, no qual compostos da matriz podem aumentar ou diminuir a resposta analítica, especialmente se a análise for realizada por cromatografia. Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar o efeito de matriz, de forma qualitativa pelo paralelismo das retas, na determinação de clorpirifós, diuron e carbendazim em cenoura, água superficial e tomate, respectivamente. O método proposto de extração foi a líquido-líquido com partição a baixa temperatura e a análise foi realizada por cromatografia líquida com detector ultravioleta. Todas as matrizes (cenoura, água superficial e tomate) apresentaram efeito de matriz, sendo a cenoura a que apresentou um efeito mais pronunciado. Novos estudos qualitativos e quantitativos estão sendo conduzidos nesse projeto para maior compreensão desses efeitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pesticidas; Curvas Analíticas; Validação de Métodos.

### 1. INTRODUÇÃO

A importância do monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos no Brasil se tornou algo essencial. Órgãos estaduais de saúde, agricultura e instituições de pesquisas são primordiais



para avaliação dos níveis de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal (Brasil, 2022). São autorizados pela Agência Nacional de Vigilância sanitária (ANVISA) centenas de princípios ativos e, conseqüentemente, as classes químicas destes compostos são muito diversificadas, caracterizando assim, uma ampla área que deve ser analisada considerando os riscos que essas substâncias causam aos seres vivos (Brasil, 2023).

Na produção agrícola cada agrotóxico deve ser utilizado conforme as normas estabelecidas pelos órgãos de fiscalização, sendo assim, deve ser aplicado apenas nas culturas indicadas dentro das concentrações estipuladas para determinada matriz (Oliveira Júnior, et al, 2021). Segundo Pereira et. al (2022), os agrotóxicos que são dispersados nas lavouras ficam penetrados no solo e com as chuvas são carregados até o lençol freático, o que prejudica a cadeia estabelecida nesta área.

Métodos analíticos foram desenvolvidos para determinação de agrotóxicos em vários tipos de amostras por cromatografia, e a extração sólido-líquido com partição a baixa temperatura (ESL-PBT) e extração líquido-líquido com partição a baixa temperatura (ELL-PBT), são as que ganham mais destaque como métodos alternativos devido às suas características de oferecer praticidade, simplicidade, e apresentar baixo consumo de solvente orgânico. Porém, durante o processo de extração outros componentes da matriz podem ser extraídos juntamente com o analito de interesse ou ficarem retidos em componentes desta amostra. Desta forma, as respostas obtidas podem sofrer um aumento ou diminuição na recuperação deste analito. Na química analítica este fato é denominado como efeito de matriz (Pinho, 2010).

O efeito matriz indica interferências que os compostos das matrizes possuem no sinal analítico dos agrotóxicos. Dessa forma, é evidenciado quando há a ausência de paralelismo entre as curvas, ou seja, a falta de paralelismo entre as duas retas indica a presença de efeito matriz no método, devendo-se empregar a curva na matriz para a quantificação do analito na amostra, como preconizado pelo guia da Comunidade Europeia (SANTE, 2022).

Um dos métodos para se determinar esse efeito é a partir do paralelismo das retas comparando as inclinações das curvas analíticas (INMETRO, 2020). O efeito de matriz é pouco explorado na literatura, conseqüentemente, há a necessidade de estudos que visem investigá-lo. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de matriz, de forma qualitativa pelo paralelismo das retas, na determinação de clorpirifós, diuron e carbendazim em cenoura, água superficial e tomate, respectivamente.

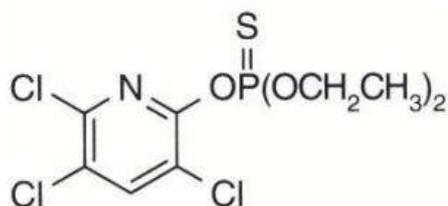
### 1.1. CLORPIRIFÓS EM CENOURA

A cenoura cujo nome científico é *Dacus carota*, pertence à família Apiaceae. Frequentemente é comercializada *in natura* ou processada, produzida em diversas regiões do mundo, principalmente em São Gotardo-MG, microrregião de Irecê-BA, Cristalina-GO, Marilândia do Sul-PR e Caxias do Sul-RS, que somam quase 16 mil hectares (Carvalho et al., 2021). A cenoura está entre os dez alimentos listados mais comercializados e de acordo com o último relatório do PARA publicado, três inseticidas não autorizados para essa cultura foram detectados, dentre eles o clorpirifós (Brasil, 2022).



O inseticida clorpirifós (0,0-dietil-0-3,5,6-tricloropiridin-2-piridinilfosforotioato), pertence à família de organoclorados. Sua estrutura química é representada na Figura 1. Sendo muito utilizado no Brasil, exerce sua ação tóxica pela inibição da enzima acetilcolinesterase, o que resulta em excesso de acetilcolina nas sinapses colinérgicas, promovendo sinais e efeitos diversos. Apesar de ser bastante utilizado, seus estudos são escassos, principalmente quando se refere à toxicidade de concentrações residuais desses químicos (Costa, 2021).

FIGURA 1- ESTRUTURA QUÍMICA DO CLORPIRIFÓS.



FONTE: BRASIL (2022)

Durante as análises para determinação do efeito de matriz, taxas de recuperação apontadas mais altas e com baixa precisão são observadas em agrotóxicos com características polares, sendo o grau de polaridade classificado de acordo com a solubilidade em água ou Kow (coeficiente de partição octanol/água). Compostos contendo grupamentos -P=O (organofosforados), -O-CO-NH- (carbamatos), -OH (hidroxilados), -N= (imidazoles e benzimidazoles), -NH-CO-NH- (derivados da ureia) são mais susceptíveis ao efeito de matriz, podendo ser influenciado também pela natureza da amostra e pelo co-extrativos como, tamanho das moléculas, polaridade, estabilidade térmica, volatilidade etc. (Pinho, et al., 2009).

#### a. DIURON EM ÁGUA SUPERFICIAL

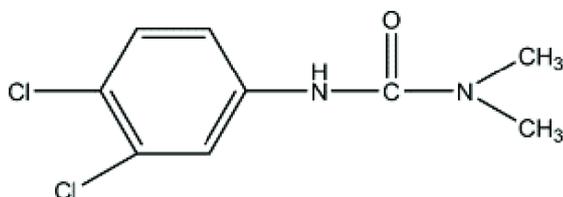
O rio Paranaíba é um curso d'água que nasce no estado de Minas Gerais, e com sua extensão de aproximadamente 1170 Km, abrange também os estados de Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), a bacia hidrográfica a qual o rio pertence, é responsável por aproximadamente 70% do consumo de energia elétrica de Minas Gerais, o que também torna as terras agricultáveis ao longo do rio Paranaíba a que mais cresce em área irrigada no país.

O diuron [1-(3,4 diclorofenil)-3,3 dimetil ureia] é um ingrediente ativo na formulação de vários produtos fitofarmacêuticos e biocidas (LI et al, 2021). Ele pertence ao grupo químico das ureias substituídas, sendo muito utilizado para controle de plantas daninhas. A maioria dos herbicidas derivados desse grupo químico apresenta elevada persistência no ambiente (HAGER & NORDBY, 2004). Segundo Rahmani et. al (2021), o herbicida diuron é amplamente utilizado em países em desenvolvimento para controlar ervas daninhas de folha larga em plantações de algodão e cana-de-açúcar e até mesmo em terras ao redor de estradas e ferrovias.



O agrotóxico diuron tem se tornado gradualmente um contaminante emergente responsável pela redução da qualidade da água (Al-Shaalan et al. 2019). A Figura 2 representa a estrutura química do diuron.

FIGURA 2 - ESTRUTURA QUÍMICA DIURON



Fonte: BRASIL (2022)

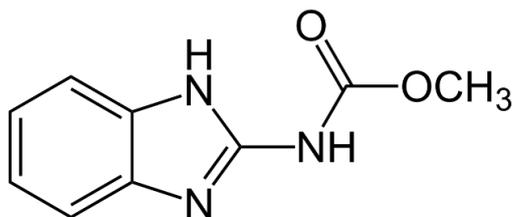
### b. CARBENDAZIM EM TOMATE

O tomateiro se caracteriza como uma das hortaliças mais importantes do Brasil em termos socioeconômicos e o Estado de Goiás se destaca como um dos maiores produtores deste segmento voltado para o setor industrial (EMBRAPA, 2021). Atualmente existe uma gama de agrotóxicos registrados para este tipo de plantação e o foco destes produtos é o combate a insetos, bactérias, fungos e pragas que causam prejuízos consideráveis à cadeia produtiva, como exemplos os agrotóxicos clorotalonil, tiofanat-metílico, metribuzim e difenoconazol (EMBRAPA, 2022).

Segundo último relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos (PARA), foram detectados em amostras de tomate, 45 tipos de agrotóxicos, e o carbendazim está entre os ativos que apresentaram maior número de detecção, com 82 amostras, mesmo não sendo autorizado para essa cultura (BRASIL, 2019). Apesar das vantagens no controle das pragas, a utilização deste agrotóxico em larga escala traz grandes transtornos e alterações ao meio ambiente.

O carbendazim é um fungicida sistêmico que faz parte da classe do benzimidazol, seu nome químico é methyl benzimidazol-2-ylcarbamate, apresenta fórmula molecular  $C_9H_9N_3O_2$  (Figura 3). Sua ação pesticida decorre da inibição da polimerização de  $\beta$ -tubulina, o que impede a formação adequada da estrutura celular e, conseqüentemente, prejudica o processo de divisão celular da praga ou doença (BRASIL, 2022).

FIGURA 3 - ESTRUTURA QUÍMICA DO CARBENDAZIM.



Fonte: BRASIL (2022).



O carbendazim está entre os 20 agrotóxicos mais comercializados no Brasil e tem o uso agrícola aprovado para a modalidade foliar nas culturas de cevada, trigo, feijão, citros, maçã, milho, soja, cana de açúcar, trigo e para a aplicação em sementes nas culturas de algodão, arroz, feijão, milho e soja (BRASIL, 2022).

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para cada matriz foram construídas duas curvas analíticas (uma delas pela fortificação das matrizes e outra preparada com padrão de cada agrotóxico em acetonitrila) construídas em 8 níveis de concentração diferentes para cada matriz. As curvas na matriz foram submetidas ao método de extração com partição a baixa temperatura de acordo com Pinho et al. (2010), com modificações.

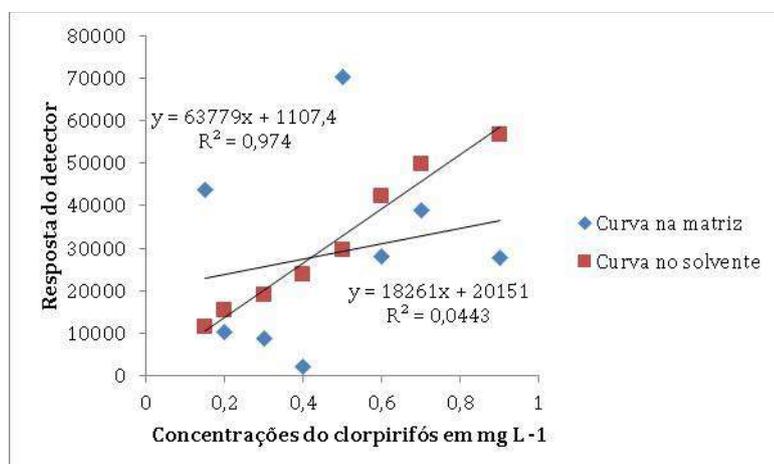
Primeiramente, analisou-se as matrizes para possível detecção da presença de agrotóxicos. Após a comprovação das análises de inexistência de contaminação na matriz com agrotóxico, elas foram utilizadas para fortificar e desenvolver as curvas no solvente e branco da matriz.

As amostras foram fortificadas com o padrão de cada agrotóxico, obtendo-se o extrato final com concentrações estabelecidas. Posteriormente adicionou-se 2 mL de água purificada, 4 mL de acetonitrila (solvente extrator), e homogeneizou-se durante 180 segundos em vórtex. Após essa etapa, as amostras foram resfriadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , por 3 horas em freezer, para partição à baixa temperatura, para em seguida retirar 1 mL de fase orgânica para análise cromatográfica líquida de alta eficiência. Os gráficos foram construídos no *software* Excel<sup>®</sup>. Posteriormente, analisou-se o paralelismo entre retas para avaliação qualitativa do efeito de matriz.

## 3. RESULTADOS

O efeito de matriz foi avaliado qualitativamente, a partir da comparação das curvas analíticas obtidas. Observa-se a falta de paralelismo entre as duas retas (matriz e solvente) indicando a presença de efeito matriz na análise dos três agrotóxicos estudados em suas respectivas matrizes, conforme Figuras 4 a 6.

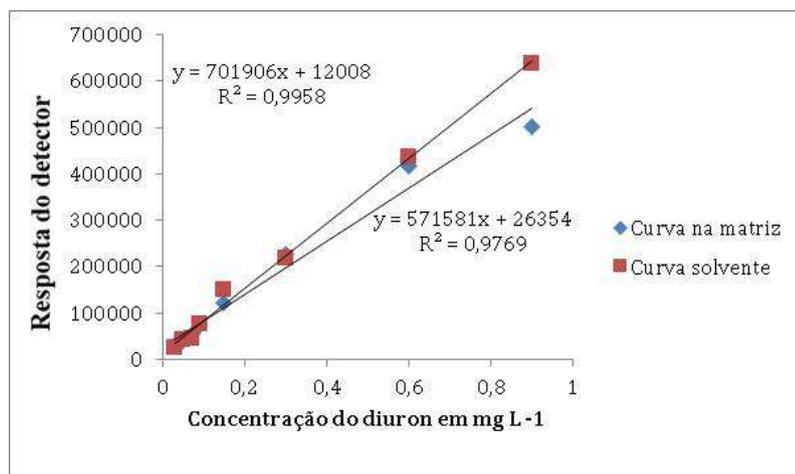
FIGURA 4 – PARALELISMO DO CLORPIRIFÓS EM CENOURA.



Fonte: Autoria própria.

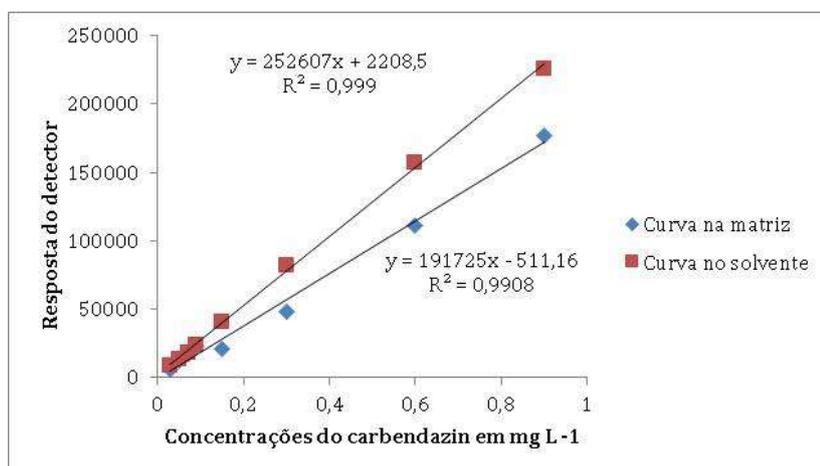


FIGURA 5 – PARALELISMO DO DIURON EM ÁGUA.



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 6 – PARALELISMO DO CARBENDAZIM EM TOMATE.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se um maior efeito de matriz na determinação de clorpirifós em cenoura, provavelmente o  $\beta$ -caroteno está influenciando a detecção do clorpirifós. Pinho et al. (2010) obteve resultados semelhantes e atribuiu aos pigmentos vegetais. Em água e tomate os efeitos foram menos evidentes, embora presentes.

## 4. CONCLUSÃO

Em todas as matrizes (tomate, água e cenoura) houve efeito de matriz, especialmente na cenoura. Novos estudos, utilizando a extração com partição a baixa temperatura e a análise por cromatografia líquida de alta eficiência, estão sendo conduzidos de forma quantitativa para um melhor entendimento do efeito de matriz na determinação de agrotóxicos clorpirifós, carbendazime e diuron em cenoura, tomate e águas superficiais, respectivamente.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SHAALAN N.H. et. al. High performance removal and simulation studies of diuron pesticide in water on MWCNTs. **Journal of Molecular Liquids**, 289 111039. 2019.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**. Parte A, 2011. Disponível em: [http://www.paranaiba.cbh.gov.br/PRH/RP03-Parte\\_C.pdf](http://www.paranaiba.cbh.gov.br/PRH/RP03-Parte_C.pdf). Acesso em: 17 de março de 2023.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**. Relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>. Acesso em: 15 de nov de 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Monografias de agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra>. Acesso em: 15 nov 2023.

CARVALHO, A. D. F. et al. **Sistemas de Produção nº 2: Cenoura / Daucus Carota L**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

COSTA, M. S. **Caracterização e avaliação dos aspectos fitotóxicos e citogenotóxicos do organofosforado clorpirifós, por meio de ensaios in vivo e in vitro**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular), Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, p. 119. 2021.

INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. DOQ- CGCRE-008: **Orientação sobre validação de métodos analíticos. Instituto Nacional de Metrologia, Documentação de carácter orientativo**. Revisão 09, 2020. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Cgcre/DOQ/DOQ-Cgcre-8\\_08.pdf](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Cgcre/DOQ/DOQ-Cgcre-8_08.pdf). Acesso em: 29 de maio de 2023.

OLIVEIRA JÚNIOR C. I. et al. Determination of Pesticides in Soybean Seeds Incorrectly Discarded Near a Spring of the Paranaíba River, GO-Brazil. **Chemistry & Biodiversity**, 18, E202100560, 2021.

PEREIRA, B. de F. M. et al. CONTAMINAÇÃO NO LENÇOL FREÁTICO, RIOS, LAGOS E LAGOAS DO BRASIL POR AGROTÓXICOS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 7, p. 863-874, 2022.

PINHO, G. P. et al. Efeito de matriz na quantificação de agrotóxicos por cromatografia gasosa. **Química Nova**, v. 32, p. 987-995, 2009.

PINHO, G. P. et al. Influência dos constituintes químicos dos extratos de diferentes matrizes na resposta cromatográfica de agrotóxicos. **Química Nova**, v. 33, p. 909-913, 2010.

ROSA, R.; SANO, E. E. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do rio paranaíba land use and vegetation cover in the paranaiba river basin. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 9, n. 19, p. 32-56, 2014.

SANTE - European Commission Reference Laboratories (EURL), document SANTE/12682/2019. Analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed. Disponível em: [https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-01/pesticides\\_mrl\\_guidelines\\_wrkdoc\\_2019-12682.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-01/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2019-12682.pdf), 2020. Acesso em: 19 ago. 2023.



# CAPÍTULO 8

## VACINAÇÃO: Experiência de estudantes de medicina com dependentes químicos

**Lohany Christiny Campos Rodrigues** - camposlohany@gmail.com  
Faculdade de Medicina Zara de Itumbiara– ZARNS

**Layla Pires Silva** - laylapiressilva@hotmail.com  
Faculdade de Medicina Zara de Itumbiara– ZARNS

**Larissa Schiavo Ferreira da Costa** - larissaschiavo17@gmail.com  
Faculdade de Medicina Zara de Itumbiara– ZARNS

**Rogério Pacheco Rodrigues** - rogerio.pacheco@ifg.edu.br  
Faculdade de Medicina Zara de Itumbiara– ZARNS

**Tiago Nogueira de Abreu** - tiago.abreu@faculdadezarns.com.br  
Faculdade de Medicina Zara de Itumbiara– ZARNS

**RESUMO:** A interseção desafiadora entre a formação acadêmica em medicina e a complexa realidade dos dependentes químicos é um desafio para estudantes. Dessa forma, a cobertura vacinal é crucial na prevenção de doenças infecciosas, contribuindo para a imunidade em larga escala. A vida complexa dos dependentes químicos muitas vezes os coloca à margem do sistema de saúde, tornando-os mais vulneráveis a doenças evitáveis por vacinação. Além disso, a abordagem da cobertura vacinal em dependentes químicos visa promover saúde e prevenir doenças nesse grupo vulnerável. A experiência prática de estudantes de medicina em um projeto de extensão, aplicando vacinas e interagindo com dependentes químicos, revela desafios, mas destaca a importância da humanização no cuidado. Em suma, Este capítulo explora a importância da cobertura vacinal, responsabilidade de manter cadernetas atualizadas e a experiência prática de estudantes de medicina, com o objetivo de atualizar os cartões de vacina e realizar uma leitura de saúde em um centro terapêutico para dependentes químicos em Cachoeira Dourada, em Goiás.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vacinação, Dependentes Químicos, Estudantes de Medicina.

### 1. INTRODUÇÃO

A interseção entre a formação acadêmica em medicina e a realidade complexa dos dependentes químicos representa um desafio significativo para estudantes nesta área. O contato direto com pacientes afetados por transtornos relacionados ao uso de substâncias oferece uma oportunidade única para integrar teoria e prática, expandindo não apenas o conhecimento



técnico, mas também a compreensão humana. Este capítulo explora a importância da cobertura vacinal, a responsabilidade de manter as cadernetas atualizadas e a experiência prática de estudantes de medicina ao lidar com dependentes químicos, com o objetivo explícito de atualizar os cartões de vacina desses indivíduos e realizar uma leitura de seu estado de saúde. Ao examinar essas experiências, observa-se uma busca comum: compreender como a formação em medicina pode ser enriquecida pela imersão em contextos desafiadores, proporcionando uma base sólida para a construção de profissionais mais empáticos, informados e capazes de enfrentar os dilemas inerentes ao processo saúde e doença e ao uso de substâncias.

### **1.2 A Cultura de Imunização no Brasil**

A cobertura vacinal é crucial na prevenção de doenças infecciosas, contribuindo para a imunidade em larga escala (Martins; Santos; Álvarez, 2019). A "cultura de imunização" no Brasil remonta ao século XIX, destacando-se a campanha de erradicação da varíola e evoluindo para abranger diversas vacinas, incluindo COVID-19 (Hochman, 2011). Essa cultura, expressa como "cidadania biomédica," reflete uma sociedade desigual, mas com boa cobertura devido à oferta pública de imunizantes. A aceitação da vacina como um bem é crucial, assim como a imunização voluntária em contraste com episódios históricos de imunização compulsória, resultando em movimentos anti vacinas. A complexidade da estratégia de vacinação envolve crenças políticas, científicas e culturais, destacando a importância das políticas públicas educativas para promover a aceitação da vacina como vital para a saúde da população (Hochman, 2011).

### **1.3 Responsabilidade de Atualização da Caderneta**

A manutenção das cadernetas de vacinação é uma responsabilidade compartilhada entre profissionais de saúde e os indivíduos. No entanto, a vida complexa dos dependentes químicos muitas vezes os coloca à margem do sistema de saúde, tornando-os mais vulneráveis a doenças evitáveis por vacinação. Em casos de centros terapêuticos que trabalham em favor da abstinência desses indivíduos, devem se atentar para a necessidade de acompanhamento da caderneta de vacinação do adolescente, do adulto e do idoso realizando parcerias com a APS. Com objetivo de assegurar a imunização preconizada pelo Programa Nacional de Imunização (PNI) e otimizar todas as possibilidades de vacinação, é imprescindível que os profissionais encarregados da sala de vacinação, bem como os beneficiários, estejam devidamente informados acerca das reais indicações e contra indicações. Isso visa diminuir as incidências de atrasos no cronograma vacinal (Martins, Santos, Álvares, 2019). A atuação proativa dos profissionais de saúde, especialmente dos estudantes de medicina, é essencial para assegurar que essas populações também tenham acesso às vacinas necessárias.

### **1.4 Ética médica**

Nesse ínterim, é necessário dividir a decisão com o paciente, para isso este precisa estar informado sobre os riscos da não vacinação, cumprindo com a parte do profissional de saúde ao trabalhar em favor da beneficência do usuário do sistema único de saúde (SUS). O código de ética do estudante de medicina também previne a respeito das interações com a sociedade, de acordo



com o Art. 39 é dever do estudante de medicina agir de forma solidária e respeitosa valorizando atitudes e medidas que beneficiem o crescimento coletivo (Conselho Federal de Medicina, 2018). Além disso, o respeito às decisões dos indivíduos é fundamental, pois também é prevenido pelo princípio ético da autonomia (Conselho Federal de Medicina, 2019).

### 1.5 Justificativa e Objetivos

A abordagem da cobertura vacinal em uma população de dependentes químicos é fundamentada na necessidade urgente de promover a saúde e prevenir doenças nesse grupo vulnerável, historicamente marginalizado pelo sistema de saúde. Os desafios enfrentados por dependentes químicos, incluindo barreiras ao acesso a serviços médicos preventivos, exposição constante a ambientes de risco e condições precárias de vida, aumentam sua suscetibilidade a doenças infecciosas. Segundo Brasil (2023) a falta de atenção histórica a essa população destaca a urgência de modificar modelos de assistência para garantir de maneira equitativa o direito de cada cidadão à atenção adequada. O capítulo objetiva explorar como os estudantes de medicina podem desempenhar um papel ativo na melhoria da cobertura vacinal, não apenas atualizando os cartões de vacina, mas também compreendendo as necessidades dessa população, permitindo intervenções mais eficazes e humanizadas. Ao examinar a experiência prática dos estudantes nesse contexto específico, busca-se destacar os desafios e as oportunidades de impacto positivo para os pacientes e os futuros profissionais de saúde.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Na visita ao acolhimento na cidade de Cachoeira Dourada, cidade próxima a Itumbiara, foram encontrados, em sua grande maioria, adultos com idade entre vinte e nove anos até sessenta anos. Contando com a administração de doses vacinais de Influenza, de Dt, Spikevax Bivalente contra a COVID- 19 e hepatite B.

Todos os homens que se propuseram à vacinação foram prontamente atendidos pelos estudantes e professores ali presentes. Assim, havia no local 35 homens e todos foram vacinados. Dentre os discentes foram o total de 15 estudantes de medicina do 3º período da faculdade de Medicina de Itumbiara e 2 docentes da disciplina de Interação Comunitária, além de colaboradores que atuam no Centro Terapêutico.

Os integrantes da Comunidade terapêutica não portavam os seus cartões de vacinação e a instituição responsável por eles também não possuía os dados vacinais daqueles homens. Por essa razão, eles receberam um novo cartão de vacina e foi iniciado um novo ciclo vacinal das vacinas oferecidas na ocasião.

Essa ação proposta pela Faculdade de Medicina de Itumbiara não apenas visou a proteção individual, mas também contribuiu para fortalecer a saúde coletiva da comunidade atendida, reforçando a importância da prevenção e do cuidado com a saúde.



## 2.2 Objetivo do Programa Nacional de Imunizações

Sendo assim, é importante discutir acerca do êxito das Campanhas de Vacinação contra a varíola na década dos anos sessenta, mostrou que a vacinação em massa tinha o poder de erradicar a doença. O último caso de varíola notificado no Brasil foi em 1971. Em 1975 foi institucionalizado o PNI que passou a coordenar, assim, as atividades de imunizações desenvolvidas rotineiramente na rede de serviços. Ao longo do tempo, a atuação do PNI consistiu em consolidar uma estratégia de vacinação em âmbito nacional para corroborar com o controle de doenças imunopreveníveis.

A implantação e atualização da caderneta de vacinação são práticas integradas ao PNI como meio de assegurar que a população receba as vacinas recomendadas nos períodos adequados, contribuindo para a prevenção de diversas doenças. Na caderneta dos indivíduos de vinte a vinte e nove anos de idade deve-se ter completo duas doses de tríplice viral, três doses de hepatite B, três doses de tétano e difteria (Dt) mais uma a cada dez anos de reforço e uma dose de febre amarela. Já na idade de trinta a cinquenta e nove anos espera-se no cartão de vacina ao menos uma dose de tríplice viral, três doses de hepatite B, três doses de Dt mais uma a cada dez anos de reforço e uma dose de febre amarela. Em idosos de sessenta anos ou mais é necessário obter três doses de hepatite B, influenza anualmente (Brasil, 2001).

Recentemente acrescentou-se ao calendário as vacinas contra COVID-19, para as pessoas de doze a trinta e nove anos de idade, que não iniciaram a vacinação, que estão com esquema vacinal incompleto ou não incluídas no grupo prioritário, recomenda-se as vacinas bivalentes com o esquema primário utilizando duas doses das vacinas Covid-19, monovalente, e o reforço com intervalo mínimo de 4 meses entre as doses. Para adultos de quarenta a cinquenta e nove anos de idade, não incluídos no grupo prioritário, é necessário receber as vacinas bivalentes, o esquema vacinal é composto por duas doses e duas doses de reforço (Brasil, 2021). Caso não seja apresentada a caderneta de vacinação no ato de atualização vacinal, é preconizado que, de acordo com a idade, seja feita a administração das doses que faltam, levando em consideração o relato do paciente.

### 2.2 A vulnerabilidade dos usuários de drogas.

Diante da importância da vacinação é necessário compreender os desafios que os usuários de drogas enfrentam em relação à imunidade. Para tanto, discute-se a dependência refere-se à necessidade física ou psicológica de uma substância psicoativa, podendo ser qualquer droga, natural ou sintética, capaz de alterar o comportamento e gerar dependência. Atualmente, a dependência química assume proporções globais, deixando de ser apenas uma questão médica e tornando-se um problema complexo envolvendo aspectos econômicos, sociais, políticos e de saúde pública (Gugel *et al.*, 2021). Assim, o Gugel *et al.* (2021) em seu estudo com os dependentes químicos têm impacto na imunidade, manifestada por uma baixa resistência a infecções, tornando-os mais suscetíveis a contrair doenças, portanto, de disseminá-las. O fato do estilo de vida do dependente químico ser instável o torna vulnerável e proporciona menor cuidado com a saúde, então, cabe aos centros terapêuticos, que acolhem esses indivíduos, estarem atentos ao processo de saúde doença trabalhando em conjunto com a rede de atenção à saúde do SUS.



### **2.3 Desigualdade no acesso aos serviços de saúde.**

De acordo com o estudo de Marques *et al.* (2021) fala como em dezembro de 2019, veio à tona a informação sobre casos de uma síndrome gripal surgida em Wuhan, China, associada a um novo coronavírus, o SARS-CoV-2. Em 11 de março de 2020, com mais de 118 mil casos globalmente e 4.291 mortes confirmadas, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a Covid-19 como uma pandemia global. Desde então, o mundo tem enfrentado não apenas desafios sanitários, mas também uma crise econômica e social, agravando-se para populações marginalizadas com dificuldades no acesso aos direitos humanos e sociais fundamentais. Nesse contexto, as disparidades e desigualdades têm sido destacadas em vários níveis. A capacidade de permanecer em casa sem impactos substanciais na renda e no emprego torna-se uma questão crucial nas experiências práticas e cotidianas das pessoas. A pandemia acentua e evidencia profundas desigualdades sociais em diversos níveis. No entanto, é importante ressaltar que o grupo designado como "pessoas que usam drogas" não constitui uma entidade homogênea. Este termo abrange uma população diversa que se identifica pela interseção entre o uso de substâncias e situações de vulnerabilidade e desfiliação social, especialmente aqueles em situação de rua, tornando-os particularmente suscetíveis aos impactos da pandemia (Marques *et al.*, 2021).

### **2.4 O preconceito em relação aos usuários de drogas para imunização**

A dificuldade em acessar usuários de drogas para cuidados em saúde, destacada por Soares (2022), decorre da falta de profissionais qualificados e desinteresse no cuidado, refletindo um viés significativo. A formação inadequada dos profissionais, especialmente na área de saúde em instituições de ensino superior, é evidente. Nesse contexto, a pandemia de COVID-19 agudizou a invisibilidade e riscos sociais desses indivíduos, agravados pelo estigma associado a estereótipos pejorativos. No Brasil, a abordagem tradicional focada em segurança pública é insuficiente, sendo crucial uma perspectiva de saúde pública. Portanto, o isolamento social da pandemia criou barreiras de acesso, exacerbadas pelo estigma. A construção de uma sociedade menos moralizadora é vital, com foco na escuta e acolhimento dos usuários de drogas, independentemente de questões jurídicas. Dessa forma, a promoção da educação em saúde, imunização contra o estigma e ações para reintegrar usuários de drogas na sociedade são necessárias. Os serviços de saúde devem abordar ativamente o estigma durante o cuidado e tratamento para aumentar a eficácia do tratamento e a adesão dos usuários aos serviços (Soares, 2021).

### **2.6 Prática na Faculdade de Medicina**

A experiência procedeu-se de um projeto de extensão vinculado à Faculdade ZARNS de Itumbiara-GO, com um grupo de alunos do terceiro período que se deslocou até o município de Cachoeira Dourada em um Centro Terapêutico de cuidados com dependentes químicos. A partir do conhecimento proposto em aula sobre a caderneta de vacinação do adulto e do idoso e também dos métodos de aplicação vacinal, o projeto teve como foco a prática de aplicação vacinal, atualização de cadernetas de vacinação e interação com os internos do local. Os discentes se dividiram em dois grupos e revezaram para aprender a técnica de aspiração e aplicação das



vacinas e para preencher as cadernetas de vacinação de acordo com a necessidade, mantendo um diálogo entre estudantes, usuários e docentes.

### 3. RESULTADOS

Dessa forma, os imunizantes aplicados, a maioria sendo de Influenza e Dt (tétano e difteria), pois muitos não possuíam cartão de vacina, além de hepatite B devido a faixa etária. Ademais, foi oferecida a vacina Spikevax Bivalente contra a COVID- 19, porém, alguns se recusaram a vacinar. Dessa forma, a experiência vivida pelos acadêmicos do curso de medicina esteve além da parte prática do cuidado em saúde, mas envolveu a importância da humanização, do cuidado com o dependente químico e da percepção do outro. No momento em que foi realizada a campanha os acolhidos estavam receosos com a chegada dos estudantes e estavam se propondo a recebê-los conforme as regras da instituição.

Entretanto, durante a coleta dos dados foi estabelecido o vínculo entre os discentes e os homens presentes, ao estabelecer diálogo sobre a importância da vacinação eles foram permitindo que a imunização fosse realizada de maneira menos institucionalizada. O acolhimento entre os acadêmicos e os dependentes químicos do centro terapêutico foi essencial para a percepção do outro, para levar em consideração a diversidade nas práticas de saúde e ao mesmo tempo a singularidade, respeitando as escolhas de cada um (Brasil, 2003). Com um olhar mais humanizado, houve, para os autores, a conscientização a respeito da importância do cuidado em saúde para pessoas institucionalizadas.

#### 3.1 A problemática das comunidades terapêuticas.

Para tanto, uma das problemáticas observadas no contexto dessa prática acadêmica no que tange comunidades terapêuticas se relaciona, no Brasil, contrariando diretrizes internacionais, há um crescente investimento nas comunidades terapêuticas em detrimento da expansão de serviços comunitários de atenção psicossocial. Essas comunidades, entendidas como entidades privadas e sem fins lucrativos, são criticadas por violações de direitos humanos e problemas sanitários, apresentando riscos adicionais para o contágio e adoecimento. As desigualdades já presentes nas experiências cotidianas dessas populações podem se aprofundar, especialmente com a institucionalização como resposta estatal prioritária, perpetuando o ciclo de exclusão e estigmatização. Portanto, é crucial defender abordagens que priorizem o acesso à moradia e outros direitos fundamentais para essa população. Diante desse cenário, a compreensão dos impactos específicos sobre grupos vulneráveis e a construção de abordagens que atendam às suas necessidades tornam-se imperativas (Marques *et al.*, 2021). O uso de álcool e outras drogas é um grave problema de saúde pública, e, nesse sentido, há a necessidade da responsabilização do SUS por essas pessoas na direção de subsidiar a construção coletiva de seu enfrentamento. Neste sentido, torna-se importante o estudo das barreiras de acesso na saúde e em especial, aos usuários de álcool e outras drogas ao serviço de saúde, principalmente, as diversas formas de imunização, pois a ocupação desses espaços de saúde pelos usuários de drogas é problemática e rodeado pelo preconceito, estigma, dificuldade na formação profissional, pouco interesse ou até mesmo desinteresse e dificuldade no manejo por parte dos profissionais de saúde que lidam com



estes usuários (Soares, 2022).

### 3.2 Prática na Faculdade de Medicina

A prática durante a formação em medicina desempenha um papel crucial na preparação de futuros profissionais de saúde. A utilização de simulação tem se destacado como uma estratégia para incorporar metodologias ativas, essa abordagem visa impulsionar o desenvolvimento dos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor, preparando os futuros profissionais de saúde para atenderem aos pacientes com segurança e eficácia, ao mesmo tempo que estimula uma prática reflexiva (Costa *et al.*, 2019). Ao lidar diretamente com pacientes, os estudantes têm a oportunidade não apenas de aplicar conhecimentos teóricos, como nesse caso da aplicação vacinal intramuscular, mas também de desenvolver habilidades interpessoais e éticas, por meio da comunicação eficiente com escuta ativa. A interação com dependentes químicos oferece um cenário desafiador, mas rico em aprendizado, proporcionando uma compreensão mais profunda das complexidades associadas ao uso de substâncias, aplicação da teoria e quebra de estigmas sociais.

## 4. CONCLUSÃO

Este capítulo aborda a complexa relação entre a formação médica e os dependentes químicos, enfatizando a vital importância da cobertura vacinal na promoção da saúde pública. A experiência prática dos estudantes de medicina destaca desafios e oportunidades de enriquecimento na formação, capacitando futuros profissionais para lidar com dilemas do processo saúde-doença e uso de substâncias. Destacando a importância do Programa Nacional de Imunizações no Brasil, o capítulo ressalta seu papel na erradicação de doenças. Aborda a ética médica e a responsabilidade na manutenção das cadernetas de vacinação, especialmente no contexto desafiador dos dependentes químicos. Discute a importância da cobertura vacinal e a cultura de imunização no Brasil, ressaltando a importância das campanhas e a necessidade de enfrentar movimentos antivacinas. Além disso, analisa o impacto da pandemia de COVID-19 nos dependentes químicos, evidenciando a necessidade de abordagens considerando as desigualdades sociais. Assim, a última seção aborda desafios específicos dos usuários de drogas em relação à imunidade, destacando a importância da responsabilização do Sistema Único de Saúde (SUS) e a necessidade de superar estigmas. Em resumo, o capítulo fornece uma visão abrangente sobre a interseção entre a formação em medicina, a cobertura vacinal e a realidade dos dependentes químicos, ressaltando a aplicação prática da teoria no relato de experiência em Cachoeira Dourada em Goiás.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Coordenação Nacional de DST e AIDS. **A Política do Ministério da Saúde para a atenção integral a usuários de álcool e outras drogas**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_atencao\\_alcool\\_drogas.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_atencao_alcool_drogas.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.



BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Procedimentos para Vacinação**. Brasília, DF, 4. ed., 2001. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/manu\\_proced\\_vac.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/manu_proced_vac.pdf). Acesso em: 23 nov. 2023.

BRASIL, Programa Nacional de Imunizações. **Ministério da Saúde, Esquema de vacinação**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_procedimentos\\_vacinacao.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_vacinacao.pdf) Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL, Programa Nacional de Imunizações (PNI) : 40 anos. **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa\\_nacional\\_imunizacoes\\_pni40.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_imunizacoes_pni40.pdf). Acesso em: 23 nov. 2023.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Código de Ética Médica**: Resolução CFM nº 2.217/2018. Brasília: CFM; 2019.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Código de Ética Médica do Estudante de Medicina**. Brasília, DF: CFM, 2018.

COSTA, L.C.S. *et al.* Undergraduates performance on vaccine administration in simulated scenario. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Brasília, DF, v. 72, n. 2, p. 345-353, mar./abr. 2019.

GUGEL, S. *et al.* Percepções acerca da importância da vacinação e da recusa vacinal: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**. São José dos Pinhais, PR, v.7, n.3, p. 22710-22722, fev. 2021.

HOCHMAN, G. Vacinação, varíola e uma cultura da imunização no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, RJ, v. 16, n. 2, p. 375-386, jul. 2011.

MARQUES, A. L. M. *et al.* O impacto da Covid-19 em grupos marginalizados: contribuições da interseccionalidade como perspectiva teórico-política. **Interface- Comunicação, Saúde, Educação**. Botucatu, SP, v. 25, n. 1, p. 200812, maio 2021.

MARTINS, K. M.; SANTOS, W. L.; ÁLVARES, A. C. M. A importância da imunização: revisão integrativa. **Revista de Iniciação Científica e Extensão (REICen)**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 96-101, fev. 2019.

SOARES, H. L. R. **Barreiras de Acesso aos usuários de álcool e outras drogas aos CAPS**: revisão da literatura. Orientador: Paulo Duarte de Carvalho Amarante. 183 f. Dissertação (Pós- graduação em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/hugo\\_leonardo\\_rodrigues\\_soares\\_ensp\\_mest\\_2022.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/hugo_leonardo_rodrigues_soares_ensp_mest_2022.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.



# CAPÍTULO 9

## PROTODUINO: Kit de desenvolvimento de programação em plataforma Arduino

**Thales Fleury Santos** – thalesfleury santos@gmail.com  
Escola SESI Itumbiara

**Josemar A. Santos Jr.** - josemar.junior@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara– IFG

**RESUMO:** Após testes com sistemas convencionais de programação de Arduino, percebeu-se a necessidade de uma placa mais amigável para alunos sem conhecimento em eletrônica. Este trabalho tem como objetivo aprimorar o ensino de programação de microcontroladores por meio de um dispositivo baseado no *hardware* da plataforma Arduino Uno, utilizando a Arduino IDE para programação. Todas as portas digitais já possuem LEDs de sinalização conectados, eliminando assim erros de conexão ou montagem.

Este kit possui um processador Atmega-328P com *bootloader* do Arduino Uno para criar uma placa com LEDs de sinalização em todas as portas digitais, simplificando o aprendizado da programação. O PROTODUINO possui um conversor USB/Serial, permitindo a programação diretamente na placa de testes com conexão via cabo ao computador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Programação Arduino; Kit didático Arduino; Microcontrolador Didático.

### 1. INTRODUÇÃO

Os microcontroladores estão cada vez mais presentes em diversas aplicações que vão desde o ensino escolar até mesmo projetos *makers*, na filosofia faça você mesmo, pois os mesmos podem proporcionar maior eficiência e confiabilidade em projetos que vão desde baixo nível de complexidade até os mais complexos, equiparando-os aos industriais.

Contudo, quem deseja começar a desenvolver aplicações baseadas neste componente, muitas vezes se depara com dificuldades acerca dos métodos de programação utilizados e a falta de conhecimento em eletrônica.

Este trabalho visa auxiliar no aperfeiçoamento de aulas de programação de microcontroladores através de um kit de desenvolvimento baseado na plataforma Arduino, com utilização do Arduino IDE para a programação, sem que o programador se preocupe com as conexões entre as portas digitais e os LEDs de sinalização para os primeiros programas a serem criados.



O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica *open-source* (código aberto) e *hardware* livre, popular mundialmente por sua agilidade na produção de protótipos e baixo custo. É uma plataforma de computação física embarcada que pode ser utilizada em uma infinidade de projetos diferentes (MAKIYAMA, 2022).

O Protoduino baseia-se no esquema de construção de placas Arduino *standalone*, no qual é capaz de funcionar com um sistema mínimo (STRAUB, 2023).

### 1.1. OBJETIVOS

Objetiva-se com este trabalho auxiliar alunos de programação que não dominam eletrônica a aprender a programar com um kit onde todas as portas digitais já possuam LEDs de sinalização conectados.

O *firmware* gravado no microcontrolador é semelhante ao do Arduino Uno, logo a programação dele é idêntica ao do Arduino Uno. Possui também barramento de pinos ligados em todas as portas digitais e analógicas para facilitar a conexão com *protoboards* (placas de testes) para evitar mal contato e e reguladores de tensão para alimentação de dispositivos auxiliares.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O PROTODUINO utiliza o microcontrolador Atmega-328P (Figura 1A) com *bootloader* do Arduino Uno para criação de uma placa onde todas as portas digitais possuem um LED de sinalização. Com isso, é aumentada a diversidade de programas que os alunos podem desenvolver sem necessidade de montagens adicionais (CORTELETTI, 2006).

Adicionou-se neste projeto um conversor USB/Serial (Figura 1B) para que a programação possa ser realizada diretamente no microcontrolador, sem a necessidade de uma placa de programação ou circuito adicional, necessitando apenas de um cabo USB para conexão com o computador (ALBERTI, 2013).

FIGURA 1 – ATMEGA-328P (A) E CONVERSOR USB/SERIAL(B).



(A)



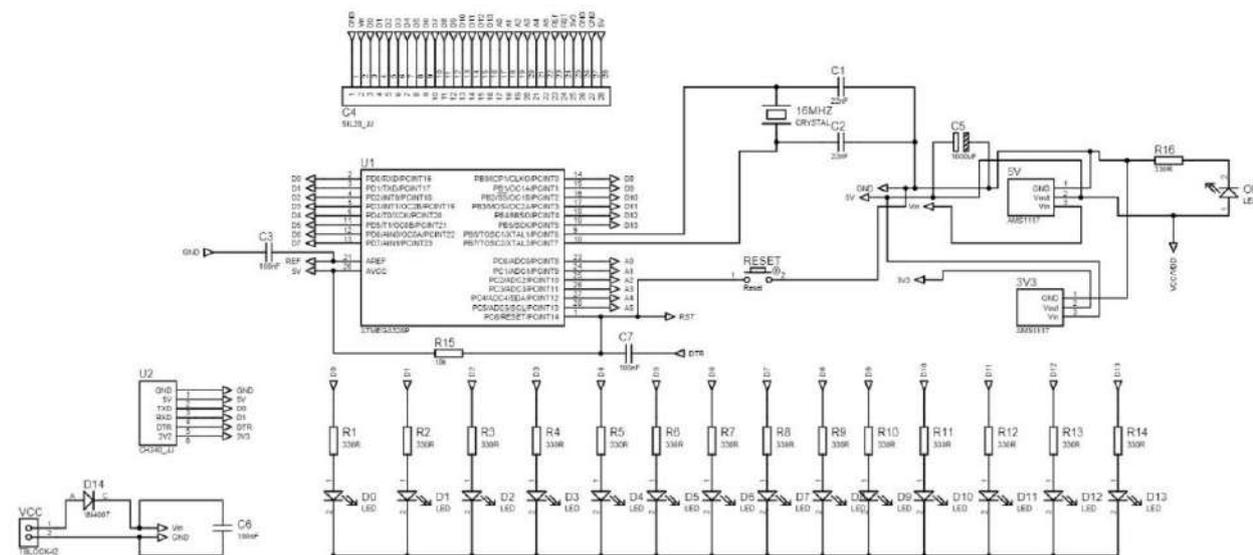
(B)

Fonte: Makehero, 2023.



O circuito foi desenvolvido de acordo com o esquema apresentado na Figura 2, onde há a união do projeto *standalone* com o conversor Serial/USB para gravação da programação em uma só placa.

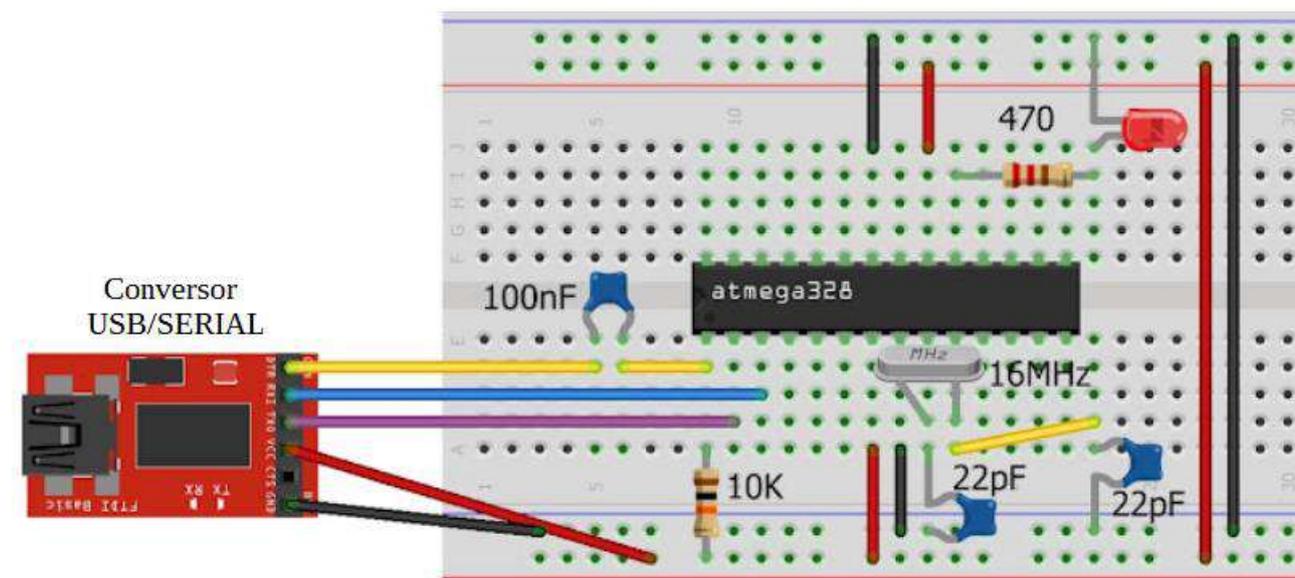
FIGURA 2 – ESQUEMÁTICO DO PROTODUINO.



Fonte: PackDuino (2022).

A Figura 3 apresenta o teste prático realizado em *protoboard* para validação do funcionamento da operação do microcontrolador de modo *stand alone* (circuito mínimo de funcionamento) e gravação em placa com o conversor USB/serial.

FIGURA 3 – ESQUEMÁTICO DO PROTODUINO.



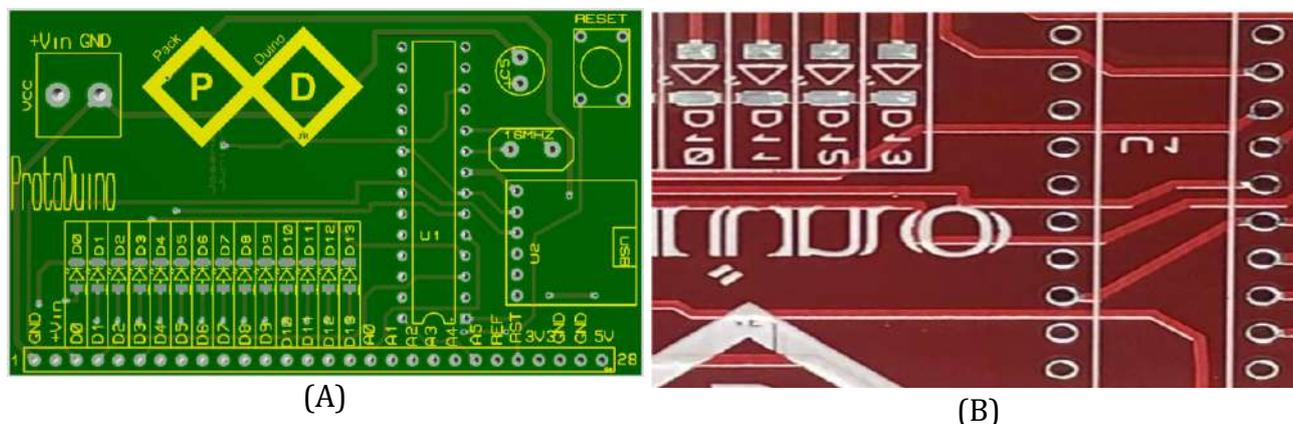
Fonte: ALBERTI (2013).

Com a validação do projeto em placa de teste, realizou-se então a criação da placa de circuito impresso em *software*, como apresentada na Figura 4 A, para produção física posteriormente. O



projeto foi enviado para uma empresa especializada em confecção de placas de circuito impresso, resultando na placa apresentada na Figura 4B. A placa de circuito impressa chegou idêntica ao projetado, é possível observar as semelhanças entre elas como apresenta a Figura 4.

FIGURA 4 – PROTODUINO: PROJETO (A) E PLACA PRONTA (B).



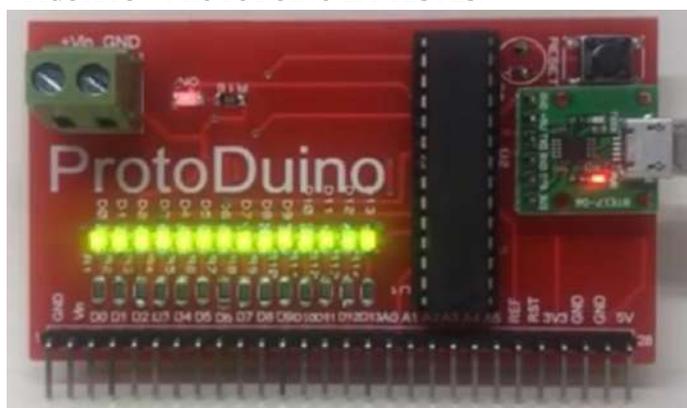
Fonte: Autoria própria.

As portas analógicas do Atmega 328P estão todas acessíveis (A0 até A5), conectadas diretamente no barramento de conexão com o *protoboard*. Os circuitos podem ser alimentados pela porta USB do computador, quando necessitar de pouca corrente, ou por fonte externa através do conector Vcc. A tensão de entrada pelo conector Vcc ou pino +Vin pode ser na faixa de 5,5V a 9V e com isso, habilita as saídas dos reguladores de tensão de 5V e 3,3V para alimentação de dispositivos externos de até 800mA. Todas as portas digitais possuem LEDs de sinalização (D0 a D13) e também estão conectadas no barramento.

### 3. RESULTADOS

Após a soldagem dos componentes na placa, deu-se início aos testes de programação com o PROTODUINO. A placa foi testada com diversas programações diferentes, comprovando a capacidade de programar desenvolvidas pelos alunos sem a necessidade de conexões elétricas para programações de baixa e média complexidade.

FIGURA 5 – PROTODUINO EM TESTES.



Fonte: Autoria própria.



Para programações mais complexas, onde há necessidade de conexões com sensores entre outros dispositivos, esta placa foi projetada para encaixar em *protoboards* de 400 furos ou mais, para que fosse reduzida a chance de mal contato dos componentes com a placa. A Figura 5 apresenta a placa finalizada em testes.

A alimentação da placa pode ser realizada pela porta USB do computador para as programações que utilizarem os LEDs presentes nas portas digitais. Na utilização de fontes externas é possível utilizar as saídas reguladas de 5V e 3,3V para alimentar os sensores que necessitem de maior corrente de operação.

Assim como na placa convencional Arduino, pensou-se também em exemplos de programação para que pudessem ser utilizados na aprendizagem dos programadores iniciantes. Foram disponibilizados três (3) exemplos no site de compartilhamento do projeto no github (PACKDUINO, 2023). Todos os projetos podem ser desenvolvidos no mesmo software utilizado para programar todos os microcontroladores da família Arduino, o Arduino IDE.

#### 4. CONCLUSÃO

O Arduino Uno *standalone* é uma plataforma ideal para iniciantes em programação, contudo exige um certo conhecimento em eletrônica para ser montado em *protoboard*, além da dificuldade em gravar o programa no microcontrolador. Dificuldade esta, que não existe com este projeto.

O PROTODUINO para aprendizagem em programação em Arduino se mostrou muito promissor, pois não há necessidade de que o aluno (programador) tenha conhecimento aprofundado em circuitos ou eletrônica para poder iniciar seus estudos de programação. Para os alunos com maior grau de conhecimento, também é bastante útil devido à sua confiabilidade com conexões entre sensores e placas de testes (*protoboards*).

Neste projeto também incluiu-se programas exemplos que podem ser utilizados pelos programadores iniciantes como base para o desenvolvimento de estudos ou até mesmo de programas próprios.

A programação em Arduino é facilitada para os iniciantes com pouco conhecimento em circuitos eletrônicos, pois na versão original do Arduino Uno apenas um LED é conectado diretamente a porta digital (D13). Onde é evidente que erros de conexões em circuitos podem desmotivar os iniciantes que tem maior dificuldade em descobrir os erros, pois não sabem se o problema está na programação ou nas conexões realizadas com dúvidas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, Daniele. “**Arduino Standalone, schema e circuito**”. 06/09/2023. Último acesso em 24/11/2023. Disponível em <https://www.danielealberti.it/2013/06/arduino-standalone.html>.

CORTELETTI, Daniel. “**Dossiê Técnico: Introdução à programação de microcontroladores Microchip PIC**”, SENAI-RS, Centro Tecnológico de Mecatrônica, outubro de 2006. Último acesso em 23/11/2023. Disponível em <https://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTE=>



MAKEHERO. Loja Virtual. Último acesso em 22/11/2023. Disponível em <https://www.makerhero.com/>

MAKIYAMA, Marcio. “**O que é arduino, para que serve, benefícios e projetos [Exemplos]**”. 29 novembro 2022. Último acesso em 22/11/2023. Disponível em <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/>

MONK, S., “**Programação com Arduino: Começando com Sketches**”. Bookman; 2ª edição. 20/07/2017.

STRAUB, Matheus Gebert., “**Arduino Standalone: Um Projeto Diy Para Quem Deseja Construir O Seu Próprio Microcontrolador**”. Último acesso 25/09/2023. Disponível em <https://www.usinainfo.com.br/blog/arduino-standalone-um-projeto-diy-para-quem-deseja-construir-o-seu-proprio-microcontrolador/>.

PACKDUINO. Desenvolvimento de Packs para Arduino. Último acesso em 25/11/2023. Disponível em: <https://github.com/Packduino/ProtoDuino>



## CAPÍTULO 10

# EDUCAÇÃO ALÉM DAS FRONTEIRAS: Um caso de curricularização da extensão com o ensino médio em Itumbiara

**Diuly Pereira Tófalo** - diulytofalo@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Anna Karolyna Marques Rodrigues** - anna.karolyna@academico.ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Erick Nascimento de Oliveira** - ericknasci@hotmail.com.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Eryc Dias Medeiros Silva** - erycerycdiasdias@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Marcelo Escobar de Oliveira** - marcelo.oliveira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** A curricularização da extensão é uma prática já recorrente nos cursos de graduação, que visa integrar atividades práticas ao currículo formal das instituições educacionais, estabelecendo uma ligação mais estreita entre o conhecimento acadêmico e sua aplicação prática na sociedade. Enquanto a legislação brasileira direciona essa abordagem no Ensino Superior, a ausência de regulamentação específica para o Ensino Médio destaca uma oportunidade a ser explorada. Sendo assim, o presente capítulo discorre sobre um caso de sucesso da aplicação de um projeto de extensão no Ensino Médio. O foco é o relato de caso do Projeto Brampsol, aplicado no Colégio Militar de Itumbiara, que exemplifica a integração bem-sucedida entre estudantes do Ensino Médio e Superior. O projeto, possibilitado pelos Engenheiros Sem Fronteiras (ESF), utiliza o itinerário formativo de matemática do Novo Ensino Médio e envolve alunos de graduação do Instituto Federal de Goiás - Itumbiara como tutores. A metodologia Brampsol foi adaptada para estimular a aprendizagem ativa e significativa dos estudantes, voltando-se para desafios reais presentes no seu próprio contexto. Os resultados observados destacam melhorias no conhecimento de mundo dos alunos, desenvolvimento de habilidades práticas e uma visão mais compreensiva e adaptável diante dos problemas encontrados. A influência dos ESF emerge como um elemento catalisador desses resultados, contribuindo para uma formação mais enriquecedora e relevante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curricularização da extensão; Ensino Médio; Engenheiros Sem Fronteiras.



## 1. INTRODUÇÃO

A curricularização da extensão é uma abordagem educacional que busca integrar atividades de extensão no currículo formal das instituições educacionais, proporcionando uma conexão mais estreita entre o conhecimento acadêmico e a aplicação prática desse conhecimento na sociedade. O objetivo dessa prática é expandir a formação dos estudantes, envolvendo-os em projetos e ações que tenham impacto direto na comunidade em que estão inseridos.

Em 2014, o Plano Nacional de Educação declarou como meta a inserção da extensão nos currículos dos cursos de nível superior, e a diretriz foi estabelecida pela Resolução CNE/CES nº 7/2018. Desde então, a curricularização da extensão está sendo implantada em todos os cursos de graduação do Brasil, com um percentual mínimo de 10% da carga horária em atividades de extensão (Brasil, 2014, 2018).

No momento presente, a maior parte das instituições de Ensino Superior já atende às exigências previstas por lei e a curricularização da extensão tem ganhado destaque como uma maneira de combater a fragmentação do conhecimento e promover uma educação mais integrada, contextualizada e relevante para as demandas da sociedade, envolvendo projetos, estágios e programas comunitários estruturados no currículo escolar (Pesce; Marques; Scremin, 2022).

Conforme Ribeiro, Boligian e Reinert (2022), a participação ativa de uma instituição escolar em seu ambiente a torna um ponto de referência para a sociedade, atraindo estudantes interessados em contribuir e se formar em um ideal civilizatório, onde o conhecimento científico é acessível a todas as classes sociais. Além disso, a mera presença dessa instituição em uma localidade não é suficiente quando esta não alinha suas práticas pedagógicas com a busca pela aprendizagem significativa, ativa e contextualizada.

De acordo com Silveira *et al.* (2022, p. 277), “a extensão é capaz de englobar a transdisciplinaridade, o ensino e a pesquisa direcionados para um público amplo e heterogêneo”. Sendo assim, é possível perceber a importância de incluir os aspectos práticos, sociais e aplicados do conhecimento para que se alcance um ensino de qualidade.

Nesse contexto, os Engenheiros Sem Fronteiras (ESF) surgem como uma organização sem fins lucrativos que acredita na engenharia como ferramenta para o desenvolvimento social. “Desde 2010, impactamos mais de 110 mil vidas no Brasil. Valorizamos o envolvimento comunitário, projetos executados por voluntários locais, e a capacitação de líderes para gerar impacto nas comunidades em que atuamos” (ESF Brasil, 2023).

Os Engenheiros Sem Fronteiras estão presentes em mais de 70 municípios brasileiros, unindo forças de alunos, professores, servidores e cidadãos para trabalhar em projetos voltados ao empreendedorismo, infraestrutura, sustentabilidade e educação, apoiando comunidades locais e regionais.

Entretanto, apesar de a curricularização da extensão ter sido instaurada com sucesso no Ensino Superior, nota-se a ausência de legislação específica para a mesma prática no Ensino Médio, abrindo espaço para novas abordagens que busquem minimizar essa lacuna.



O Novo Ensino Médio, sancionado pela Lei nº 13.415/2017, é uma reforma educacional que busca promover mudanças significativas na estrutura curricular e na forma que os conteúdos são abordados no sistema padrão de ensino brasileiro (Brasil, 2017).

Alinhado às políticas de curricularização da extensão no Ensino Superior, essas ações dialogam entre si para a flexibilização curricular, buscando uma maior adequação às necessidades e interesses dos estudantes, bem como uma maior integração entre teoria e prática.

Uma das mudanças mais marcantes no Novo Ensino Médio é a introdução dos chamados "itinerários formativos", que permitem a escolha de uma área específica para aprofundamento dos estudos, por parte dos discentes. Conforme o Ministério da Educação - MEC (2018, *on-line*),

Os itinerários formativos são o conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras situações de trabalho, que os estudantes poderão escolher no ensino médio. Os itinerários formativos podem se aprofundar nos conhecimentos de uma área do conhecimento (Matemáticas e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) e da formação técnica e profissional (FTP) ou mesmo nos conhecimentos de duas ou mais áreas e da FTP. As redes de ensino terão autonomia para definir quais os itinerários formativos irão ofertar, considerando um processo que envolva a participação de toda a comunidade escolar.

Contudo, de acordo com Lima e Barroso (2022) e Apolinário (2022), para aplicar os itinerários formativos de maneira eficiente, é necessária e urgente a criação de políticas educacionais que apoiem a transição do antigo para o Novo Ensino Médio. Os autores destacam a carência de preparação dos professores para enfrentarem os desafios relacionados ao ensino e aprendizagem dos alunos nesse novo modelo.

Nesse sentido, viu-se como solução o surgimento de uma parceria entre uma Instituição de Ensino Superior, o Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara, e uma de Nível Médio, o Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás – Unidade Dionária Rocha, visando a colaboração entre alunos de ambos os níveis para promover a extensão.

Para a formação dessa parceria, os Engenheiros Sem Fronteiras assumiram um papel ativo na identificação de oportunidades de colaboração, analisando as necessidades educacionais, recursos disponíveis e áreas de expertise das instituições envolvidas. Além disso, a organização manteve um compromisso contínuo com o acompanhamento e avaliação do progresso da parceria, identificando e ajustando as estratégias educacionais necessárias.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é relatar uma experiência de sucesso que envolve a união entre Ensino Médio e Superior por meio de um projeto de extensão promovido pelos Engenheiros Sem Fronteiras.

## 2. RELATO DE CASO

O projeto de extensão utilizou uma parte das aulas semanais do itinerário formativo de Matemática e suas Tecnologias, e contou com a participação de 48 alunos da 2ª Série do Ensino Médio. A equipe de aplicação do projeto foi formada por 4 alunos da Graduação - incluindo os cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia de Controle e Automação e Licenciatura em Química



- e um time multidisciplinar com 5 professores e coordenadores do Colégio Militar e mais 5 servidores e docentes do Instituto Federal.

O objetivo foi, ao longo do ano, trabalhar na resolução de desafios reais encontrados no ambiente escolar dos discentes. A metodologia usada para esse fim foi o Brampsol (*Brazilian Maker Project and Soft Skills Oriented for Leadership*), que estabelece etapas de pesquisa, análise, observação, ideação, prototipagem e refinamento, adaptadas para os alunos.

Antes de iniciar o projeto, os estudantes de graduação planejaram os encontros, as apresentações e as atividades necessárias para o alcance das metas estabelecidas, utilizando o Miro como ferramenta de criação de quadros virtuais, como é possível observar na Figura 1.

FIGURA 1 – ENCONTROS PLANEJADOS PARA CADA ETAPA DO PROJETO.



Fonte: Autoria própria.

Os graduandos desempenham o papel de tutores, ou seja, guias do processo de resolução e aprendizagem ativa dos alunos. Além do que foi mostrado na Figura 1, foram realizadas atividades para a integração, desenvolvimento da proatividade e estímulo da criatividade nos discentes do colégio, enquanto habilidades como comunicação e liderança eram também trabalhadas ao longo do processo.

A primeira etapa foi a divisão dos alunos em 8 times, organizados de forma a mesclar seus gêneros e turmas, promovendo a diversidade de afinidades e estimulando o intercâmbio de ideias, como é possível observar na Figura 2.



**FIGURA 2 - DIVISÃO DOS TIMES.**



**Fonte: Autoria própria.**

Os objetivos específicos do projeto foram delineados e expostos, oferecendo uma estrutura clara para os participantes. Ao mesmo tempo, foi concedido um certo grau de liberdade e individualidade no desenvolvimento das “*soft skills*” - habilidades interpessoais - dos discentes, permitindo que explorassem suas características sociais como comunicação e trabalho em equipe, enriquecendo ainda mais a experiência educacional.

Cada time recebeu um desafio específico existente no contexto do CEPMG, levantados pelos próprios discentes e pela coordenação do colégio. A meta de cada time se baseou em desenvolver uma solução criativa e inovadora aos desafios propostos, que foram incorporados como alicerce do projeto, fornecendo um contexto real e para a construção de conhecimentos e habilidades práticas.

Na Figura 3, é possível observar um momento de integração dos times, que passaram a encarar a jornada como um trabalho a ser feito em equipe, sempre com diálogo, resolução de conflitos, liderança rotativa e proatividade.

**FIGURA 3 - INTEGRAÇÃO DOS TIMES.**



**Fonte: Autoria própria.**

Acompanhados pelos tutores, os alunos trabalharam na resolução dos seus desafios de forma gradual, primeiro pesquisando sobre o contexto envolvido, identificando problemas



correlacionados, fazendo pesquisa de campo com as pessoas envolvidas, e alguns *brainstorms* em equipes para gerar ideias criativas que poderiam se tornar soluções inovadoras.

A cada etapa de desenvolvimento, os discentes apresentavam para os tutores e para os outros times o andamento da sua pesquisa ou proposta, com a liberdade de seguir pelo caminho que consideravam o mais acertado. Os tutores avaliavam as apresentações e estimulavam os discentes a pensar por outros ângulos por meio de perguntas, respeitando a vontade e a iniciativa dos mesmos.

Ao final do projeto, os estudantes do colégio prepararam uma apresentação final em estilo *Pitch*, para mostrar a solução desenvolvida por cada time, como mostrado na Figura 4.

**FIGURA 4 – APRESENTAÇÃO FINAL DOS TIMES SOBRE A SOLUÇÃO ENCONTRADA.**



Fonte: Autoria própria.

Foi escolhido o modelo *Pitch* de apresentação por se tratar de um método prático e objetivo de vender ideias, muito utilizado no mundo dos negócios. Além de refinar e aperfeiçoar suas ideias a cada apresentação, os estudantes também treinaram as habilidades de apresentar, contextualizar, explicar e convencer.

Dessa maneira, o projeto se destacou por sua abordagem inovadora, flexível e prática, promovendo um aprendizado significativo com foco no desenvolvimento de habilidades interpessoais e alinhadas às demandas do ambiente profissional com o qual os discentes terão que lidar no futuro. Ao longo dos bimestres, foi possível notar uma melhora gradual no conhecimento de mundo dos estudantes, que passam a analisar situações de modo mais compreensivo, estratégico e prático.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, a execução do projeto de extensão trouxe resultados significativos tanto para os alunos da 2ª Série do Colégio Militar quanto para estudantes de graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Campus Itumbiara, por meio de interações que produziram aprendizado e crescimento mútuos.



A intermediação dos Engenheiros Sem Fronteiras foi de fundamental importância para a construção e manutenção da parceria entre as duas instituições escolares, identificando oportunidades e atuando como um elo facilitador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOLINÁRIO, Jaqueline do Couto. **Análise da proposta do novo ensino médio através dos itinerários formativos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências. Brasília, 2018.

BRASIL, Presidência da República. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, 2014.

BRASIL, Presidência da República. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 e 11.494, de 20 de junho 2007; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, 2017.

ESF BRASIL, **Engenheiros Sem Fronteiras: Quem somos**. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://esf.org.br/quemsomos>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LIMA, Dina Séfora Santana Menezes; BARROSO, Maria Cleide da Silva. Mudanças e desafios no ensino de Matemática e suas Tecnologias a partir dos Itinerários Formativos. **Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, [s. l.], v. 13, n. 3, 2022.

MEC, Ministério da Educação. **Novo Ensino Médio: perguntas e respostas**. [s. l.], 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 8 nov. 2023.

PESCE, Marly Krüger de; MARQUES, Dalva; SCREMIN, João Pedro Alves. A experiência do Projeto Edupaz para as discussões da curricularização da extensão universitária. **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 27, p. 131-144, 2022.

RIBEIRO, Eduardo Augusto Werneck; BOLIGIAN, Levon; REINERT, Marcos Vinicius. Reflexões sobre a indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão a partir do projeto de ensino no curso técnico integrado ao Ensino Médio. **Revista Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 5, p. 259-266, 2022.

SILVEIRA, Geraldo Tadeu Resende; FERNANDES, Izabella Kátia Maciel; SOUZA, Mariana Mendes C.; DIAS, Viviane Cristina. A importância da curricularização da extensão no curso de engenharia civil. **Revista de Ensino de Engenharia**, [s. l.], v. 41, p. 276-283, 2022.



# CAPÍTULO 11

## DESPERTANDO O HERÓI INTERIOR: Gamificação como motivação diária

**Anna Karolyna Marques Rodrigues** - anna.karolyna@academico.ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara – IFG

**Danielly Ferreira Rios** - daniellyferreirarios@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara – IFG

**Eryc Dias Medeiros Silva** - erycerycdiasdias@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara – IFG

**João Vitor Fernandes de Azevedo Silva** - jv.fernandes.a.s@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara – IFG

**Marcelo Escobar de Oliveira** - marcelo.oliveira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás - Campus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** A gamificação da rotina emerge como uma estratégia inovadora para melhorar o engajamento nas atividades diárias ao oferecer abordagens criativas para enfrentar desafios na promoção da produtividade e bem-estar no ambiente cotidiano. A demanda por produtividade é a causa do uso de métodos que vão além das abordagens convencionais, incorporando elementos para promover a participação ativa e a motivação contínua. A análise dessa problemática será realizada por meio de estudos, explorando como a gamificação pode ser implementada de maneira eficaz. A partir dos resultados foi possível observar um aumento significativo no engajamento da participante que reflete em melhorias na eficiência e satisfação da qualidade do trabalho. A inserção desses elementos demonstra ser eficaz para superar a monotonia das tarefas cotidianas que promove uma cultura de desafio saudável. A gamificação é uma abordagem viável para as atividades diárias, oferecendo implicações práticas em ambientes de trabalho e bem-estar nas rotinas cotidianas. A motivação por trás dessa prática fornece melhorias no dia a dia, visto que ela é centrada na busca por estratégias inovadoras para tornar elas mais cativantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gamificação; Produtividade; Bem-Estar

### 1. INTRODUÇÃO

De acordo com pesquisas, a diminuição da produtividade de um indivíduo é consequência da falta de motivação, no qual é possível notar que a desmotivação aparece quando as atividades que devem ser feitas diariamente tornam-se rotineiras (Oliveira, 2022). A partir disso, é necessário a implementação de formas estratégicas que tenham como objetivo tornar as tarefas



mais cativantes. No cenário contemporâneo, marcado pela incessante busca por eficiência e produtividade, a implementação de estratégias inovadoras torna-se imperativa para promover a motivação e o engajamento nas atividades diárias, ainda nesse contexto, a gamificação da rotina emerge como uma abordagem singular, enraizada na integração de elementos de jogos para transformar tarefas comuns em experiências cativantes e recompensadoras. A relevância intrínseca dessa estratégia reside na capacidade de transcender as limitações das práticas convencionais, instigando uma mudança fundamental na dinâmica cotidiana (Alves, 2015).

Nesse viés, o pós contexto da pandemia ocasionou em uma maior demanda por busca de produtividade e disciplina, devido a mudança nas atividades presenciais para online. Entretanto, a realidade para a maioria dos indivíduos foi diferente, pois a pressão por essa demanda resultou em situações de procrastinação, desmotivação e declínio na produtividade. A fim de tornar a rotina mais prazerosa, a inserção de elementos de jogos nas tarefas cotidianas é essencial para estimular os indivíduos. A gamificação, ao ser aplicada à rotina, não se limita apenas à introdução de jogos triviais; pelo contrário, ela representa um método cuidadosamente projetado para inserir elementos lúdicos em contextos profissionais e pessoais. Através dessa abordagem, os principais pontos a notar é o fornecimento de comentários sobre seu desempenho, permitindo que as pessoas ajustem seu comportamento e melhorem continuamente, além do mais, há o encorajamento à continuidade a partir de um enfoque sobre as atividades mais positivas (Busarello, 2016).

Gamificar um processo implica em transformar tarefas ou atividades em um jogo, utilizando elementos de jogos para motivar e engajar as pessoas. Essa abordagem pode ser pensada de maneira intuitiva e adaptada a cada indivíduo, embora uma estrutura possa ser valiosa durante o desenvolvimento. Nesse sentido, a gamificação surge como uma maneira aprofundada e divertida de manter a disciplina, enquanto a sua aplicação pode redefinir a maneira como encaramos e executamos as atividades diárias. Ao fazê-lo, busca-se não apenas compreender os benefícios tangíveis dessa abordagem, mas também desvendar seu impacto nas esferas psicológicas e emocionais dos participantes, conferindo um novo significado e propósito às ações cotidianas. Portanto, a análise crítica da gamificação da rotina se revela como uma exploração necessária e relevante no contexto contemporâneo, promovendo uma reflexão sobre como tornar as atividades diárias não apenas mais eficientes, mas verdadeiramente cativantes e enriquecedoras.

## 2. A GAMIFICAÇÃO

A apatia perante atividades tidas como monótonas constitui uma experiência corriqueira para muitos, seja no âmbito profissional, acadêmico ou nas demandas cotidianas. Tal desinteresse frequentemente emerge como resposta inata à busca incessante por estímulos e desafios que catalisem a motivação intrínseca, pois a escassez de variação e a ausência de novos desafios culminam na diminuição do engajamento, impactando negativamente a produtividade e a qualidade do trabalho. Ademais, a monotonia laboral pode gerar efeitos adversos na saúde mental, manifestando-se em estresse e desinteresse no ambiente de trabalho e acadêmico.



Diante desse quadro, estratégias como a gamificação, que visa inserir elementos de desafio e recompensa em tarefas tidas como rotineiras, têm-se revelado eficazes na promoção da motivação e na suplantação da apatia (Nicklouzada, 2021). A introdução de variações, a estipulação de metas alcançáveis e a criação de um ambiente mais estimulante consagram-se como medidas promissoras para tornar as atividades menos monótonas e mais atrativas.

O primeiro passo para gamificar um processo consiste em definir claramente os objetivos desejados ao introduzir a gamificação, que podem variar de aumentar a produtividade a melhorar a colaboração ou incentivar a conclusão de tarefas específicas. Ao identificar as tarefas ou atividades a serem gamificadas, é crucial garantir que estejam alinhadas com os objetivos estabelecidos.

Em seguida, cria-se um sistema de pontuação, atribuindo pontos às diferentes tarefas com base em sua complexidade ou importância. Isso estabelece um sistema que motiva as pessoas a realizar as atividades, ao mesmo tempo em que são definidas metas diárias, semanais ou mensais para os participantes, proporcionando um senso de progresso e conquista.

A implementação de recompensas significativas entra em cena quando os participantes atingem metas específicas ou acumulam uma pontuação determinada. Essas recompensas podem incluir tempo de descanso, reconhecimento público ou até mesmo prêmios tangíveis. Para acompanhar o progresso e pontuação em tempo real, utiliza-se um sistema dedicado, como uma plataforma, aplicativo ou, até mesmo, uma agenda ou planilha própria para isso.

Finalmente, reconhecer e celebrar as conquistas individuais reforça o impacto positivo da gamificação, incentivando a participação contínua (como apresentado na FIGURA 1).

FIGURA 1 – Estrutura da gamificação.



Fonte: Autoria própria.



Lembre-se de que a gamificação deve ser adaptada ao contexto específico e à cultura ou organização. Personalizar o sistema de acordo com as preferências e valores aumentará a eficácia da estratégia de gamificação. Em resumo, a implementação desse sistema na rotina profissional, pessoal e acadêmica resulta em mudanças significativas na abordagem diária, tornando as atividades mais instigantes e, conseqüentemente, mais gratificantes.

### 3. RELATO DE CASO - EXEMPLO DE GAMIFICAÇÃO

Com o intuito de exemplificar como a gamificação da rotina pode ser uma grande aliada no dia a dia, será relatada a narrativa de uma jovem que enfrenta desafios no que tange à organização pessoal, aliados a uma notória falta de ânimo para executar suas tarefas cotidianas. Esta jovem repleta de aspirações e projetos encontra-se imersa em uma rotina extenuante. Desempenhando suas funções em uma empresa que exige longas jornadas e confrontando-se com prazos apertados, ela experimenta a crescente carga de responsabilidades como um fardo que se intensifica a cada novo dia. Seus dias começam às 06:00, em uma corrida contra o tempo, mal lhe concedendo a oportunidade de tomar seu café enquanto se apressa para o trabalho.

O ambiente laboral, caracterizado por uma atmosfera de pressão e desafios constantes, consome sua vitalidade. Reuniões intermináveis e demandas incessantes contribuem para um desânimo progressivo. Ao retornar para casa, a sobrecarga de obrigações não arrefece. Questões financeiras, compromissos familiares e a pressão social para alcançar o sucesso contribuem para um estado mental cada vez mais oneroso.

Esse peso contínuo começa a refletir-se em um desânimo profundo e a procrastinação torna-se seu mecanismo de evasão. Diante das crescentes exigências, ela encontra consolo temporário em postergar tarefas, criando uma ilusória sensação de controle sobre seu tempo e responsabilidades. Entretanto, essa estratégia apenas intensifica a espiral descendente, alimentando o ciclo de desânimo e procrastinação.

Diante da rotina exaustiva, essa jovem depara-se com uma oportunidade única: um método revolucionário que transforma suas responsabilidades diárias em desafios estimulantes e conquistas recompensadoras. Ela começa criando uma estrutura de jogo, na qual são separadas cada etapa que passará ao longo de seu progresso, como exemplificado na FIGURA 2. A primeira etapa consiste em listar todas as tarefas a serem executadas; a segunda etapa é escrever as regras a serem seguidas para evitar problemas na execução; a terceira etapa é definir a pontuação de cada tarefa, sendo as mais difíceis e demoradas atribuídas a uma pontuação maior; a quarta etapa é estabelecer metas alcançáveis; e, por último, a quinta etapa é a premiação, o momento em que ela recebe o prêmio por ter atingido a meta estabelecida.



FIGURA 2 – Exemplo de gamificação.



Fonte: Autoria própria.

Após adotar esse novo método ela consegue completar suas tarefas diárias de forma mais saudável e divertida. Cada ação, como se levantar da cama, concluir projetos de trabalho, participar de reuniões faz com que ela ganhe mais pontos, fazendo assim, ela bater metas.

Por conta de seu novo jeito de levar a rotina, agora é possível ter tempo para fazer coisas que ela gosta, pois ao invés de procrastinar, faz atividades que a inspiram.



## 4. RESULTADOS

A implementação da gamificação na rotina da participante revelou impactos notáveis na motivação e produtividade, fornecendo *insights* valiosos sobre a eficácia dessa abordagem inovadora. Ao longo do período de aplicação, foi possível observar uma mudança perceptível na atitude do participante em relação às atividades diárias, pois a introdução de um sistema de recompensas e pontuações mostrou-se um motivador eficaz, incentivando a execução das tarefas de maneira mais envolvente.

A definição de metas diárias e semanais não apenas facilitou o monitoramento do progresso, mas também contribuiu para melhorias gerais no desempenho e os resultados destacaram que recompensas significativas, como períodos de descanso após uma semana produtiva ou a obtenção de itens desejados, desempenharam um papel crucial no aumento da concentração e determinação para concluir as tarefas. Isso sugere que a gamificação não só motiva por meio do sistema de pontuação, mas também por meio da gratificação tangível, enfatizando a complexidade da motivação.

Além disso, a transformação da rotina do participante, de uma sequência monótona de tarefas para um desafio gratificante, foi notável. A participante passou a encarar suas responsabilidades diárias de maneira mais positiva, transformando o que antes era visto como tedioso em uma oportunidade para alcançar objetivos e desfrutar das recompensas associadas. Esse enfoque renovado proporcionou uma abordagem mais dinâmica e satisfatória às atividades diárias.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa destaca a importância da motivação na produtividade individual, ressaltando a correlação entre a falta de motivação e a rotina monótona, dessa forma a implementação de estratégias inovadoras, como a gamificação, emerge como uma abordagem eficaz no cenário contemporâneo, especialmente diante da transição impulsionada pelo contexto pós-pandêmico.

A análise crítica da gamificação da rotina revela não apenas sua capacidade de aumentar a eficiência, mas também de transformar as atividades diárias em experiências cativantes e recompensadoras. No entanto, é crucial personalizar a abordagem de gamificação de acordo com o contexto específico e os valores individuais.

O relato de caso ilustra como a gamificação pode ser aplicada com sucesso, proporcionando uma mudança positiva na abordagem diária das tarefas, como foi o caso da participante, que inicialmente era sobrecarregada e desmotivada, e experimentou uma transformação significativa ao incorporar elementos de jogos em sua rotina.

Este estudo, ao explorar os efeitos da gamificação na rotina, quando aplicada de maneira cuidadosa e personalizada, demonstra ser uma estratégia eficaz para superar a desmotivação, proporcionando uma abordagem mais envolvente, gratificante e dinâmica às atividades



cotidianas, ajudando a entender melhor como estratégias lúdicas podem ser usadas de maneira prática e impactante para melhorar a qualidade de vida e a organização do dia a dia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVEIRA, Darlene Mamede de. **As vantagens da gamificação das disciplinas do ensino médio**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 11, Vol. 01, pp. 16-30. Novembro de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/gamificacao-das-disciplinas>, DOI:10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/gamificacao-das-disciplinas. Acesso em: 19 nov. 2023.

ALVES, Flora. Gamification – **como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática**. São Paulo: DVS, 2015.

BUSARELLO, R. I. **Gamification: princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

MCGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo: Por que os games nos tornam melhor e como eles podem mudar o mundo: Por que os games nos tornam melhor e como eles podem mudar o mundo**. 1ª edição. Editora Best Seller, 21 agosto 2012

CHOU, Y.-K. **Actionable gamification : beyond points, badges, and leaderboards**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2019.

PRO, L. Gamificação: **O que é e quais os benefícios na aprendizagem?** Disponível em: <<https://www.ludospro.com.br/blog/o-que-e-gamificacao>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

NICKLOUZADA, P. **A gamificação contra a procrastinação**. Disponível em: <<https://fanstudios.wordpress.com/2021/03/03/a-gamificacao-contra-a-procrastinacao/>>. Acesso em: 19 nov. 2023.



# CAPÍTULO 12

## NÚMERO DE ÓBITOS POR DENGUE EM ITUMBIARA (GO): Registros no Datasus e da vigilância epidemiológica

**Thamires Guizzetti -**

thamiresguizzetti@hotmail.com  
Faculdade de Medicina Zarns – ZARNS

**Ana Beatriz Mota de Carvalho -**

anabeatriz100373@gmail.com  
Faculdade de Medicina Zarns – ZARNS

**Gabriella Guizzetti -**

gabriellaguizzetti203@gmail.com  
Faculdade de Medicina Zarns – ZARNS

**Henrique Bruno Franco Pereira Garcia -**

henriquebrunofpg@outlook.com  
Faculdade de Medicina Zarns – ZARNS

**Iara Guimarães Rodrigues -**

iara.rodrigues@imepacmed.com.br  
Faculdade de Medicina Zarns – ZARNS

**RESUMO:** A dengue é uma doença aguda, infecciosa, não contagiosa, sistêmica e de etiologia viral, é uma doença tropical negligenciada de transmissão vetorial causada por quatro sorotipos do vírus da dengue pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae*. O vírus é transmitido pela picada de mosquitos fêmeas do gênero *Aedes aegypti*, assim a importância da vigilância epidemiológica está em agir de forma rápida para detectar as epidemias e evolução da doença com o objetivo de reduzir a letalidade. Foi realizado um estudo epidemiológico, observacional, analítico, de corte transversal, com abordagem quantitativa, utilizando para tal dados secundários do sistema DATASUS e os dados ofertados pela Vigilância Epidemiológica de Itumbiara. Os dados encontrados não foram correspondentes, o que aponta que há fatores que interferem na veracidade dos dados obtidos no DATASUS, tais como: a delonga do site em lançar os dados; a demora na confirmação dos óbitos; falta de preparo dos profissionais que lançam os dados no sistema; e às subnotificações. Conclui-se que os fatores associados a precariedades dos dados do DATASUS dificultam o desenvolvimento de planos de ação diante a problemática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dengue; Mortalidade; Subnotificação.



## 1. INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença negligenciável tropical, considerada a doença de transmissão vetorial com o maior crescimento no mundo. Trata-se de uma doença aguda, infecciosa, não contagiosa, sistêmica e de etiologia viral, causada por quatro sorotipos do vírus da dengue (DENV) (DENV-1, DENV2, DENV-3 e DENV-4) pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae*. O vírus é transmitido pela picada de mosquitos fêmeas do gênero *Aedes aegypti*, o vetor primário, o qual se encontra distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, predominantemente em áreas urbanas e semiurbanas (Araújo *et al.*, 2017). Esta enfermidade pode se apresentar de diversas formas nos indivíduos, de casos assintomáticos a casos graves e a assistência rápida pode evitar a maioria das mortalidades.

As formas de controle do dengue devem ser estabelecidas de acordo com conhecimentos científicos e técnicos disponíveis, sendo assim é possível prevenir grandes números de infectados através do aprimoramento da vigilância epidemiológica e disponibilidade de dados disponíveis além de reduzir a letalidade da doença, dos níveis atuais de 5 a 6% para cerca de 1% das formas graves, para isso a elaboração e execução de planos estratégicos de organização da assistência em saúde aos casos suspeitos de dengue têm mostrado, tanto em outros países, como em algumas cidades brasileiras, ser um instrumento imprescindível no controle da doença e redução da letalidade (Tauil, 2002).

Assim o trabalho da vigilância epidemiológica é agir de forma rápida para detectar as epidemias e evolução da doença com o objetivo de reduzir a letalidade, como também lançar os dados no DATASUS (Duarte e França, 2006). Para ter números fidedignos, o uso de formulários preenchidos com todos os dados corretamente é essencial, pois o não preenchimento de alguma questão pode gerar dados deturpados principalmente em períodos interepidêmicos, onde uma enfermidade pode ganhar mais atenção que a outra gerando discrepância nos dados e omissão da saúde pública em frente a outra epidemia (Teixeira *et al.*, 1999).

A justificativa dessa pesquisa reside na necessidade de ter a disponibilidade de dados que mostram a realidade das epidemias, no caso deste trabalho a epidemia da dengue, que é uma doença tratada com falta de diligência, a qual seu quadro grave em alguns pacientes pode ser evitado como também gastos desnecessários para a saúde pública.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo principal verificar a veracidade dos dados notificados de óbitos por dengue do DATASUS comparando-os com os da Vigilância Epidemiológica do município de Itumbiara-GO e desse modo analisar a qualidade desses dados que estão disponíveis publicamente.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi realizado na disciplina de Métodos de Estudos e Trabalhos Acadêmicos (META III) do 3º período do curso de medicina da Faculdade Zarns de Itumbiara. A unidade de ensino tem como objetivo trabalhar nas ferramentas online do SUS e na coleta, análise e interpretação de dados. A partir das orientações do docente, para abordar e obter dados sobre o tema, os autores

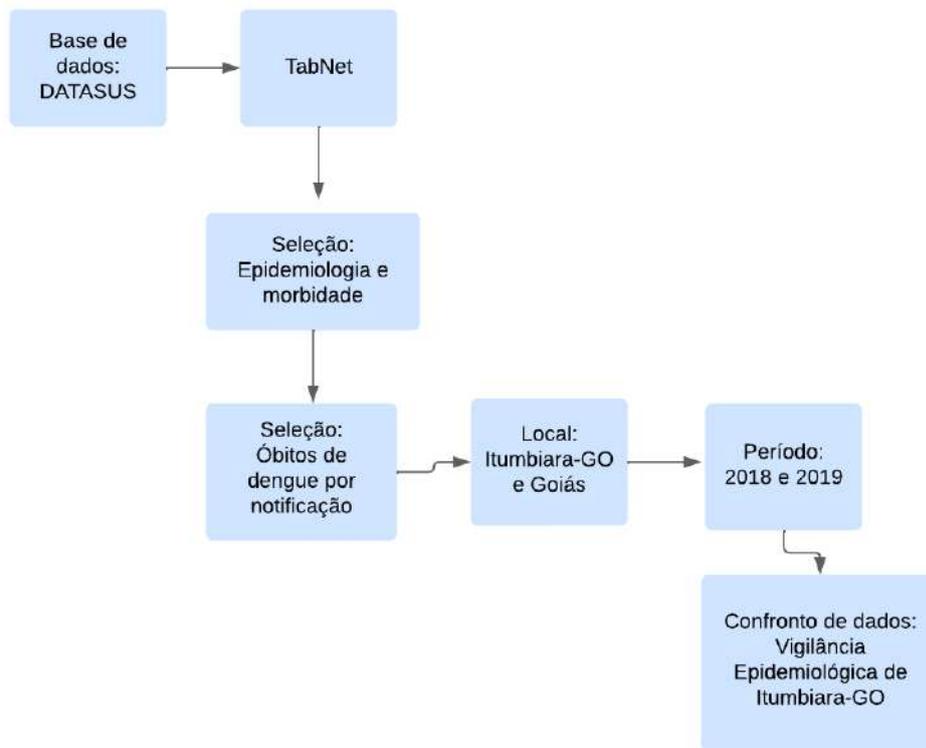


deste trabalho realizaram um estudo epidemiológico, observacional, analítico, de corte transversal, com abordagem quantitativa, utilizando para tal dados secundários do sistema DATASUS, especificamente o Tabnet, que é um tabulador de dados do Sistema Único de Saúde que permite organizá-los e fazer o cruzamento de informações de forma rápida. Assim, na aba epidemiologia e morbidade, foi selecionado a opção Doenças e Agravos de Notificação - 2007 em diante no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e foi coletado apenas os números de óbitos de Dengue por notificação no município de Itumbiara-GO e no estado de Goiás.

A escolha dos períodos de 2018 e 2019 se deu pela disponibilidade dos dados no sistema, sendo estes os mais recentes, posteriormente os autores deste trabalho entraram em contato com uma servidora da Vigilância Epidemiológica de Itumbiara-GO a fim de confrontar e confirmar a veracidade dos dados coletados no DATASUS.

As análises foram realizadas por meio de técnicas descritivas de distribuição de frequência absoluta e relativa, e valores de coeficiente de letalidade. Para tal, foi utilizado o programa software Microsoft Office Excel 2010®. Em seguida foram observados, os valores de casos notificados por meio da construção de novas tabelas.

**FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.**



**Fonte: Autoria própria.**



### 3. RESULTADOS

Os dados emitidos pelo Tabnet em relação a mortalidade por dengue em Itumbiara-GO, nos anos de 2018 e 2019, anos mais recentes encontrados na plataforma, obtivemos o coeficiente de letalidade respectivamente, 0,2355 e 0,3058 em Itumbiara -GO e no estado de Goiás 0,07196 e 0,0620. Conforme os resultados apresentados, é perceptível que o município de Itumbiara, se encontra com o coeficiente de letalidade acima do estado. E de acordo com a agente de vigilância epidemiológica, a discrepância entre os dados do DATASUS e do município de Itumbiara, pode ser devido a delonga do site em lançar os dados, a demora na confirmação dos óbitos, falta de preparo dos profissionais que enviam esses dados, também por conta das subnotificações existentes.

Esses fatores comprovam que o próprio DATASUS apresenta uma grande vulnerabilidade em relação a essas notificações, o que se apresenta como um empecilho para os órgãos de saúde, tanto municipais, como estaduais em promover políticas públicas com o foco em melhoria dos casos de dengue, uma vez que, a informação e coleta de dados verídicos no âmbito da gestão da saúde, é imprescindível e comporta-se como um instrumento de apoio mediante as tomadas de decisão em saúde pública, uma vez que possibilita o conhecimento da realidade ambiental, sanitária, social e da saúde da população (Carvalho, 2009).

**TABELA 1 - COMPARAÇÃO DO COEFICIENTE DE LETALIDADE DO DATASUS E DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE MORTALIDADES DE ITUMBIARA**

Ano	Coeficiente de letalidade	
	2018	2019
DATASUS Itumbiara	0,2355	0,3058
SIM Itumbiara	2,32	12
DATASUS Goiás	0,07196	0,062

**FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE/SVS - SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - SINAN NET E VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA.**

Também, foi coletado os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) de Itumbiara, que é um sistema da Vigilância Epidemiológica, no qual tem o objetivo de captar dados sobre óbitos e fornecer informações sobre mortalidade para todas as instâncias do Sistema Único de Saúde, e foi calculado o coeficiente de letalidade e incluindo apenas os casos de dengue e dengue com sinais de alarme e tivemos os dados de 2018 e 2019 respectivamente 2,32 e 12 números maiores que o DATASUS. Ademais, em 2022 foi o ano que se teve mais notificações de dengue no município, 1.330 e esse dado ainda não se encontra atualizado na base de dados Tabnet.

Segundo dados do Ministério da Saúde no período de 2019 a 2022 foi de 2.042 óbitos e a maior taxa de incidência e óbitos ocorreram em Goiás, 5.101,9 casos por 100 mil habitantes uma explicação para esse aumento pode ser o fim da pandemia, pois durante esse período, todos os



cuidados e atenção foram voltados para o COVID-19, assim, as outras doenças ficaram negligenciadas. Desse modo, quando tudo normalizou, os casos das outras enfermidades aumentaram, como mencionado, a dengue, pois voltaram a ser notificados de forma correta e gerando um alerta para a saúde pública e a população.

#### 4. CONCLUSÃO

Depreende-se com este trabalho que a dengue ainda é uma doença negligenciada que de tempos em tempos traz um alerta para a saúde pública e que o seu manejo correto pode evitar diversos óbitos. Conclui-se também, que diante a análise dos dados, advindos do sistema DATASUS, que há uma precariedade de notificação, e uma morosidade do próprio sistema ao lançar os dados, visto que, segundo os materiais coletados na vigilância Epidemiológica de Itumbiara, os óbitos e ocorrências acontecem, mas não são notificados com assiduidade, o que dificulta o desenvolvimento de planos de ação diante a problemática. Como também, a necessidade de profissionais capacitados para o preenchimento correto dos formulários para que não haja erros nos dados à disposição da população. O presente trabalho concluiu com o objetivo proposto e foi importante para a área da saúde uma vez que põe à tona questões como mortalidade e dengue e as subnotificações existentes, além de abrir diálogo para proposição de ações de combate.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Valdelaine Etelvina Miranda de et al. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e: a2015nálise do Global Burden of Disease Study 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, p. 205-216, 2017.

CARVALHO, André Luis Bonifácio de. Informação em saúde como ferramenta estratégica para a qualificação da gestão e o fortalecimento do controle social no SUS. **Tempus - Actas de Saúde Coletiva**, vol. 3, n. 3, p. 16-30, jul./set. 2009.

DINIZ, Scofano Denise; TEIXEIRA, dos Santos, Eliana; et.al; Covid-19 e Doenças Negligenciadas ante as desigualdades no Brasil: uma questão de desenvolvimento sustentável; **Saúde Debate; Rio** de Janeiro, V. 45, N. Especial 2, P. 43-55, DEZ 2021

DUARTE, Heloisa Helena Pelluci; FRANÇA, Elisabeth Barboza. Qualidade dos dados da vigilância epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, MG. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 134-142, 2006.

Ministério da Saúde (DATASUS). **TABNET**. Disponível em:<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 12 maio 2023

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 3, p. 867-871, maio 2002.

TEIXEIRA, Maria da Glória; BARRETO, Maurício Lima; GUERRA, Zouraide. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. **Inf. Epidemiol. Sus**, Brasília, v. 8, n. 4, p. 5-33, dez.1999.



# CAPÍTULO 13

## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS: Novos caminhos para o aprendizado

**Diuly Pereira Tófalo** – diulytofalo@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Marcelo Escobar de Oliveira** – marcelo.oliveira@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Carlos Eduardo Silva** – carlos.silva1@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** A utilização de materiais didáticos digitais, como simuladores, é considerada estratégica para aprimorar a compreensão em ciências da natureza, especialmente em escolas públicas brasileiras, que enfrentam desafios relacionados à escassez de recursos e laboratórios adequados, prejudicando a aplicação de atividades práticas. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é relatar o desenvolvimento de um simulador digital e interativo de um calorímetro, para o ensino-aprendizado dos conceitos de calor e temperatura. A metodologia envolveu o uso de tecnologias como *Unity*, *C#*, *Blender*, e dados tabelados de propriedades das substâncias: água, alumínio, cobre, ácido (HCl) e base (NaOH). Os resultados são divididos em construção do ambiente, interface do usuário e programação das funcionalidades, a fim de criar os painéis “Conhecendo as variáveis”, “Contextualizando” e “Desafio”. O primeiro painel é responsável por introduzir o simulador, permitindo a livre manipulação das variáveis, o segundo propõe exercícios de contextualização, e o terceiro promove um desafio de cálculo com tempo limite. Quando finalizada, a simulação foi publicada no *GitHub Pages*, apresentando uma interface intuitiva e amigável para facilitar a compreensão da calorimetria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulador digital interativo; Calor sensível e latente; Calorímetro.

### 1. INTRODUÇÃO

Por décadas a fio, a metodologia de ensino tradicional - pautada no quadro branco, livro didático e fala expositiva - tem se mostrado obsoleta, descontextualizada e pouco eficiente. Diversos teóricos, como Paulo Freire (1987), Moreira (2010), Bacich e Moran (2018) explicitam a necessidade de trazer o sujeito para o protagonismo de sua aprendizagem, contextualizando o ensino de acordo com suas vivências e incentivando sua participação ativa no processo de



ensino-aprendizagem como um todo, bem como a sua criticidade para além das disciplinas curriculares.

Sendo assim, o ensino que mescla o físico e o digital, o presencial e o remoto, se mostra excepcionalmente importante para os nativos digitais, uma geração em que a tecnologia é integralmente e intrinsecamente presente. O ensino híbrido considera que o discente aprende tanto dentro quanto fora do ambiente escolar, e por isso, compreende a necessidade da implementação de tecnologias, ferramentas e materiais didáticos digitais para que o aprendizado continue além da sala de aula (Silva, 2020).

Os simuladores, programas capazes de reproduzir o comportamento de um determinado sistema de interesse, estão entre os materiais didáticos digitais que podem ser usados para sanar a necessidade exposta. “Aliados a outros objetos educacionais, os simuladores proporcionam aos alunos uma experiência mais rica e completa, buscando envolvê-los com a experimentação e a verificação de hipóteses de fenômenos da natureza, e suas relações de causa e efeito” (Editora FTD, 2022, on-line).

Múltiplos autores apontam a existência de uma dificuldade generalizada quanto ao ensino-aprendizado de química, física e biologia nas escolas públicas do Brasil. As duas primeiras são disciplinas especialmente vistas como complexas, difíceis e muito abstratas por estudantes do ensino fundamental II e médio. Isso ocorre porque são abordadas de maneira descontextualizada e indiferente da vivência dos alunos, fator que só aumenta o distanciamento entre eles e o objeto de conhecimento (Milaré; Alves Filho, 2009, Augusto; Caldeira, 2007; Santos *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, é importante destacar que a realização das práticas requeridas pelos discentes nem sempre é possível, pois muitas escolas públicas carecem de infraestrutura, recursos tecnológicos e materiais adequados para tal (Dominguini *et al.*, 2012).

No que se refere aos tópicos de calor, temperatura, equilíbrio térmico e outros, os docentes frequentemente enfrentam desafios como a falta de acesso a instrumentos e laboratórios bem equipados. Além disso, a abordagem utilizada é predominantemente teórica e baseada no livro didático. Para minimizar esse problema, é necessário que “o professor utilize metodologias alternativas, que trabalhem os conteúdos de maneira prática, buscando evidenciar os acontecimentos diários” (Bueno, 2019, p. 23).

Dessa forma, a implementação de recursos alternativos é necessária e bem vinda, abrindo espaço para os simuladores e aplicativos digitais, que podem proporcionar diversas atividades práticas nas áreas de ciências da natureza. Tendo em vista os argumentos apresentados, objetivou-se o desenvolvimento de um simulador digital e interativo de um calorímetro, para o ensino e aprendizagem dos conceitos de calor e temperatura.

## 2. CALORIMETRIA E FUNDAMENTOS DO CALORÍMETRO

Para entender melhor as bases teóricas da calorimetria, essenciais para a construção do simulador proposto, a presente seção apresenta uma breve evolução histórica do estudo desse conceito, abordando calor sensível e calor latente. Essas pesquisas, ao longo dos séculos,



despontam na criação e no constante aperfeiçoamento do aparelho que hoje é conhecido como calorímetro. No século XVIII, grande parte do desenvolvimento da química e da física baseou-se no estudo do calor, do seu comportamento e da sua interação com a matéria. Nessa época os conceitos de calor e temperatura começaram a ser diferenciados, pois antes havia apenas “quente” e “frio”, sem que se conseguissem medições exatas dessas grandezas (Bassalo, 1992).

Isso começou a mudar quando, em 1760, o cientista Joseph Black observou que blocos de tamanhos iguais, à mesma temperatura, feitos com materiais diferentes (ferro e madeira), tinham diferentes capacidades de armazenamento do calor, pois o ferro parecia mais quente que a madeira. Esse experimento foi mais tarde retomado por Carl Wilcke, e o levou a formular a teoria do calor específico: “quantidades iguais de substâncias distintas necessitam de diferentes quantidades de calor para a mesma elevação de temperatura” (Silva, 2016, p. 13).

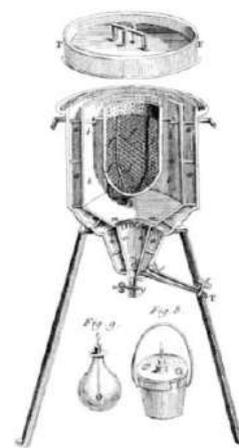
O calor sensível é observado durante o aumento ou diminuição da temperatura de uma substância em um estado físico específico, sem que haja mudança de fase. Durante as transições de fase há outro tipo de calor envolvido: o calor latente. Conforme elucida Bassalo (1992, p. 30), Joseph Black continuava suas experiências sobre o calor quando percebeu que “o calor pode ser adicionado à água misturada ao gelo sem aumentar-lhe a temperatura”.

Esses estudos levaram à formulação de duas das equações mais importantes da calorimetria: para calcular as quantidades de calor sensível<sup>1</sup> e calor latente<sup>2</sup> envolvidas nas mudanças de temperatura e de estado físico.

Apesar do rápido desenvolvimento das teorias sobre o calor, apenas em 1784 os cientistas Laplace e Lavoisier conseguiram desenvolver um equipamento capaz de mensurar com precisão essa propriedade, publicando a descrição do que ficou conhecido como “Calorímetro de gelo”, pois “contém gelo em um compartimento interno cercado por um recipiente externo totalmente preenchido também por gelo”, como é mostrado na Figura 1 (Tavares; Prado, 2010, p. 1987).

Ao longo dos anos, os modelos de calorímetro foram reformulados e aperfeiçoados diversas vezes, de acordo com a precisão, portabilidade e valor de fabricação desejados. No interior do calorímetro, ocorrem trocas de calor entre os corpos até que eles atinjam o equilíbrio térmico, no qual estarão todos na mesma temperatura. Com essa igualdade, torna-se possível efetuar o cálculo das trocas de calor entre corpos, do calor específico e do calor latente (Tavares; Prado, 2010).

FIGURA 1: CALORÍMETRO DE GELO.



Fonte: Tavares e Prado (2010).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para realizar o desenvolvimento da simulação envolveu diversas etapas, partindo do planejamento do conceito, *layout*, funcionamento e interface desejados, como mostrado na Figura 2:

<sup>1</sup>  $Q = m.c.\Delta T$ , onde  $Q$  é o calor,  $m$  é a massa,  $c$  é o calor específico sensível e  $\Delta T$  é a variação de temperatura.

<sup>2</sup>  $Q = m.L$ , onde  $Q$  é o calor,  $m$  é a massa e  $L$  é o calor específico latente.



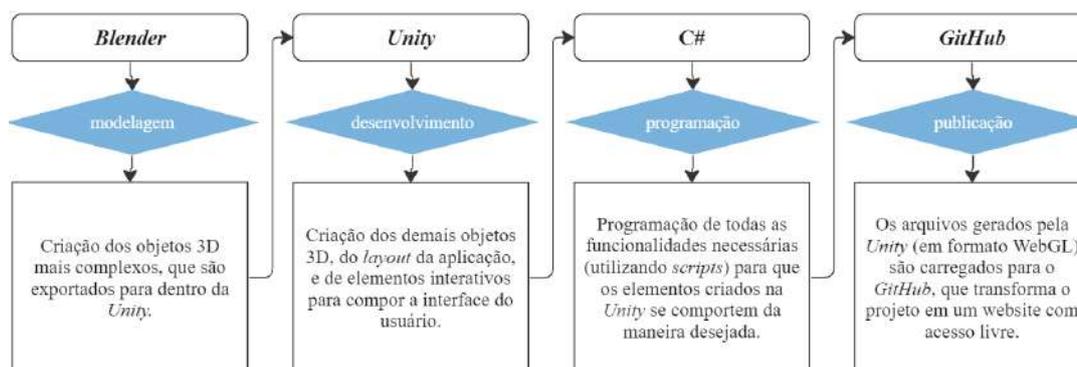
**FIGURA 2: PLANEJAMENTO DA SIMULAÇÃO.**

Conceito:		Layout:		Funcionamento:		Interface:
Calor sensível ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ )	Água	Calorímetro	Estrutura de líquido (textura de água)	Adicionar e remover as substâncias	Apresentar exercícios de contextualização	Tela de introdução no simulador
Mudança de temperatura	Alumínio	Cenário de fundo (mesa e parede)	Barra de metal 3D (textura de alumínio)	Aumentar e diminuir o calor fornecido	Sortear uma variável aleatória para ser respondida	Tela de contextualização com exercícios
Calor latente ( $Q = m \cdot L$ )	Cobre		Barra de metal 3D (textura de cobre)	Mudar de fusão para vaporização	Conferir se a resposta está correta	Tela de desafio
Mudança de estado físico (fusão / vaporização)	Ácido (HCl)	Estrutura de gás (textura de HCl)		Calcular o valor de cada variável		
	Base (NaOH)	Estrutura de sólido granulado (textura de NaOH)				

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, deu-se início ao desenvolvimento do projeto, utilizando as ferramentas *Blender*, *Unity*, *C#* e *GitHub* para realizar desde a criação dos objetos até a publicação do *website*, como mostrado na Figura 3:

**FIGURA 3: FERRAMENTAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.**



Fonte: Autoria própria.

Para compor os experimentos dentro do calorímetro, foram escolhidas as substâncias: água, cobre, alumínio, hidróxido de sódio (NaOH) e ácido clorídrico (HCl). A fim de aproximar-se da realidade, foram pesquisados os valores experimentais para cada constante utilizada, como apresentado na Tabela 1:

**TABELA 1: CONSTANTES UTILIZADAS NO SIMULADOR.**

Substâncias	Temperatura de Fusão	Temperatura de Vaporização	Calor Específico Sensível (c)	Calor Específico Latente (L) de Fusão	Calor Específico Latente (L) de Vaporização
Água	0 °C	100 °C	1 cal/g°C	79,7 cal/g	540 cal/g
Alumínio	660,3 °C	2519 °C	0,21 cal/g°C	210 cal/g	1075 cal/g
Cobre	1083 °C	2567 °C	0,09 cal/g°C	13,05 cal/g	71,8 cal/g
Ácido (HCl)	-114,2 °C	-85,1 °C	0,006 cal/g°C	1,44 cal/g	3,66 cal/g
Base (NaOH)	318 °C	1388 °C	0,57 cal/g°C	1300 cal/g	3450 cal/g

Fonte: Adaptado de IUPAC (2007) e NIST (2021).



## 4. RESULTADOS

Os resultados do projeto descrevem seu desenvolvimento em blocos: “Construção do ambiente”, “Interface do usuário”, “Programação das funcionalidades” e “Publicação”. Cada bloco organiza os assuntos e funções semelhantes em ordem sequencial, conforme foi realizado.

### 4.1. CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE

A ambientação do simulador se iniciou com a criação dos objetos na *Unity*, referentes ao cenário fixo que permeia todas as telas e painéis existentes, como mostrado na Figura 4A.

Após a criação do cenário, foram feitas as substâncias escolhidas para compor o projeto: Água; Alumínio; Cobre; Ácido (HCl) e Base (NaOH), como mostrado na Figura 4B.

Para fazer o controle das substâncias, foram criados os botões de seleção, de adicionar e remover substâncias, como mostrado na Figura 4C.

A fim de manter a simplicidade e facilidade de uso do material, não é possível selecionar mais de uma substância por vez, evitando a formação de misturas que exigiriam o uso de variáveis complexas. Feitos os objetos necessários, partiu-se para a criação dos textos e botões referentes ao calor latente e ao calor sensível.

A tela do calor sensível é constituída por um controle deslizante que aumenta ou diminui a quantidade de calor fornecida ao calorímetro, influenciando a temperatura final da substância, e pelos valores das variáveis na fórmula:  $Q = m.c.\Delta T$ , como mostrado na Figura 4D.

Já no calor latente, a tela é constituída por um controle deslizante que define se a mudança de estado físico ocorrendo é a de fusão ou de vaporização, e pelos valores das variáveis na fórmula:  $Q = m.L$ , como mostrado na Figura 4E.

Os valores para cada variável são recalculados enquanto o usuário interage com os objetos. Dessa forma, ao manipular as substâncias, a temperatura, ou o mudar entre estado de fusão e vaporização, as

FIGURA 4 (A, B, C, D, E):

(A) Cenário.



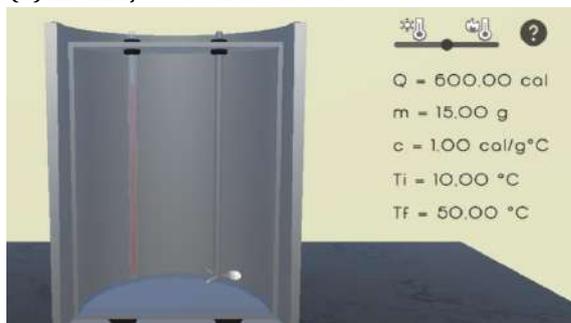
(B) Substâncias.



(C) Botões de controle das substâncias.



(D) Informações do calor sensível.



(E) Informações do calor latente.



Fonte: Autoria própria (2023).



constantes para o calor sensível e latente são atualizadas.

Após a criação dos objetos fundamentais ao projeto, foram elaboradas as telas com as quais o usuário terá contato, compondo a interface do usuário. Nesse momento foram estruturados o menu geral e os painéis de conteúdo, que são: “Conhecendo as variáveis”, “Contextualizando” e “Desafio”.

#### 4.2. INTERFACE DO USUÁRIO

O menu geral é a tela que aparece logo que o simulador abre, oferecendo os conteúdos que o usuário pode acessar para o calor sensível e latente, como mostrado na Figura 5A.

O painel “Conhecendo as variáveis” é uma apresentação do simulador ao público, permitindo completa interatividade e visualização das variáveis. Ele contém os valores de todas as variáveis para o calor sensível ou calor latente, além de possuir um título e uma fórmula indicando para qual dos calores o usuário foi direcionado. Existem também ícones de “ajuda” que auxiliam o usuário na navegação, como mostrado na Figura 5B.

O painel “Contextualizando” é composto por exercícios de fixação dos conceitos de calor sensível e calor latente. Estão disponíveis cinco exercícios para cada calor. Abaixo das variáveis, existem um campo de resposta e 3 botões, cujas funções são, respectivamente: adicionar um número específico de substâncias, conferir a resposta, e pular para o próximo exercício, como mostrado na Figura 5C.

Já o painel “Desafio” procura instigar o usuário a descobrir o valor de uma das variáveis, que foi sorteada para ficar oculta. Nesse painel, as interações do usuário com os botões é que definem o valor que terá a variável oculta, e o tempo dado para que o usuário descubra esse valor é de 3 minutos. Para inserir a resposta, o modelo é o mesmo do painel anterior, como mostrado na Figura 5D.

Caso o usuário deseje voltar ao menu e acessar um conteúdo diferente, basta que clique no botão “Menu”, visível na parte inferior esquerda da Figura 5 de A a D.

FIGURA 5 (A, B, C, D):

(A) Menu geral.



(B) Painel “Conhecendo as variáveis”.



(C) Painel “Contextualizando”.



(D) Painel “Desafio”.





Fonte: Autoria própria.

A fim de garantir a responsividade dos objetos e da interface do simulador, a programação das funcionalidades é indispensável. Com o uso da linguagem C#, foram elaborados os *scripts* que descrevem o comportamento desejado pelos botões e demais elementos interativos do projeto.

### 4.3. PROGRAMAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES

Ao todo, foram estruturados 12 *scripts*, conforme mostrado no esquema da Figura 13:

FIGURA 13: SCRIPTS RESPONSÁVEIS PELA PROGRAMAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES.



Fonte: Autoria própria.

### 4.4. PUBLICAÇÃO

Finalizado o desenvolvimento do projeto, o simulador foi publicado por meio do serviço gratuito de hospedagem de sites que o *GitHub* oferece, e pode ser acessado no link: <<https://diulytofalo.github.io/Simulador-Calorimetro-4.0/>> (Tófaló, 2023).

É interessante ressaltar que, nesse formato, o simulador também pode ser aberto no celular ou em qualquer aparelho que tenha *internet*. Porém, o *layout* da aplicação foi planejado para as dimensões da tela de um computador. A adaptação para telas menores é uma das alterações futuramente pretendidas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS



A partir dos resultados apresentados, é possível observar que o simulador desenvolvido apresenta uma interface intuitiva e amigável, tornando-o uma ferramenta valiosa para o ensino e aprendizagem das disciplinas de química e física de forma mais lúdica, engajadora e significativa.

No entanto, é importante ressaltar que o material ainda não passou pela fase de aplicações e testes. Por isso, pesquisas futuras podem ser realizadas para avaliar sua eficácia em diferentes contextos educacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, Thaís Gimenez da Silva; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 12, p. 139-154, 2007.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BASSALO, José Maria Filardo. A crônica do calor: Calorimetria. **Revista brasileira de ensino de física**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 29-38, 1992.

BUENO, Debora Gonçalves. **Uso da experimentação para o ensino de calorimetria: uma proposta metodológica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes - RO, 2019.

DOMINGUINI, Lucas et al. O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Educação - PPGE/UFES, Vitória, ES**, v. 18, n. 36, p. 133-146, 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FTD Digital. **Simuladores**. Editora FTD, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://digital.ftd.com.br/conheca-objetos-simuladores>. Acesso em: 27 ago. 2022.

IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry. **Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry**, 3rd Edition. Oxford: Blackwell Science, 2007.

MILARÉ, Tathiane; ALVES FILHO, José de Pinho. A química disciplinar em ciências do 9º ano. **Química nova na escola**, [s. l.], v. 32, n. 1, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa crítica**. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, RS, 2010.

NIST, National Institute of Standards and Technology. **NIST Chemistry WebBook: Standard Reference Database 69**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>. Acesso em: 24 nov. 2022.

SANTOS, Anderson Oliveira et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, [s. l.], v. 9, n. 7, 2013.

SILVA, João Batista da. Ensino híbrido e Tecnologias digitais na educação básica: algumas contribuições do Google Classroom. **Revista Cocar**, Fortaleza, v. 14, n. 30, p. 1-17, 2020.

SILVA, Salomão Martins da. **Determinação experimental do calor específico do ferro, alumínio e cobre**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Física) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá - PA, 2016.

TAVARES, Guilherme W.; PRADO, Alexandre G. S. Calorímetro de gelo: uma abordagem histórica e experimental para o ensino de química na graduação. **Química nova**, São Paulo - SP, v. 33, n. 9, p. 1987-1990, 2010.

TÓFALO, Diuly Pereira. **Simulador Calorímetro 4.0**. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://diulytofalo.github.io/Simulador-Calorimetro-4.0/>. Acesso em: 28 set. 2023.



# CAPÍTULO 14

## CAMINHADA PLANETÁRIA: Relato de experiência de uma visita técnica ao museu dica

**Olívio Lima De Santana** – [mestregarbo@gmail.com](mailto:mestregarbo@gmail.com)  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Bhrenda Alves Oliveira** – [bhrendaalves1@gmail.com](mailto:bhrendaalves1@gmail.com)  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Heloisa Eusebia Lima** - [heloeusebia@mail.com](mailto:heloeusebia@mail.com)  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Uildisney Ferreira Goes** - [uildisneygoes@gmail.com](mailto:uildisneygoes@gmail.com)  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Blyeny Hatalita Pereira Alves** – [blyeny.alves@ifg.edu.br](mailto:blyeny.alves@ifg.edu.br)  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** Neste trabalho, avaliou-se a educação em ambientes não formais, como no Museu Dica, um órgão do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, definido como espaço para a promoção de difusão científica e aperfeiçoamento profissional, especialmente na área de Física e de suas interfaces com a Química e a Biologia. Estudos voltados para estas temáticas confirmam que a educação desenvolvida nesses espaços é de fundamental importância na aprendizagem de conteúdos de divulgação científica e na formação do licenciando das áreas das ciências. O objetivo deste trabalho é relatar as experiências de aprendizagem em ambientes não formais de educação, vivenciada no processo de formação inicial dos alunos do curso de Licenciatura em Química. As transformações nos espaços sociais e urbanos devido aos avanços tecnológicos, levam à necessidade de adaptações nos métodos de educação. Além dos espaços formais, como escolas, é compreendido a importância dos espaços não formais, como museus, para a produção do saber por meio do compartilhamento de experiências. A educação não formal organiza o processo de ensino de forma dinâmica, evitando a memorização e utilizando ferramentas didáticas diversificadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espaço Não Formal; Ensino e Aprendizagem; Formação Docente; Museu.

### 1. INTRODUÇÃO

Compreende-se que com os avanços tecnológicos e a modernização da sociedade, causaram modificações marcantes na definição dos espaços sociais e as relações dos indivíduos com o



espaço urbano. Essas mudanças significativas refletem na necessidade de alterações nos métodos de educação, não ficando apenas presos a espaços formais de educação, sendo assim possível inserir espaços não formais (Lins, 2023). Os espaços não formais de educação contribuem para a produção do saber na medida em que reúnem ideias via compartilhamento de experiências, geram conhecimento pela reflexão e confrontam os saberes herdados e adquiridos. Espaços como os museus, podem imergir o aluno nessas experiências, e traz ao professor várias outras possibilidades de explorar o conteúdo (Gohn, 2014).

Entretanto na busca de apresentar o espaço não formal da educação, se faz necessário definir espaço formal de educação. Espaço formal, é o espaço educacional que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, definidas na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996). Sendo assim, o espaço escolar em todas as dependências escolares de ensino: salas de aula, quadra esportivas, laboratórios, biblioteca, pátio e cantina. Para Jacobucci (2008), a definição que espaço formal de Educação é a escola, o espaço em si não remete a fundamentação teórica e características metodológicas que embasam um determinado tipo de ensino. O espaço formal diz respeito a um local onde a Educação é formalizada, garantida por Lei e organizada de acordo com a padronização nacional.

Dessa forma, o espaço não formal de educação está para além da escola, agregando a educação e espaços como igrejas, museus, cinemas, excursões, em casa, ou seja, a educação ocorre em espaços dos mais variados possíveis. Partindo deste contexto, educação não formal organiza o processo de ensino e aprendizagem sem ter padrões formais, como por exemplo, pode ser realizada em qualquer ambiente, desde que apresente uma dinâmica diferente de aulas expositivas, não priorizando a memorização, mas priorizando a utilização de ferramentas didáticas diversificadas e atrativas (Quadra, D'ávilla, 2016).

Levando em consideração o contexto de espaço não formal, a Química está presente em todos esses ambientes, favorecendo e facilitando a utilização desses espaços para o ensino e aprendizagem. Compreender a Química, tem uma grande importância para a economia mundial, uma vez que, por meio desse conhecimento, o aluno conseguirá entender como os impactos sociais, ambientais e econômicos causados pelos avanços industriais e tecnológicos presentes nas últimas décadas afetam a sociedade. Por isso, o estudo da química tem sido considerado fundamental por pesquisadores e professores, da disciplina de Química, e, para compreendê-lo, é necessário conhecer outros conceitos, estes precisam ser bem entendidos para que não surjam concepções errôneas sobre suas aplicações (Meneses, Nunes, 2018).

Para Santos e Silva (2013), a Química no âmbito escolar, faz uso de símbolos como representações dos materiais e suas transformações sendo um grande desafio para os alunos. Essa simbologia faz parte de uma linguagem específica, que é necessária à comunicação na área e ao trabalho com os diferentes níveis: descritivo e funcional (macroscópico), simbólico (representacional) e explicativo (microscópico). Para muitos alunos o conteúdo se torna muito complexo pela quantidade de regras a serem entendidas ou até mesmo decoradas para facilitar na hora das avaliações.



Estudantes do ensino médio geralmente encontram dificuldades em relação a disciplina de química, como memorizar fórmulas e entender alguns conceitos abstratos devido as suas especificidades. Por se tratar de uma ciência de natureza experimental, nas quais os fenômenos são explicados partir de modelos teóricos, cuja compreensão requer abstração e domínio de uma linguagem simbólica específica, muitas das estratégias tradicionais de ensino não resultam em efetivo aprendizado por parte dos estudantes (Oliveira, 2010). Nesse sentido os professores procuram inovar na forma de contextualizar o conteúdo de química, para que assim os alunos consigam relacionar a matéria com o cotidiano e assim entender o conteúdo, invés de decorar, apreender, por meio de aplicações em aulas práticas ou por meio dos espaços não formais da educação.

A utilização do espaço não formal da educação, diversifica a aplicação do conteúdo teórico visto em sala de aula fundamentando a prática, podendo assim, dar possibilidades de avaliação para os alunos, principalmente entre os alunos com TDAH (Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade), TEA (Transtorno do espectro autista) e TDA (Transtorno do déficit de atenção), pois a inúmeras singularidades dentro do espectro para cada tipo de pessoa, ele se caracteriza de uma forma, afim de auxiliar essas crianças/adolescentes a desenvolverem de forma significativa o conhecimento do conteúdo de química.

Conhecendo a grande importância de se visitar museus, parques e zoológicos, com os estudantes, a capacitação do professor é essencial para o planejamento dessa atividade, para que assim consiga desenvolver o conteúdo que está trabalhando em sala durante a visita. Dessa maneira, é possível potencializar o conteúdo e a compreensão dos alunos a respeito do que está sendo trabalhado (Gomes, Catão, Soares, 2015). Para acontecer essa contemplação do conteúdo trabalhado em sala, o professor precisa conhecer o local dessa visita, de forma antecipada de preferência, para que assim consiga preparar um itinerário, desenvolver o conteúdo de forma eficiente com alunos e assim conseguirem interligar o conteúdo dentro dos espaços formais e não formais da educação.

O Museu DICA - Diversão com Ciência e Arte, vem nesse contexto, envolver o aluno em um espaço interativo, com o principal objetivo de aproximar a população e em especial os alunos, de conceitos científicos, buscando por meio de atividades não formais, a integração com professores e alunos (Lopes *et al.*, 2022). O museu é um órgão do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, como espaço para a promoção de difusão científica e aperfeiçoamento profissional, especialmente na área de Física e de suas interfaces com a Química e a Biologia. O objetivo deste trabalho é relatar a experiência de aprendizagem em ambientes não formais de educação vivenciada no processo de formação inicial dos alunos do curso de Licenciatura em Química.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa ocorreu em duas etapas: visita ao espaço não formal de ensino Museu Dica no dia 16 de setembro de 2023, em Uberlândia - Minas Gerais com duração de 4 horas com o intuito de relatar a experiência, e o estudo utilizando metodologia qualitativa de caráter descritiva -



exploratória que proporcionou aprofundar os conhecimentos no tema proposto, utilizando sites como: Google Acadêmico, Scielo, e Química Nova na Escola. Os artigos selecionados foram analisados com o seguinte critério de inclusão: Artigos que abordaram relatos de pesquisa relacionados a espaços formais de ensino, espaços não formais de ensino, metodologias ativas, e dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação a matéria de química.

Explorar a importância dos espaços não formais na educação, especialmente utilizando o exemplo do Museu DICA, e entender como esses ambientes podem contribuir para a aprendizagem, especialmente em disciplinas desafiadoras como a química, o interesse por atividades e locais diferenciados, levando em consideração a diversidade de informações encontradas nos espaços não-formais ampliam as possibilidades de ensino e fortalecem as relações com as escolas.

Trata-se de uma pesquisa na área do ensino, com a pretensão de compreender e auxiliar os sujeitos envolvidos, professor e aluno, a verificar a importância de diferentes espaços de ensino, em uma situação de integração da realidade do aluno com o conteúdo de química.

### 3. RELATO DE EXPERIÊNCIA

A visita guiada foi realizada em grupo com 13 alunos, acompanhados pelo monitor do Museu Dica e duas professoras do IFG. Iniciou-se o percurso da trilha astrológica pela Estrela Sol, em sequência foram feitas paradas específicas para caracterização e apresentação dos planetas do Sistema Solar. A Figura 1 representa uma das paradas da trilha Astrológica, contendo a representação de um dos planetas do Sistema Solar e a sua ficha técnica.

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO E FICHA TÉCNICA DO PLANETA SATURNO



FONTE: Autoria própria.

No decorrer da visita, pode-se observar dentre outras informações, pelas fichas e pela fala do monitor, a composição química dos planetas, seus eixos de rotação e temperatura média. Alinhado à proposta do Museu DICA, os alunos foram instigados a refletir sobre os desafios e as contribuições de práticas educacionais realizadas em espaços não formais.

A trilha do Sistema Solar presente no Museu DICA - Diversão com Ciência e Arte, consiste em um percurso de 1300 metros que simula um passeio pelo Sistema Solar passando por seus principais astros. Sendo assim o visitante tenha uma ideia clara do tamanho destes astros e das distâncias entre os planetas e a estrela sol, as esculturas foram produzidas em uma escala de 1:70 milhões em relação ao tamanho real dos astros. Dentro dessa perspectiva podemos perceber que se a



escultura que representa o planeta Júpiter possui 2 m de diâmetro, o planeta original possui um diâmetro de 140.000 km. Além disso, os planetas foram distribuídos pela trilha em uma escala de 1:3,5 bilhões. Isto significa que cada quilômetro percorrido equivale a 3,5 bilhões de quilômetros no sistema solar. Dessa forma, os 1300 metros da trilha equivalem a uma distância de mais de 4,5 bilhões de quilômetros. Após o percurso, houve o momento para reflexão sobre o processo de formação dos alunos, como futuros professores e considerou algumas questões:

- (1) Após a experiência em um museu, como eles utilizariam esses espaços para promoção do ensino e aprendizagem?
- (2) Quais as relações seriam estabelecidas com a química?
- (3) Como pensariam em conduzir essas atividades?

Dessa forma, deve-se ponderar que uma ação bem estruturada, considerando as condições e o apoio das instituições, o conhecimento prévio do ambiente e das atividades oferecidas e dinâmica da condução por parte do monitor nos espaços não formais, impactam a maneira como são organizadas e realizadas as visitas.

#### 4. CONCLUSÃO

A experiência de aprendizado em espaços não formais de educação deve permear a formação inicial do docente, permitindo a reflexão e o reconhecimento desses espaços como um valioso recurso para o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, consiste em um momento de apropriação e aperfeiçoamento das práticas pedagógicas estudadas no decorrer da graduação, além disso, se constitui como momento de estudo que contribuirá na formação docente. A formação inicial e continuada dos professores, é necessária, visto que a química não é algo estagnada ou inerte. É visto que as ciências naturais estão em constante transformação e descobertas científicas. A partir desta perspectiva, os docentes devem sempre estar atualizados a respeito de novos conhecimentos discutidos pela comunidade científica e da educação.

Os espaços não formais da educação contribuem para a diversificação do conteúdo, sendo possível abordar o pensamento crítico, para assim, discutir no âmbito da ciência e tecnologia de forma simples e esclarecedora a sua importância para a sociedade, além disso, estimular o desejo pela solução de problemas presentes na sociedade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996. BRASIL.

GOMES, E. A.; CATÃO, V.; SOARES, C. P. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 81-97, 2015.

GOHN, M. G. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. **Investigar em Educação**, v.2, n.1, p.35-50, 2014.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.

LINS, P. A. B. Espaços formais e não-formais de educação: uma investigação de escolas e museus. 2023.



LOPES, A. et al. **Telescópio Itinerante Como Ferramenta Na Divulgação De Astronomia**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/ebdc/wp-content/uploads/sites/284/2023/05/32.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2023 SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

MENESES, F. M. G. de; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 175-190, 2018.

OLIVEIRA, J. R. S. de. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

QUADRA, G.; D'ÁVILA, S. Educação Não-Formal: qual a sua importância? **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 17, n. 2, 2016.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 3205-3210, 2013.



# CAPÍTULO 15

## AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO OPENHAB E HOME ASSISTANT

**Mateus Borges Araújo** – mateusba08@hotmail.com  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Gesmar De Paula Santos Junior** – gesmar.junior@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Ghunter Paulo Viajante** – ghunter.viajante@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**Josemar Alves Dos Santos Junior** – josemar.junior@ifg.edu.br  
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara – IFG

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um sistema de automação residencial eficiente e intuitivo desenvolvido no laboratório IFMaker do Instituto Federal de Goiás - Câmpus Itumbiara capaz de receber os dados do sensor de temperatura e de enviar informações através de LEDs infravermelho, fornecendo ao usuário o controle de acionamento dos equipamentos como projetor, televisão, tomadas e ares-condicionados pelas *interfaces* das plataformas OpenHAB e Home Assistant, que operam integrados, utilizando as principais vantagens de cada *software*, contribuindo com o baixo custo através dos recursos gratuitos das mesmas. A comunicação de todos os dispositivos se dá pelo protocolo MQTT através do método de publicação e assinatura, tendo como base de funcionamento os clientes e o servidor (*broker*). O *Open Home Automation Bus* (OpenHAB) e o Home Assistant são dois aplicativos gratuitos que conseguem se comunicar com diversas marcas que possuem algum dispositivo na área da Domótica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação Residencial; Domótica; Home Assistant; OpenHAB; Protocolo MQTT.

### 1. INTRODUÇÃO

Todos os dias o mundo caminha rumo a um amplo leque de inovações e descobertas em diversas áreas. Isso é consequência de incalculáveis estudos que são realizados com intuito de gerar melhorias e facilitação de inúmeros processos, sendo um deles conhecido como automação.



A automação consiste em um dos temas mais utilizados para facilitar a inserção de recursos tecnológicos. Por meio dessa tecnologia, empregam-se ferramentas para soluções tecnológicas com o propósito de otimizar e simplificar os processos internos, além de diminuir custos operacionais (ANTUNES, 2019).

Automação residencial é o agrupamento de serviços viabilizados por sistemas tecnológicos integrados como o melhor recurso de satisfazer as necessidades básicas de segurança, gestão energética, comunicação e conforto de uma casa. Um outro termo que também é muito utilizado em sistemas de automação residencial, é o “Domótica”. Domótica consiste no controle e automatização aplicados a residências. (MURATORI; BÓ; s. d.).

O intuito da Domótica é oferecer aos seus usuários um maior conforto, visto que é possível interligar vários aparelhos e realizar de forma remota ou programada tarefas básicas de uma casa, como ligar e desligar televisores, rádios, lâmpadas, eletrodomésticos, entre outras funções.

Apesar do número de casas inteligentes ter aumentado no Brasil com o passar dos anos, essa tecnologia ainda não é muito comum na maioria das residências brasileiras. Em comparação com as décadas anteriores, hoje o mercado dispõe de muitos aparelhos que realizam o seu funcionamento via internet, através de seus próprios aplicativos, mas muitos deles não se comunicam com outras marcas, fazendo com que dentro de uma casa tenha várias “ilhas de dispositivos”, sendo este um dos fatores para essa pequena quantidade de casas com automação residencial. Outro fator que contribui com essa situação é a ausência da produção nacional de muitos desses equipamentos, tornando-se inacessível financeiramente para a maioria das famílias (GUERRA et al., 2020).

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo geral o desenvolvimento de um sistema de automação residencial que seja apto a receber os dados do sensor de temperatura e de enviar informações através de dispositivos infravermelho, sendo capaz de fornecer ao usuário o acionamento e o controle dos equipamentos como projetor, televisão, tomadas e ares-condicionados pelas plataformas OpenHAB e Home Assistant, operando de forma integrada, desfrutando de suas principais vantagens, onde o usuário terá o domínio total do sistema tanto de forma manual, no local em que o dispositivo for empregado, quanto de forma remota pelos aplicativos disponibilizados pelas plataformas ou pelo navegador web.

### 1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Este projeto dispõe dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar pesquisas a fim de entender o procedimento de uma automação residencial;
- Compreender as características e o funcionamento do protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) e dos *softwares* OpenHAB e Home Assistant;
- Utilizar um servidor local para as plataformas instaladas em um Raspberry Pi 3B;
- Estabelecer a comunicação entre os dois centralizadores, o *Broker* MQTT e os dispositivos;

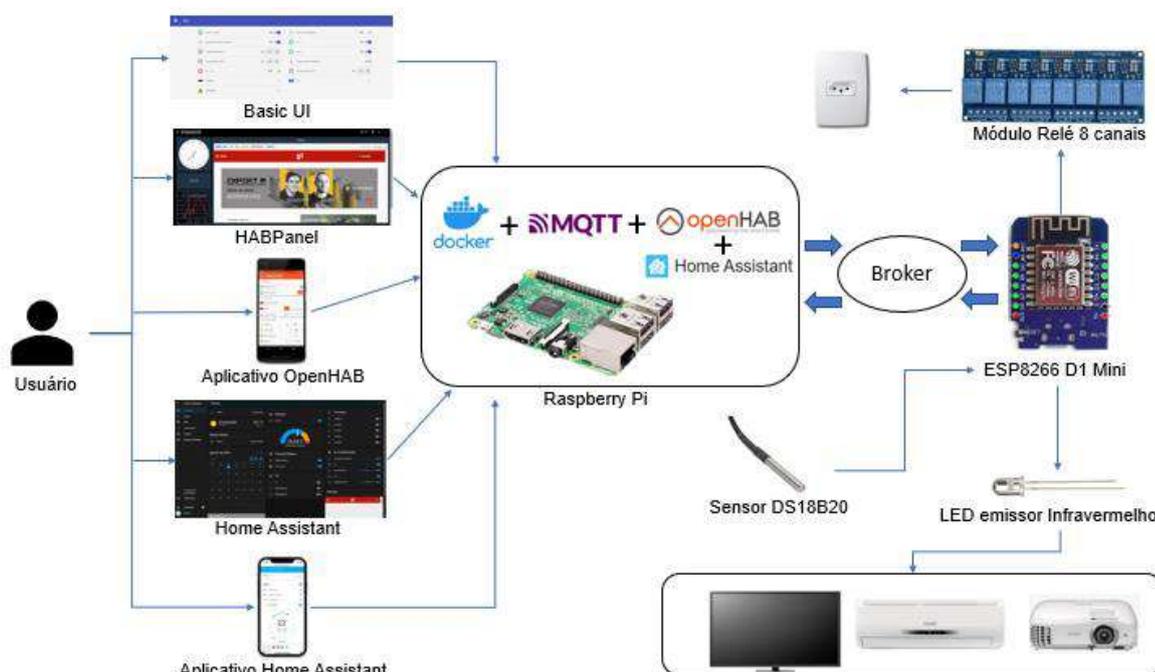


- Desenvolver as *interfaces* do OpenHAB e Home Assistant;
- Produzir testes visando a validação do projeto proposto.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A Figura 1 abaixo demonstra toda a arquitetura deste sistema, desde as opções de acesso e de controle que o usuário possui, até os equipamentos que serão controlados.

FIGURA 1 – FUNCIONAMENTO DO SISTEMA.



Fonte: Autoria própria.

Este tópico tem como pretensão a apresentação e explicação dos conceitos dos principais elementos, *hardware* e os *softwares*, que foram utilizados neste sistema de automação residencial de acordo com a sua importância e execução, a fim de auxiliar no entendimento neste início da parte específica do projeto.

### 2.1. RASPBERRY PI

O Raspberry Pi é um mini computador que tem o seu tamanho comparado ao de um cartão de crédito, onde o seu *hardware* é integrado em apenas uma placa, disponibilizando as conexões USB para utilização dos periféricos teclado e mouse, e saída HDMI para o uso de imagens em monitor ou televisão (JUCÁ E PEREIRA, 2018, p.15).

Para a realização deste projeto, o modelo escolhido foi o Raspberry Pi 3B. Lançado em fevereiro de 2016 substituindo o Raspberry Pi 2B, possui um processador Broadcom BCM2837 64 bits Quad Core de 1.2GHz, com memória RAM de 1GB, módulo BCM43438 de acesso ao *wi-fi* e *Bluetooth*, quatro portas USB 2, saída HDMI, GPIO de 40 pinos e fonte de alimentação Micro USB até de 2.5 A (RASPBERRYPI, 2023).



FIGURA 2. raspberry pi 3b.



Fonte: RaspberryPi (2023).

## 2.2. PROTOCOLO MQTT

O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) foi desenvolvido no final da década de 1990 pela empresa IBM (*International Business Machines Corporation*) para ser um protocolo assíncrono, que consiga desacoplar o remetente e o receptor da mensagem, sendo utilizado primeiramente para conectar sensores, presentes em oleodutos, com os satélites (YUAN, 2017).

O seu funcionamento acontece por meio da relação entre clientes e o *broker* (servidor) através do modelo *publisher-subscribe* (publicação e assinatura). Neste padrão, os clientes são responsáveis por enviar informações (*publisher*) ao servidor, sendo este encarregado de encaminhar esses dados aos clientes de destino (*subscribe*), não havendo assim uma comunicação direta entre o cliente remetente e o destinatário, mas tendo a necessidade dos clientes terem uma boa e constante comunicação com o servidor (NERI; LOMBA; BULHÕES, 2019).

## 2.3. CONTAINER E DOCKER

Em uma linguagem mais específica, Filho e Leitão (2023) afirmam que um *Container* são *File Systems* constituídos por uma imagem, que realizam a segregação de processos no mesmo *kernel*, sendo cada um deles isolado ao máximo de todo o ambiente restante. Simplificando este conceito, um *Container* é um padrão utilizado para os *softwares* no qual empacota todos os dados de um aplicativo (código e suas dependências) e o torna acessível e executável de forma mais rápida e confiável em ambientes com características distintas de um para o outro (DOCKER, 2023).

## 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos são as *interfaces* dos *softwares* OpenHAB e Home Assistant, que só foram possíveis através de todos os estudos realizados para a elaboração deste sistema. Segue abaixo a apresentação individual, além de suas principais características.

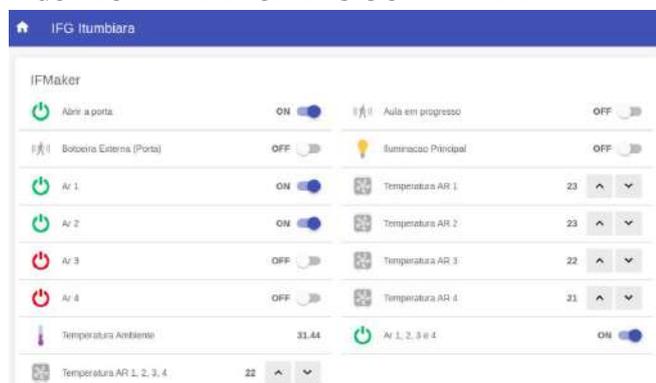


### 3.1. INTERFACES OPENHAB

As *interfaces* disponibilizadas para o usuário por meio do *software* OpenHAB são: “BasicUI” e “HABPanel”. Vale novamente ressaltar que o “BasicUI” pode ser configurado através do arquivo de configuração *sitemap*, já o “HABPanel”, somente na própria *interface* do aplicativo.

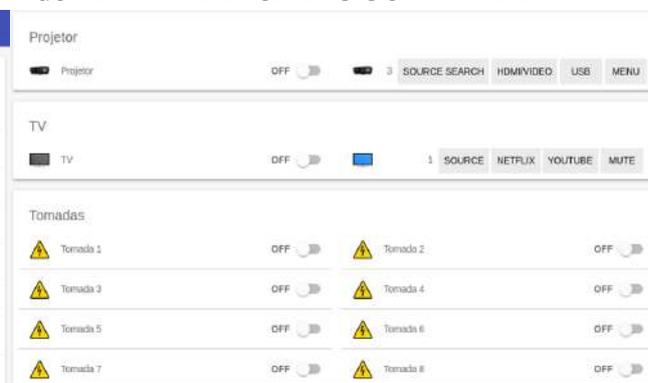
As Figuras 3 e 4 demonstram toda a *interface* “BasicUI” do sistema finalizada, já as Figuras 5 e 6 apresentam a *interface* do HABPanel. O acesso poderá ser feito pelo aplicativo da plataforma, destinado a *smartphones*, ou pelo acesso local, por meio do endereço IP. As outras funcionalidades presentes na Figura 3 que não são pertencentes a este projeto, são provenientes de outros trabalhos do laboratório IFMaker, local onde foi realizado este sistema. Como ambos possuem a mesma finalidade de automatizar este local, foram reunidos em uma única *interface*.

FIGURA 3 – INTERFACE “BASIC UI” PARTE 1.



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 4 – INTERFACE “BASIC UI” PARTE 2.



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 5 – INTERFACE “HABPANEL” PARTE 1.



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 6 – INTERFACE “HABPANEL” PARTE 2.



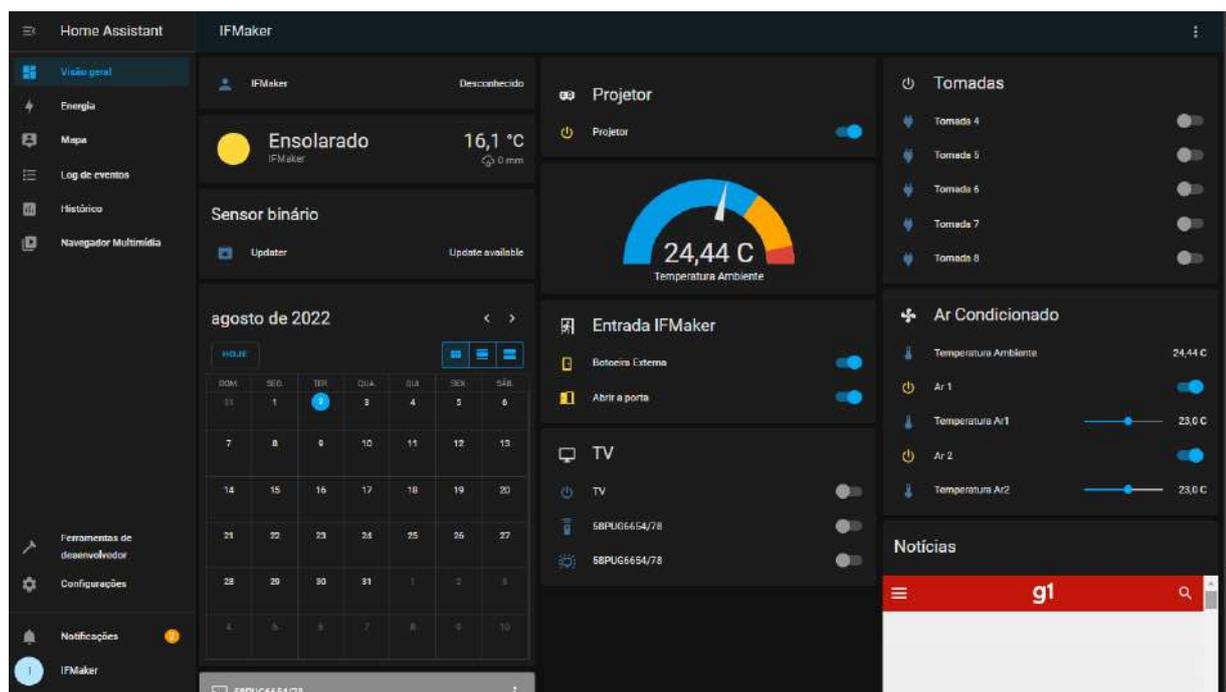
Fonte: Autoria própria.

### 3.2. INTERFACE HOME ASSISTANT

A *interface* escolhida e elaborada entre as disponibilizadas pelo Home Assistant foi a de visão geral, onde a sua configuração ocorreu mediante ao arquivo de configuração *configuration.yaml* e pela própria área de interação. Através dos cartões, pode-se adicionar as entidades responsáveis por cada funcionalidade dos aparelhos, além de incluir outras informações por meio de sites de notícias. A Figura 7 representa este assunto.



FIGURA 7 - INTERFACE HOME ASSISTANT.



Fonte: Autoria própria.

## 4. CONCLUSÃO

Com base em todos os estudos realizados sobre a domótica e principalmente em relação a toda a estrutura deste sistema e de todo o procedimento efetuado, visando sempre em atingir todos os objetivos deste trabalho, foi possível desenvolver um projeto de automação residencial de baixo custo, intuitivo e com elevada praticidade, sendo capaz de oferecer a qualquer usuário o controle e acionamento e de aparelhos como ares-condicionados, projetor, televisão e tomadas.

As informações sobre os estados e os dados de todas as variáveis do sistema são apresentadas de maneira clara e objetiva através dos painéis e de todos os mecanismos utilizados nas interfaces, proporcionando ao usuário melhor conforto e praticidade.

Outro ponto importante é em relação a praticidade. Graças ao serviço *Cloud* das duas plataformas, o usuário tem acesso a todas as funcionalidades do conjunto, independentemente do local que estiver, por meio dos aplicativos destinados aos *smartphones*. Este tipo de serviço é disponibilizado de forma gratuita pelo OpenHAB, sendo que o do Home Assistant só é assegurado mediante pagamento mensal.

Para se ter um bom uso no acesso remoto de todo o conjunto é necessário ter algumas precauções contra os ataques cibernéticos, como estar sempre com o sistema atualizado, criar usuário e senha difíceis, observar se a rede de internet está bem protegida, entre outros fatores. Caso haja problemas com o acesso remoto devido a quedas do fornecimento de internet, o usuário poderá manuseá-los através do acesso local, por meio do IP dos dois softwares, tendo o funcionamento deste serviço somente no local em que estiver instalado todo o sistema.



Por último, com base em pesquisas realizadas no mês de outubro de 2023 em sites de lojas especializadas na área da eletrônica, pode-se ter uma estimativa do custo final para a instalação deste projeto em algum espaço, podendo este valor chegar a aproximadamente R\$ 700,00. Visto que atualmente para se ter um sistema de domótica mediante a outras marcas ou produtos, o usuário muitas vezes encontra alguns problemas de compatibilidade entre as marcas, necessidade de ter mais de um aplicativo no celular para controlar poucos equipamentos, além de depender de um servidor em nuvem, que caso ocorra algum problema o consumidor ficará de mãos atadas e sem controle de seu conjunto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, D. **O QUE É AUTOMAÇÃO E PARA QUE SERVE? CONVERSANDO COM O CTO.** Disponível em: <<https://gobacklog.com/blog/o-que-e-automacao-e-para-que-serve/>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

DOCKER. **Use contêineres para construir, compartilhar e executar seus aplicativos.** Disponível em: <<https://www.docker.com/resources/what-container/>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

FILHO, J.; LEITÃO, L. **Curso de Docker.** Disponível em: <<http://files.cod3r.com.br/apostila-docker.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

GUERRA, H. N. S. et al. **Automação Residencial Usando Software Openhab.** Disponível em: <<http://docplayer.com.br/204802893-Automacao-residencial-usando-software-openhab.html>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

JUCÁ, S.; PEREIRA, R. **Aplicações Práticas de sistemas embarcados Linux utilizando Raspberry Pi.** Rio de Janeiro: PoD editora, 2018.

MURATORI, J. R.; BÓ, P. H. D. **Automação residencial: histórico, definições e conceitos.** Disponível em: <[https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62\\_fasc\\_automacao\\_cap1.pdf](https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62_fasc_automacao_cap1.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2021.

NERI, R.; LOMBA, M.; BULHÕES, G. **Protocolo MQTT.** Disponível em: <<https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/mqtt/>>. Acesso em: 01 mar. 2023.

RASPBERRYPI. **O que é um Raspberry Pi?** Disponível em: <<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b/>>. Acesso em: 23 fev. 2023.

YUAN, M. **Conhecendo o MQTT.** Disponível em: <[https://developer.ibm.com/articles/iot-mqtt-why-good-for-iot/?mhsrc=ibmsearch\\_a&mhq=MQTT](https://developer.ibm.com/articles/iot-mqtt-why-good-for-iot/?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=MQTT)>. Acesso em: 27 fev. 2023.



# CAPÍTULO 16

## A ABORDAGEM DO PACIENTE COM LOMBALGIA AGUDA NA EMERGÊNCIA MÉDICA: Uma revisão de literatura

**Arthur Godoi Guerra**- arthurgguerra01@gmail.com  
Faculdade ZARNS Itumbiara

**Luís Felipe Ribeiro Vasconcelos**- luisfelfipe320@hotmail.com  
Faculdade ZARNS Itumbiara

**Raíssa Rodrigues de Menezes** – raissarmz12@outlook.com  
Faculdade ZARNS Itumbiara

**Luiz Cláudio Kehdi Guimarães** - lckehdi@mail.com  
Faculdade ZARNS Itumbiara

**Rogério Pacheco Rodrigues** - rogerio.rodrigues@faculdadezarns.com.br  
Faculdade ZARNS Itumbiara

**RESUMO:** A lombalgia aguda é uma enfermidade caracterizada por uma dor forte e incapacitante muitas vezes na região lombar e possui uma prevalência maior em indivíduos na faixa etária de 40 a 60 anos apesar de ser comum em idosos ou pessoas com mais de 60 anos. A correta identificação da etiologia principal é o principal fator determinante do sucesso ou não do tratamento de um quadro de dor lombar. O foco de uma lombalgia na emergência é estabilizar o paciente com o uso de analgésicos e entender a causa, além de acompanhar a evolução do quadro pois em alguns casos se faz necessário a intervenção por meio de fármacos opioides quando se apresenta uma provável cronicidade da patologia. A comunicação médico-paciente-equipe se mostra uma medida eficaz de compreender corretamente as condições do enfermo por meio da anamnese e exames físicos sendo esta etapa crucial na intervenção buscada, evitando dessa forma o uso desnecessário de exames radiológicos ou que por ventura não estariam correlacionados com quadros de lombalgia aguda. É pensando na sua frequência e relevância como causa de diversas queixas em clínicas de emergências que o presente estudo busca abordar o correto manejo, estabilização e atendimento para médicos e demais profissionais da área da saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lombalgia Aguda; Emergência; Manejo.



## 1. INTRODUÇÃO

A lombalgia aguda emerge como uma apresentação clínica frequente e desafiadora nas salas de emergência ao redor do mundo, exigindo abordagens ágeis e eficazes para avaliação e tratamento. Este capítulo se propõe a examinar a lombalgia aguda no contexto da emergência médica, destacando os desafios únicos enfrentados pelos profissionais de saúde visando principalmente médicos nesse ambiente dinâmico. A emergência médica é caracterizada por um cenário de alta pressão, onde decisões rápidas e precisas são cruciais. A lombalgia aguda, muitas vezes, apresenta-se de maneira complexa, com causas diversas e uma gama variada de sintomas (VALADARES, 2020). A complexidade da lombalgia aguda na sala de emergência é delineada pelas múltiplas etiologias possíveis e as situações clínicas que demandam uma intervenção imediata.

A triagem eficaz é a chave para um manejo adequado da lombalgia aguda na sala de emergência. Neste capítulo, serão discutidas abordagens de triagem que visam identificar casos de lombalgia aguda que requerem atenção imediata, como aqueles associados a trauma, compressão nervosa grave ou sinais de alerta para condições subjacentes graves (SANTOS, 2012). Somado a isso, será enfatizado o papel do diagnóstico diferencial em um ambiente onde a precisão diagnóstica é imperativa para a segurança do paciente. O tratamento da lombalgia aguda na sala de emergência vai além do alívio sintomático, envolvendo estratégias de manejo que abordam as causas subjacentes. Discutiremos intervenções farmacológicas apropriadas para o controle da dor aguda, considerando os desafios associados à administração de medicamentos em um ambiente emergencial. Além disso, a comunicação desempenha um papel vital na abordagem da lombalgia aguda na sala de emergência fornecendo informações claras sobre o diagnóstico, tratamento e plano de cuidados pós-emergência.

Dada a natureza multifacetada da lombalgia aguda, uma abordagem interdisciplinar na sala de emergência é essencial (PIRES, 2006). Este capítulo explorará a colaboração entre médicos de emergência, ortopedistas, fisioterapeutas e outros profissionais de saúde, destacando a importância da coordenação de cuidados para otimizar os resultados para os pacientes. Ao concluir este capítulo introdutório, busca-se fornecer uma compreensão abrangente da lombalgia aguda na sala de emergência, delineando estratégias de intervenção que consideram a urgência, a complexidade clínica e a necessidade de comunicação eficaz vísceras. A abordagem detalhada desses aspectos fundamentais visa equipar os profissionais de saúde com os conhecimentos necessários para enfrentar os desafios inerentes à gestão da lombalgia aguda em situações emergenciais.

A lombalgia aguda se caracteriza como uma dor, sensação de rigidez muscular, que tem ocorrência abaixo da margem costal, porém acima da região glútea. Ela pode ser dividida em três tipos, sendo elas, localizada, irradiada ou referida. A localizada é causada principalmente pelo ramo posterior do nervo espinhal e sinovertebrais, os quais são afetados por atividades físicas intensas. A dor irradiada é originada dos nervos espinhais e tem seus principais catalisadores a compressão, herniação discal e inflamação. Já a dor referida é fruto de processos danosos ou que atingem as vísceras (CASTRO *et al.*, 2021). O presente trabalho tem como objetivo apresentar

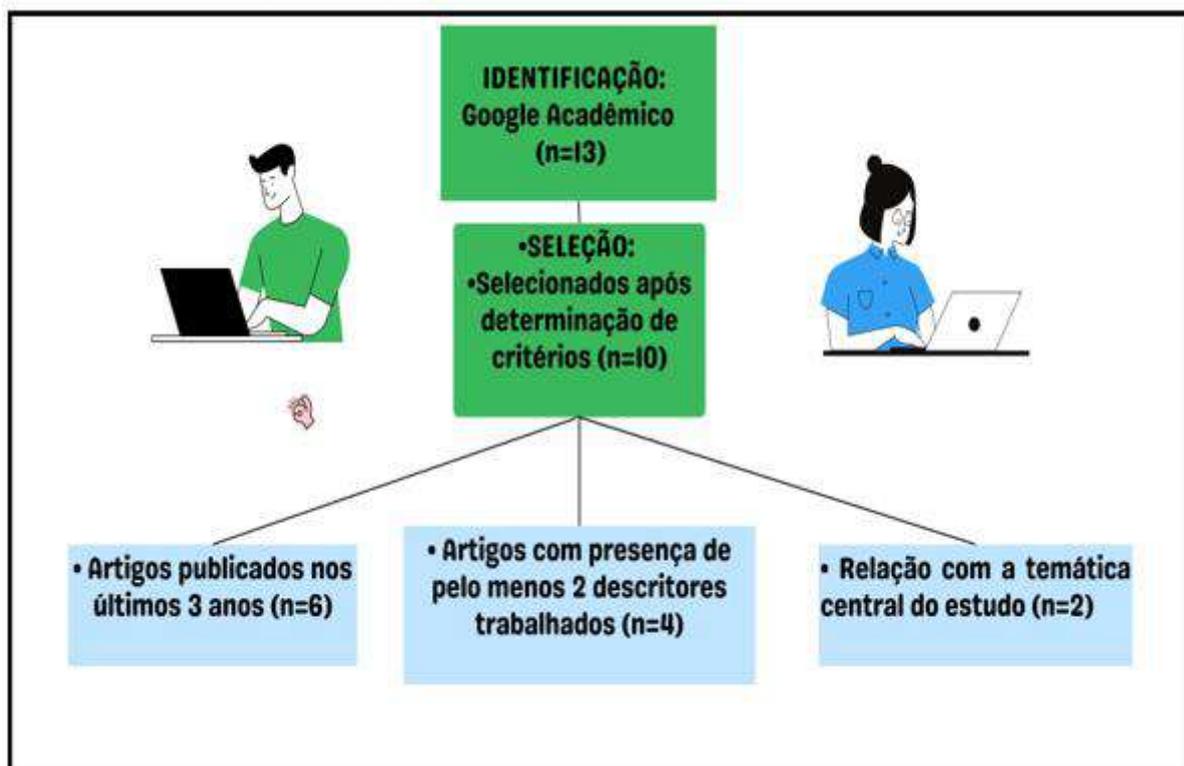


uma Revisão Bibliográfica sobre o manejo do paciente com lombalgia grave na emergência médica por meio de uma revisão de literatura.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho trata-se uma revisão narrativa de literatura acerca da abordagem do paciente com lombalgia aguda na emergência médica com o foco na área de Ortopedia dentro da Medicina. Para tanto utilizou-se artigos científicos publicados na base de dados Google Acadêmico nos idiomas Inglês e Português no período de 2020 a 2023 com os seguintes descritores no DeCs: *Lombalgia aguda, emergência, Manejo*. Foram selecionados artigos científicos de caráter observacional e obra literária dentro da área da saúde. Os critérios de inclusão e exclusão a seguir foram usados para seleção dos artigos: Artigos com publicação entre 2020 e 2023 nos idiomas inglês e português, artigos que continham pelo menos 2 dos descritores escolhidos, e artigos que abordassem a temática central de manejo do paciente com lombalgia na emergência.

FIGURA 1 - Identificação e seleção para o melhor desenvolvimento da temática.



Fonte: Autoria própria.



### 3. RESULTADOS

Inicialmente foram encontrados um total de 13 artigos que após aplicação dos critérios e inclusão e exclusão resultaram no total de 2 estudos presentes na revisão narrativa. A partir disso dos 13 artigos científicos na base de dados, dos quais 10 foram selecionados após determinação dos critérios. Em conformidade com o primeiro critério obtivemos total de 6 artigos (n=6), com relação ao segundo critério foram obtidos 4 artigos (n=4) após aplicação dos descritores e por fim foram descartados 2 artigos sob o filtro de relação com a temática; totalizando 2 artigos científicos selecionados pelos critérios de inclusão e exclusão.

A lombalgia aguda na emergência se mostra, portanto, pertinente dentro dos centros médicos e hospitalares no Brasil, sendo o motivo de diversos atendimentos por parte dos profissionais de saúde (THUM *et al.*, 2013). Por meio dos artigos científicos selecionados e a literatura médica atualizada é possível compreender que a abordagem e manejo do paciente com lombalgia na emergência possui sua solução chave contida principalmente na eficácia do médico em identificar a mais provável etiologia da lombalgia em questão. A atenção para sinais de alerta de doenças graves tais como tumores e fraturas usando como ferramenta a anamnese e exame clínico é fundamental para exclusão de diagnósticos que possam divergir da lombalgia e evitar exames radiológicos não clinicamente necessários (JOAQUIM *et al.*, 2016). A localização da dor e o conhecimento da origem patológica possibilita a estabilização adequada do paciente com o uso de analgesia. O tratamento hospitalar advém da administração venosa de fármacos opioides em casos mais agudos com chances de cronicidade os quais se ligam aos receptores opioides presentes em todo o sistema nervoso central e estão intimamente ligados com a proteína G inibitória e com isto desencadeia ações celulares desde fechamentos dos canais de cálcio até a hiperpolarização da membrana. O resultado disso é a redução da neurotransmissão da dor.

O uso de analgésicos da classe não-esteroidais se caracterizam como a primeira opção de tratamento e estabilização do paciente na lombalgia, uma vez que age principalmente nos mecanismos inflamatórios do organismo por meio de uma intervenção da conversão das ciclo-oxigenases (COX) em ácido araquidônico e por sua vez a formação de prostaglandinas (SOUZA, 2022). O resultado disso é a analgesia da dor e pode ser utilizado como forma de intervenção na lombalgia do início até o final do tratamento por vários dias até desaparecerem os sintomas. Caso haja persistência do quadro se faz muitas vezes necessário a avaliação com um médico ortopedista para averiguação de uma suposta lombalgia crônica e optar brevemente pelo uso de opioides para atenuação (CASTRO, 2021). Observa-se dessa forma que a resposta inflamatória é a principal marca de uma lombalgia e que o seu tratamento resulta na estabilização do paciente diagnosticado corretamente dentro da emergência.

A epidemiologia da lombalgia aguda mostra que esta é um quadro patológico ocasionado por herniações, estenoses espinhais e afeta principalmente o grupo na faixa etária de 41 a 60 anos de idade. Apesar de essa ser a idade mais prevalente quando se analisa a incidência da doença é válido destacar que terceira idade (60+ anos) também é um grupo frequentemente vulnerável para desenvolvimento do quadro, o que pode ser explicado como um resultado direto do enfraquecimento do sistema musculoesquelético por completo e aumenta a susceptibilidade no



desenvolvimento de dores musculares e fraqueza óssea que podem evoluir conjuntamente para um quadro de lombalgia (ALVES, 2014). Com o fato de que a lombalgia se torna mais incidente quanto maior a idade, mais se faz necessário o preparo adequado dos médicos especialistas na área da Geriatria para lidarem corretamente com a situação de seus pacientes.

A comunicação que se é estabelecida entre paciente também é de fundamental importância no que tange a descoberta etiológica da lombalgia, pois é por meio do exame físico e anamnese que se colhem as primeiras informações e posteriormente os sinais não apenas fornecidas pelo paciente, mas também dos sinais flogísticos por esse apresentado.

O processo de comunicação não deve se restringir somente ao seu médico e o enfermo, mas também com toda a equipe profissional (fisioterapeutas, ortopedistas, geriatras, enfermeiros, entre outros) na tentativa de uma abordagem multiprofissional frente aos casos de lombalgia na emergência. Isto possibilitará uma melhor resolução e atendimento humanizado para com o paciente, que se encontra vulnerável não apenas fisicamente, mas também mentalmente em virtude de não conseguir realizar suas atividades cotidianas como anteriormente. Esse multiprofissionalismo também permite a troca de ideias e hipóteses diagnósticas que facilitarão a identificação dos quadros de dores na região lombar.

#### 4. CONCLUSÃO

Infer-se por meio deste trabalho que a lombalgia aguda na emergência é uma problemática recorrente nos hospitais e clínicas e que o seu manejo adequado é crucial para resolução dos quadros apresentados aos profissionais de saúde. O uso do exame físico e clínico durante a anamnese ajuda a identificar precisamente a etiologia das lombalgias em grande parte dos casos, sendo dessa forma o primeiro passo para o tratamento do paciente e evitando a realização de exames de imagem de maneira ineficaz ou desnecessária. O conhecimento a respeito da origem patológica norteia a escolha dos fármacos de intervenção de acordo com os protocolos a serem adotados pelos médicos e constitui peça chave para tratamento e alívio do enfermo.

É uma patologia de incidência predominante dos 40 aos 60 anos de idade, apesar de também ser comum em pacientes idosos em virtude das alterações fisiológicas advindas da terceira idade e se coloca como uma queixa frequente aos médicos especializados na área da Geriatria.

Outrossim destaca-se a relação médico-paciente como uma pedra angular no processo de diagnóstico e tratamentos dos quadros de enfermos afetados pela lombalgia aguda, auxiliando no processo como um todo. Anexando a isto também o trabalho e intercomunicação dentro da equipe multiprofissional para a mais rápida e eficaz abordagem e manejo do paciente frente à sua condição.

A farmacoterapia da lombalgia possui como primeira escolha os AINES e posteriormente os fármacos opioides em casos de possível cronicidade, cabendo ao médico e sua equipe a escolha baseada em cada caso singular de lombalgia, além das evoluções dos quadros clínicos. Diante da relevância das informações acima acerca da patologia da dor lombar e sua prevalência nos centros de emergência, cabe aos profissionais de saúde se adequarem aos protocolos e formas



de manejo para melhor atender e solucionar o problema de seus atendidos, objetivando a oferta de saúde e melhor qualidade de vida à população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Lucas Sangoi et al. **Lombalgia no idoso: emergência?** Acta méd.(Porto Alegre), p. 7, 2014.
- CASTRO, Marcela Silveira et al. Aspectos clínicos e fisiopatológicos da lombalgia aguda. **Revista Atenas Higeia**, v. 3, n. 2, p. 28-36, 2021.
- JOAQUIM, Andrei Fernandes. Abordagem inicial do paciente com lombalgia aguda. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 62, p. 186-191, 2016.
- LEOPOLDINO, Amanda Aparecida Oliveira et al. Prevalência de lombalgia na população idosa brasileira: revisão sistemática com metanálise. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 56, p. 258-269, 2016.
- PIRES, Flávio O.; SAMULSKI, Dietmar M. Visão Interdisciplinar na lombalgia crônica, causada por tensão muscular. **Revista Brasileira de Ciência e movimento**, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2006.
- SOUZA, Heraldo Possolo de et al. **Lombalgia aguda. In: Manual de medicina de emergência: disciplina de emergências clínicas:** Hospital das Clínicas da FMUSP. Manole, 2022.
- SANTOS, Fernanda Gangella dos. **Avaliação da estabilidade lombo pélvica de pacientes lombálgicos. 2012. Tese de Doutorado.** Universidade de São Paulo.
- THUM, Cristina Kaëfer; HANSEN, Dinara. **FREQUÊNCIA DE PROCURA POR ATENDIMENTO MÉDICO DECORRENTES DE LOMBALGIAS E CERVICALGIAS.**
- VALADARES, Jessyka Viana et al. Prevalência da lombalgia e sua repercussão anatomofuncional em adultos e idosos: Revisão sistemática. **Amazônia: Science & Health**, v. 8, n. 3, p. 106-117, 2020.

# LISTA DE AUTORES

## Índice Remissivo

- Adilson Correia Goulart, 45, 51  
Ana Beatriz Mota de Carvalho, 86  
Anna Karolyna Marques Rodrigues, 72, 79  
Arthur Godoi Guerra, 112
- Bhrenda Alves Oliveira, 51, 99  
Blyeny Hatalita Pereira Alves, 99  
Bárbara Xavier da Costa Fonseca, 8
- Carlos Eduardo Silva, 91  
Cleisla Pereira Firmino, 24
- Danielly Ferreira Rios, 79  
Diuly Pereira Tófaló, 72, 91
- Emile Bianca Alves Mota, 24  
Erick Nascimento de Oliveira, 72  
Eryc Dias Medeiros Silva, 72, 79
- Gabriella Guizzetti, 86  
Gesmar de Paula Santos Júnior, 30, 38, 105
- Ghunter Paulo Viajante, 16, 38, 105  
Gustavo Dourado Silva, 30
- Heloisa Eusebia Lima, 51, 99  
Henrique Bruno Franco Pereira Garcia, 86
- Iara Guimarães Rodrigues, 86
- Josemar Alves dos Santos Júnior, 30, 38, 66, 105  
João Paulo Victorino Santos, 24  
João Vitor Fernandes de Azevedo Silva, 38, 79  
Julia Duarte Ribeiro, 51
- Katiúscia Daiane Ferreira, 8, 45  
Keldson Alves Lopes, 16
- Luiz Cláudio Kehdi Guimarães, 112  
Luís Felliipe Ribeiro Vasconcelos, 112
- Marcelo Escobar de Oliveira, 38, 72, 79, 91
- Maria Antônia Martins Santos, 8  
Mateus Borges Araújo, 105
- Olívio Lima de Santana, 99
- Paulo Antônio Medeiros Palastrim, 45  
Pedro Paulo de Souza Silva, 24
- Raíssa Rodrigues de Menezes, 112  
Rogério Pacheco Rodrigues, 58, 112
- Samara Ruthiely Araújo Borges, 24  
Simone Machado Goulart, 45, 51
- Thales Fleury Santos, 66  
Thamires Guizzetti, 86  
Tiago Nogueira de Abreu, 58
- Uildisney Ferreira Goes, 99
- Yuri D. P. Cirino, 38